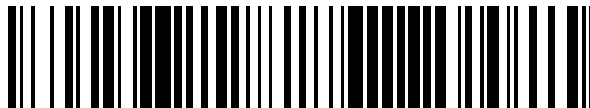


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 107**

51 Int. Cl.:

B63H 21/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2014** **E 14170666 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 2949572**

54 Título: **Sistema de propulsión de un buque y su funcionamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2019

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

KRIEWS, THORBEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 704 107 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de propulsión de un buque y su funcionamiento

La presente invención hace referencia a un sistema de propulsión de un buque con dos trenes de propulsión y a un procedimiento para operar un sistema de propulsión de esta clase.

5 El transporte de mercancías, más allá de aspectos coyunturales, está marcado esencialmente por los gastos de transporte. Para disminuir los gastos de transporte, se utilizan por ejemplo buques cada vez más grandes, que deben compensar las estadías más largas con respecto a buques más pequeños, y los cuales están provistos por las así denominadas "soluciones de tecnologías verdes" ("Green Solution Technologien") para aumentar la potencia. En caso de un accidente inesperado, el margen de maniobra para reequipar de forma eficiente estos buques, es muy reducido. Por otra parte, para disminuir los gastos de transporte, cada vez se extiende más la así denominada "navegación lenta" ("Slow-Steaming"), esto significa una navegación controlada, con velocidad reducida a fin de ahorrar combustible. Por ejemplo, en rutas desde Europa a Asia, cuando no hay mercancías costosas cargadas o sólo hay algunas pocas, se estrangula la velocidad de los buques portacontenedores. Sin embargo, cuando los buques no están diseñados para estos puntos de funcionamiento, su consumo de combustible específico aumenta en este caso porque sus máquinas propulsoras no son operadas en su óptimo rango de trabajo. En el caso de un buque con dos trenes de propulsión, entonces, ambas máquinas propulsoras principales derrochan desaprovechando parte de su provecho. A causa de la reducida potencia, este derroche tampoco se puede reutilizar como energía eléctrica para alimentar la red eléctrica de abordo, o por lo menos no de forma suficiente.

20 La solicitud DE 10 2010 009 951 A1 revela un procedimiento para propulsar un vehículo, particularmente un vehículo acuático, con dos trenes de propulsión principales, los cuales presentan respectivamente un motor de combustión interna, un dispositivo de propulsión, particularmente una hélice, y una máquina eléctrica. Allí, en un determinado modo de operación, las dos máquinas eléctricas se acoplan eléctricamente una con la otra, de modo que una máquina eléctrica funciona como un generador y la otra máquina eléctrica como un motor eléctrico. De esta manera, resulta posible propulsar ambos dispositivos de propulsión sólo con un motor de combustión interna.

25 La invención tiene por objeto especificar un procedimiento mejorado para operar un sistema de propulsión de un buque con dos trenes de propulsión.

Dicho objeto se resuelve, conforme a la presente invención, mediante las características de la reivindicación 1.

Los acondicionamientos ventajosos de la presente invención son objeto de las reivindicaciones relacionadas.

30 Un sistema de propulsión de un buque, conforme a la invención, comprende dos trenes de propulsión. En este caso, cada tren de propulsión comprende un eje portahélice, una propulsión principal conformada como un motor de combustión interna para la propulsión del eje portahélice; y una propulsión auxiliar, conformada como una máquina eléctrica rotativa, la cual puede ser operada de manera opcional como propulsora del eje portahélice o ser propulsada por el eje portahélice como generador. Las propulsiones auxiliares están diseñadas e interconectadas de manera que ambos ejes portahélice pueden ser propulsados sólo por medio del trabajo ejecutado justamente por una propulsión principal; en donde una primera propulsión auxiliar se opera como un generador para generar energía eléctrica a partir de las rotaciones de un primer eje portahélice, propulsado directamente por la propulsión principal; y la segunda propulsión auxiliar se opera como una propulsión del segundo eje portahélice, propulsada por la primera propulsión auxiliar.

40 El procedimiento conforme a la invención hace referencia a un sistema de propulsión de un buque con dos trenes de propulsión, lo que posibilita propulsar ambos ejes portahélice mediante la potencia obtenida solamente de una propulsión principal, en donde un primer eje portahélice es propulsado directamente por la propulsión principal y el segundo eje portahélice es propulsado mediante energía eléctrica generada mediante la propulsión auxiliar, a partir de rotaciones del primer eje portahélice; y la cual se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice. De esta manera, ambos ejes portahélice pueden ser propulsados, en velocidades bajas, sólo por una propulsión principal, con lo cual, en un adecuado diseño del sistema de propulsión, se puede mejorar la potencia del sistema de propulsión en velocidades bajas, en contra posición con un funcionamiento con ambas propulsiones principales; y se puede reducir el consumo de combustible específico. Además, esto disminuye también los requerimientos de mantenimiento y los costes de mantenimiento para el mantenimiento del sistema de propulsión, porque en contraposición con un funcionamiento en un punto de funcionamiento desfavorable, al operarse una propulsión principal en un punto de funcionamiento favorable, se reduce el desgaste de misma, y porque, al menos temporalmente, una propulsión principal no es utilizada. Finalmente, el hecho de que sea posible propulsar el buque sólo con una de las propulsiones principales, aumenta también la redundancia del sistema de propulsión y con ello la seguridad funcional del buque.

Un acondicionamiento de la invención prevé, al menos, un dispositivo para la obtención de energía, para obtener energía eléctrica a partir de los gases de escape de una propulsión principal.

5 La obtención de energía eléctrica a partir de los gases de escape de una propulsión principal, resulta especialmente ventajosa en un sistema de propulsión conforme a la invención, porque la propulsión del buque con sólo una propulsión principal no sólo mejora la potencia del sistema de propulsión, sino que también aumenta la energía que se puede obtener de los gases de escape en velocidades bajas, a causa del incremento en el número de revoluciones de la propulsión principal utilizada para propulsar el buque.

De manera preferida, en este caso, la energía eléctrica obtenida por ese al menos un dispositivo para la obtención de energía a partir de los gases de escape, puede ser aplicada en una red eléctrica de a bordo del buque.

10 De esta manera, la energía obtenida a partir de gases de escape puede ser utilizada ventajosamente para la alimentación de la red eléctrica de a bordo.

15 La invención prevé además que cada tren de propulsión presente un convertidor asociado a la propulsión auxiliar, mediante el cual es posible modificar una frecuencia de una tensión alterna, suministrada a la propulsión auxiliar y generada por la propulsión auxiliar; y que cada propulsión auxiliar pueda ser operada por del convertidor como un generador propulsor de la otra propulsión auxiliar.

Esto posibilita el acoplamiento de las propulsiones auxiliares a través del convertidor para utilizar la energía de rotación de un eje portahélice a fin de propulsar eléctricamente el otro eje portahélice.

20 Cuando el sistema de propulsión presenta junto al convertidor, también al menos un dispositivo para la obtención de energía, para obtener energía eléctrica a partir de los gases de escape de una propulsión principal; la energía obtenida de los gases de escape por al menos un dispositivo para la obtención de energía se puede suministrar ventajosamente al menos a un convertidor para propulsar la propulsión auxiliar asociada al convertidor.

De esta manera, la energía obtenida a partir de gases de escape puede ser utilizada ventajosamente también para la propulsión de los ejes portahélice.

25 Otro acondicionamiento de un sistema de propulsión con convertidores asociados a las propulsiones auxiliares prevé que a cada una de las propulsiones auxiliares, a través del convertidor asociado a la misma, se le pueda suministrar energía eléctrica desde una red eléctrica de a bordo del buque.

30 Esto hace posible utilizar energía de la red eléctrica de a bordo para propulsar el buque y amplía de esta manera las posibilidades de distribuir escalonadamente las potencias propulsoras entre diferentes componentes y optimizar aún más la potencia. Particularmente, la energía de la red eléctrica de a bordo se puede utilizar ventajosamente para producir potencias propulsoras, las cuales son mayores sólo en potencias adicionales relativamente reducidas, que una potencia producida sólo por una propulsión principal, porque las potencias adicionales se pueden extraer después de la red eléctrica de a bordo, sin que tenga que ser utilizada la segunda propulsión auxiliar, lo que reduce la potencia del sistema de propulsión y podría aumentar el consumo de combustible específico en contra posición al uso de sólo una propulsión principal.

35 Además, al menos una propulsión principal está diseñada de manera ventajosa en una capacidad de diseño para la propulsión de ambos ejes portahélice, de modo que la capacidad de diseño se produce solamente por la propulsión principal y por la energía eléctrica obtenida de sus gases de escape, en un consumo de combustible específico, al menos cercano al mínimo, de la propulsión principal.

40 De esta manera, se optimizan aún más la potencia del sistema de propulsión y el consumo de combustible específico en velocidades bajas, particularmente cuando la capacidad de diseño se orienta de manera preferida a una velocidad del buque de marcha lenta.

Otro acondicionamiento de la invención prevé que las dos propulsiones principales estén diseñadas para diferentes potencias máximas.

45 De esta manera, el sistema de propulsión se puede optimizar en diferentes velocidades bajas, en las cuales funciona respectivamente sólo una de las propulsiones principales. Además, mediante un adecuado diseño de las propulsiones principales, se puede ahorrar en peso, espacio constructivo y costes de inversión del sistema de propulsión.

Otro acondicionamiento de la invención prevé un eje eléctrico acoplado a ambas propulsiones auxiliares.

Este acondicionamiento, posibilita de manera ventajosa un acoplamiento eléctrico de las dos propulsiones auxiliares por medio de un eje eléctrico acoplado a ambas propulsiones auxiliares. En contra posición a los acoplamientos de las propulsiones auxiliares mencionados antes, por medio de convertidores, se reducen ventajosamente las pérdidas en la transmisión de energía entre las propulsiones auxiliares.

5 En el procedimiento, conforme a la invención, para operar un sistema de propulsión, conforme a la invención, en un primer intervalo de potencia, una potencia propulsora para propulsar ambos ejes portahélice se produce de forma precisa únicamente por una propulsión principal. En este caso, un primer eje portahélice es propulsado directamente por la propulsión principal y el segundo eje portahélice es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice; y la cual se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice mediante la segunda propulsión auxiliar.

10 Esto tiene las ventajas ya mencionadas antes del aumento de la potencia y la reducción del consumo de combustible específico en bajas velocidades, las cuales se corresponden con el primer intervalo de potencia.

De manera ventajosa, el primer intervalo de potencia se define de manera tal que el mismo comprende una potencia propulsora, en la cual aquella propulsión principal que produce la potencia propulsora, tiene un consumo de combustible específico mínimo.

15 De esta manera, en el primer intervalo de potencia, se optimiza ventajosamente el consumo de combustible específico.

En el procedimiento, conforme a la invención, se prevé además que una potencia propulsora para propulsar ambos ejes portahélice, en un segundo intervalo de potencia, se produce de forma precisa únicamente por una propulsión principal. Aquí, un primer eje portahélice es propulsado directamente por la propulsión principal y el segundo eje portahélice es propulsado mediante energía eléctrica, la cual por una parte, se extrae de la red eléctrica de a bordo y por otra parte, se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice; y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar a través del convertidor asociado a la misma; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice mediante la segunda propulsión auxiliar operada como un motor.

20 Esto ofrece la ventaja ya mencionada anteriormente, de que las potencias propulsoras del segundo intervalo de potencia, las cuales son mayores sólo en potencias adicionales relativamente reducidas, que una potencia producida sólo por una propulsión principal, pueden ser extraídas de la red eléctrica de a bordo, sin tener que utilizar la segunda propulsión auxiliar, y de esta manera reducir la potencia del sistema de propulsión y aumentar el consumo de combustible específico en contra posición al uso de sólo una propulsión principal.

Otro acondicionamiento del procedimiento, conforme a la invención, para sistemas de propulsión con convertidores asociados a las propulsiones auxiliares y con al menos un dispositivo para la obtención de energía, para obtener energía eléctrica a partir de los gases de escape de una propulsión principal, prevé que una potencia propulsora para propulsar ambos ejes portahélice, la cual se corresponde con una capacidad de diseño de una propulsión principal nombrada más arriba, se produzca de forma precisa únicamente por una propulsión principal realizada en esta capacidad de diseño, y por la energía eléctrica obtenida a partir de los gases de escape de esta propulsión principal. Aquí, un primer eje portahélice es propulsado directamente por la propulsión principal y el segundo eje portahélice es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por una parte de los gases de escape de la propulsión principal; y por otra parte, se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice; y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar a través del convertidor asociado a la misma; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice mediante la segunda propulsión auxiliar operada como un motor.

De esta manera, el buque puede ser operado de forma efectiva y eficiente en un punto de funcionamiento que se corresponde con la capacidad de diseño de una propulsión principal, porque se utiliza bien la plena capacidad de una propulsión principal y con ello su consumo de combustible específico es reducido; la segunda propulsión principal no está en funcionamiento; se puede lograr una velocidad suficiente y la potencia de gases de escape obtenida de los gases de escape se utiliza completamente para la propulsión del buque.

Las propiedades, características y ventajas de la presente invención, arriba mencionadas, así como la forma en la que las mismas se consiguen, se clarifican y deducen en relación con la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución, los cuales se explican en detalle en relación con los dibujos. En ellos se muestran:

50 en la figura 1, un diagrama de bloques de un sistema de propulsión de un buque, acoplado a una red eléctrica de a bordo, conforme a un primer ejemplo de ejecución;

en la figura 2, un diagrama de curvas características para la potencia de componentes de un sistema de propulsión de un buque, y

en la figura 3, un diagrama de bloques de un sistema de propulsión de un buque, acoplado a una red eléctrica de a bordo, conforme a un segundo ejemplo de ejecución;

5 Las piezas que se corresponden entre sí, están provistas de los mismos símbolos de referencia en las figuras.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de propulsión 2 de un buque, acoplado a una red eléctrica de a bordo 1, conforme a un primer ejemplo de ejecución.

10 La red eléctrica de a bordo 1 presenta múltiples generadores de red de a bordo 11 a 14 para generar energía eléctrica para la red eléctrica de a bordo 1. Los generadores de red de a bordo 11 a 14 se propulsan respectivamente, por ejemplo, mediante un motor de combustión interna (no representado), por ejemplo, un motor diesel.

El sistema de propulsión 2 presenta dos trenes de propulsión 3, 4. Cada tren de propulsión 3, 4 comprende:

- un eje portahélice 31, 41 para una hélice 32, 42 del buque

15 - una propulsión principal 33, 43 conformada como un motor de combustión interna, por ejemplo un motor diesel de dos tiempos, para la propulsión de los respectivos ejes portahélice 31, 41;

- un dispositivo para la obtención de energía 34, 44, para obtener energía eléctrica a partir de los gases de escape de la respectiva propulsión principal 33, 43;

20 - una propulsión auxiliar 35, 45, conformada como una máquina eléctrica rotativa, la cual puede ser operada de manera opcional como un motor propulsor del respectivo eje portahélice 31, 41, o como un generador propulsado por el eje portahélice 31, 41;

- un convertidor 36, 46 asociado a la propulsión auxiliar 35, 45, mediante el cual es posible modificar una frecuencia de una tensión alterna, suministrada a la propulsión auxiliar 35, 45 y generada por la propulsión auxiliar 35, 45;

- y un acoplamiento 37, 47, mediante el cual, la respectiva propulsión principal 33, 43 puede ser desacoplada del respectivo eje portahélice 31, 41;

25 Las propulsiones auxiliares 35, 45 y el convertidor 36, 46 están diseñadas e interconectadas de manera que ambos ejes portahélice 31, 41 pueden ser propulsados sólo por medio del trabajo ejecutado por una primera propulsión principal 33; en donde una primera propulsión auxiliar 35 se opera como un generador para generar energía eléctrica a partir de las rotaciones de un primer eje portahélice 31, propulsado directamente por la propulsión principal 33; y la segunda propulsión auxiliar 45 se opera como un motor propulsado por la primera propulsión auxiliar 33 para la propulsión del segundo eje portahélice 41.

30 La energía obtenida de los gases de escape por un dispositivo para la obtención de energía 34, 44 puede ser aplicada de forma total o parcial respectivamente en la red eléctrica de a bordo 1, o puede ser suministrada a un convertidor 36, 46 para propulsar la propulsión auxiliar 35, 45 asociada al convertidor 36, 46.

35 A cada una de las propulsiones auxiliares 35, 45, a través del convertidor 36, 46 asociado a la misma, se le puede suministrar energía eléctrica de una red eléctrica de a bordo 1 del buque; y la energía generada por cada propulsión 35, 45 en su funcionamiento como generador puede ser aplicada en la red eléctrica de a bordo 1.

El ejemplo de ejecución representado en la figura 1 puede ser modificado de manera tal que los convertidores 36, 46 no sean conectados, o no únicamente, con la red eléctrica de a bordo 1, sino que puedan ser conectados alternativa o adicionalmente de forma directa entre sí.

40 La figura 2 muestra un diagrama de curvas características para la potencia P de componentes del sistema de propulsión 2, representado en la figura 1 en función de un número de revoluciones n de los ejes portahélice 31, 41, en donde ambos ejes portahélice 31, 41 son propulsados con el mismo número de revoluciones n . Están representados, una potencia propulsora 50 necesaria para la propulsión de los dos ejes portahélice 31, 41; una potencia propulsora principal 51 producida por una primera propulsión principal 33 de un primer tren de propulsión 3 en su funcionamiento con el respectivo número de revoluciones; y una potencia de gases de escape 52 obtenida de los gases de escape de la primera propulsión principal 33 en función del número de revoluciones n . También están representados una potencia eléctrica máxima del motor 53 (independiente del número de revoluciones n) de la

segunda propulsión auxiliar 45 correspondiente al segundo tren de propulsión 4, y una potencia total 54 de la primera propulsión principal 33 y de la segunda propulsión auxiliar 45.

5 La potencia propulsora principal 51 de la primera propulsión principal 33 es suficiente para propulsar ambos ejes portahélice 31, 41 hasta en un primer valor de potencia P1. Por consiguiente, en un primer intervalo de potencia, cuyo límite superior, a través de un valor de potencia nula P0, no supera el del primer valor de potencia P1, ambos ejes portahélice 31, 41 se propulsan sólo mediante la potencia propulsora principal 51 de la primera propulsión principal 33, en donde la segunda propulsión principal 43 está desconectada. [0046] Así, el primer eje portahélice 31 es propulsado directamente por la primera propulsión principal 33. El segundo eje portahélice 41 es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar 35 operada como un generador a partir de las rotaciones del primer eje portahélice 31; la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar 45 a través de ambos convertidores 36, 46; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice 41 mediante la segunda propulsión auxiliar 45 operada como un motor. La potencia de gases de escape 52 obtenida de los gases de escape de la primera propulsión principal 33 se aplican en la red eléctrica de a bordo 1.

15 En el caso de buques portacontenedores convencionales, alcanzan, por ejemplo, el primer valor de potencia P1 alrededor de 12Mw; un primer valor de número de revoluciones n1 correspondiente al primer valor de potencia P1, aproximadamente 45 min⁻¹; una velocidad del buque correspondiente al primer valor de potencia P1, alrededor de 13 nudos; el valor de potencia nula P0 aproximadamente 9Mw; un valor de número de revoluciones nulo n0 correspondiente al valor de potencia nula P0 alrededor de 38 min⁻¹; y una velocidad del buque correspondiente al primer valor de potencia nula P0, alrededor de 12 nudos .

20 Por encima del primer valor de potencia P1, la potencia propulsora principal 51 de la primera propulsión principal 33 no es suficiente para propulsar ambos ejes portahélice 31, 41. Para lograr velocidades adicionales bajas del buque, por ejemplo un aumento de la velocidad de 12 a 14 nudos, es antieconómico utilizar la segunda propulsión principal 43, para generar el relativamente escaso requerimiento de potencia adicional (por ejemplo 2,5 a 5 Mw). Además, la utilización de la segunda propulsión principal 43 reduciría la carga sobre la primera propulsión principal 33 y así también la energía obtenida de los gases de escape. Por esta razón, en un segundo intervalo de potencia entre el valor de potencia nula P0 y un segundo valor de potencia P2, esta mínima potencia adicional se extrae de la red eléctrica de a bordo, o sea, es producida por los generadores de la red eléctrica de a bordo 11 a 14.

30 En el segundo intervalo de potencia, el primer eje portahélice 31 es por consiguiente también propulsado directamente por la primera propulsión principal 33. El segundo eje portahélice 41 es propulsado ahora mediante energía eléctrica, la cual por una parte, se extrae de la red eléctrica de a bordo 1 y por otra parte, se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar 35 operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice 31; y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar 45 a través del convertidor 46 asociado a la misma; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice 41 mediante la segunda propulsión auxiliar 45 operada como un motor.

35 El segundo valor de potencia P2 se selecciona de modo que en este segundo valor de potencia P2 ambos ejes portahélice 31, 41 pueden ser propulsados mediante la potencia propulsora principal 51 de la primera propulsión principal 33, y la potencia de gases de escape 52 obtenida de los gases de escape de la primera propulsión principal 33. La primera propulsión principal 33 está diseñada de manera tal que, en el funcionamiento con un segundo valor de número de revoluciones n2 correspondiente al segundo valor de potencia P2, la misma tiene un consumo de combustible específico, al menos cercano al mínimo.

45 En el segundo valor de potencia P2, el primer eje portahélice 31 es propulsado directamente por la propulsión principal 33 y el segundo eje portahélice 41 es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por una parte de los gases de escape de la primera propulsión principal 33; y por otra parte, se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar 35 operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice 31; y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar 45 a través del convertidor 46 asociado a la misma; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice 41 mediante la segunda propulsión auxiliar 45 operada como un motor.

50 En el segundo valor de potencia P2, los generadores de red de a bordo 11 a 14 se utilizan entonces de nuevo exclusivamente para el suministro de energía a la red eléctrica de a bordo 1, y ambos ejes portahélice 31, 41 se propulsan, sólo en un óptimo potencia de la primera propulsión principal 33, mediante la potencia propulsora principal 51 producida por la primera propulsión principal 33, y la potencia de gases de escape 52 obtenida de los gases de escape de la primera propulsión principal 33. El sistema de propulsión 2 está diseñado de modo que el segundo valor de potencia P2 se corresponde con una velocidad preferida, con la cual el buque se desplaza en una marcha lenta. En el caso de un buque portacontenedores convencional, alcanzan por ejemplo el segundo valor de potencia alrededor de 25Mw, el segundo valor de número de revoluciones n2 aproximadamente 57 min⁻¹ y la velocidad del buque correspondiente al segundo valor de potencia P2, alrededor de 17 nudos.

5 De esta manera, el buque se puede operar de forma efectiva y eficiente en un punto de funcionamiento que se corresponde con el segundo valor de potencia P2, porque se utiliza bien la plena capacidad de la primera propulsión principal 33 y con ello su consumo de combustible específico es reducido; la segunda propulsión principal 43 no está en funcionamiento; se puede lograr una velocidad suficiente y la potencia de gases de escape 52 obtenida de los gases de escape de la primera propulsión principal 33 se utiliza completamente para la propulsión del buque. El sistema de propulsión 2 se controla preferentemente por medio de un sistema de gestión de energía (PMS) inteligente (Power-Management- Systems).

10 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un sistema de propulsión 2 de un buque, acoplado a una red eléctrica de a bordo 1, conforme a un segundo ejemplo de ejecución. Este ejemplo de ejecución se diferencia del primer ejemplo de ejecución representado en la figura 1, porque las dos propulsiones principales 35, 45 no son conectables mediante convertidores 36, 46 con la red eléctrica de a bordo 1, sino que son acoplables mediante un eje eléctrico 5. Para propulsar ambos ejes portahélice 31, 41 con una potencia producida sólo por una primera propulsión principal 33, el primer eje portahélice 31 es propulsado directamente por la primera propulsión principal 33 y el segundo eje portahélice 41 es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por medio de la primera propulsión auxiliar 35 operada como un generador, a partir de las rotaciones del primer eje portahélice 31; y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar 45 mediante un eje 5 eléctrico.

15 Los ejemplos de ejecución representados en las figuras 1 y 3 pueden ser combinados entre sí, conectando las propulsiones auxiliares 35, 45 tanto a través de convertidores 36, 46 con la red eléctrica de a bordo, así como también acoplándolas directamente entre sí a través de un eje eléctrico 5.

20 Aunque la invención ha sido descrita e ilustrada en detalle a través de ejemplos de ejecución preferidos, dicha invención no está restringida sin embargo por los ejemplos revelados, sino por las reivindicaciones a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar un sistema de propulsión (2) de un buque con dos trenes propulsores (3, 4), en donde cada tren de propulsión (3, 4) comprende:
- un eje portahélice (31, 41);
- 5 - una propulsión principal (33, 43) conformada como un motor de combustión interna para la propulsión del eje portahélice (31, 41);
- una propulsión auxiliar (35, 45), conformada como una máquina eléctrica rotativa, la cual puede ser operada de manera opcional como propulsora del eje portahélice (31, 41) o ser propulsada por el eje portahélice (31, 41) como generador;
- 10 - y un convertidor (36, 46) asociado a la propulsión auxiliar (35, 45), mediante el cual es posible modificar una frecuencia de una tensión alterna, suministrada a la propulsión auxiliar (35, 45) y generada por la propulsión auxiliar (35, 45); y
- cada propulsión auxiliar (35, 45) puede ser operada por del convertidor (36, 46) como un generador propulsor de la otra propulsión auxiliar (35, 45);
- 15 - y las propulsiones auxiliares (35, 45) están diseñadas e interconectadas de manera que ambos ejes portahélice (31, 41) pueden ser propulsados sólo por medio del trabajo ejecutado por justamente una propulsión principal;
- en donde una primera propulsión auxiliar (35, 45) se opera como un generador para generar energía eléctrica a partir de las rotaciones de un primer eje portahélice (31, 41), propulsado directamente por la propulsión principal (33, 43);
- 20 - y la segunda propulsión auxiliar (35, 45) se opera como una propulsión del segundo eje portahélice (31, 41), propulsada por la primera propulsión auxiliar (35, 45); donde
- una potencia propulsora (50) para propulsar ambos ejes portahélice (31, 41), en un primer intervalo de potencia, se produce de forma precisa únicamente por una propulsión principal (33, 43); donde
 - un primer eje portahélice (31, 41) es propulsado directamente por la propulsión principal (33, 43),
- 25 - y el segundo eje portahélice (31, 41) es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar (35, 45) operada como generador a partir de las rotaciones del primer eje portahélice (31, 41); y la cual se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice (31, 41) mediante la segunda propulsión auxiliar (35, 45);
- una potencia propulsora (50) para propulsar ambos ejes portahélice (31, 41), en un segundo intervalo de potencia, se produce de forma precisa únicamente por una propulsión principal (33, 43) y la potencia obtenida de la red eléctrica de a bordo (1); donde
- 30 - un primer eje portahélice (31, 41) es propulsado directamente por la propulsión principal (33, 43);
- y el segundo eje portahélice (31, 41) es propulsado mediante energía eléctrica, la cual, por una parte, se extrae de la red eléctrica de a bordo (1) y por otra parte se obtiene por medio de una primera propulsión auxiliar (35, 45) operada como un generador a partir de las rotaciones del primer eje portahélice (31, 41); y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar (35, 45) a través del convertidor (36, 46) asociado a la misma; y se utiliza para propulsar el segundo eje portahélice (31, 41) mediante la segunda propulsión auxiliar (35, 45) operada como un motor.
- 35
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de propulsión (2) está provisto con al menos un dispositivo para la obtención de energía (34, 44), para obtener energía eléctrica a partir de los gases de escape de una propulsión principal (33, 43).
- 40
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la energía eléctrica obtenida por ese al menos un dispositivo para la obtención de energía a partir de los gases de escape, puede ser aplicada en una red eléctrica de a bordo (1) del buque.

4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque la energía eléctrica obtenida a partir de los gases de escape, por ese al menos un dispositivo para la obtención de energía (34, 44), puede ser suministrada al menos a un convertidor (36, 46) para propulsar la propulsión auxiliar (35, 45) asociada al convertidor (36, 46).
- 5 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque a cada una de las propulsiones auxiliares (35, 45), a través del convertidor (36, 46) asociado a la misma, se le puede suministrar energía eléctrica de una red eléctrica de a bordo (1) del buque.
- 10 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque, al menos una propulsión principal (33, 43) está diseñada en una capacidad de diseño para la propulsión de ambos ejes portahélice (31, 41), de modo que la capacidad de diseño se produce solamente por la propulsión principal (33, 43) y por la energía eléctrica obtenida de sus gases de escape, en un consumo de combustible específico, al menos cercano al mínimo, de la propulsión principal (33, 43).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las dos propulsiones principales (33, 43) se diseñan para diferentes potencias máximas.
- 15 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las dos propulsiones auxiliares (35, 45) se acoplan por medio de un eje (5) eléctrico.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el primer intervalo de potencia se define de manera tal que el mismo comprende una potencia propulsora (50), en la cual aquella propulsión principal (33, 43) que produce la potencia propulsora (50), tiene un consumo de combustible específico mínimo.
- 20 10. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque una potencia propulsora (50) para propulsar ambos ejes portahélice (31, 41), la cual se corresponde con una capacidad de diseño de una propulsión principal (33, 43) según la reivindicación 6, se produce de forma precisa únicamente por una propulsión principal (33, 43) realizada en esta capacidad de diseño, y por la energía eléctrica obtenida a partir de los gases de escape de esta propulsión principal (33, 43), en donde
- 25 - un primer eje portahélice (31, 41) es propulsado directamente por la propulsión principal (33, 43);
- y el segundo eje portahélice (31, 41) es propulsado mediante energía eléctrica, la cual se obtiene, por una parte, de los gases de escape de la propulsión principal (33, 43) y por otra parte por medio de una primera propulsión auxiliar (35, 45) operada como un generador a partir de las rotaciones del primer eje portahélice (31, 41); y la cual se suministra a la segunda propulsión auxiliar (35, 45) a través del convertidor (36, 46) asociado a la misma; y se utiliza
- 30 para propulsar el segundo eje portahélice (31, 41) mediante la segunda propulsión auxiliar (35, 45) operada como un motor.

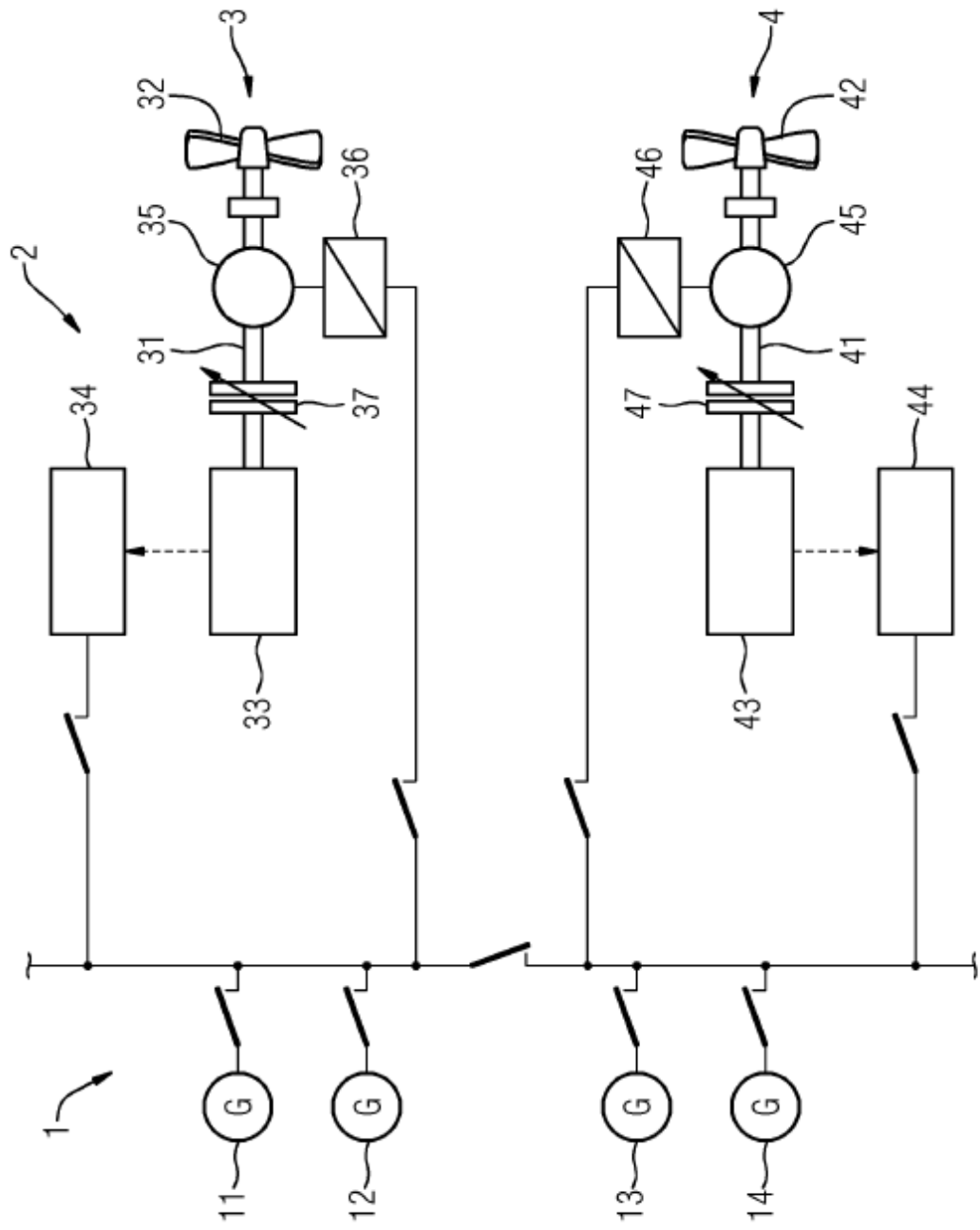
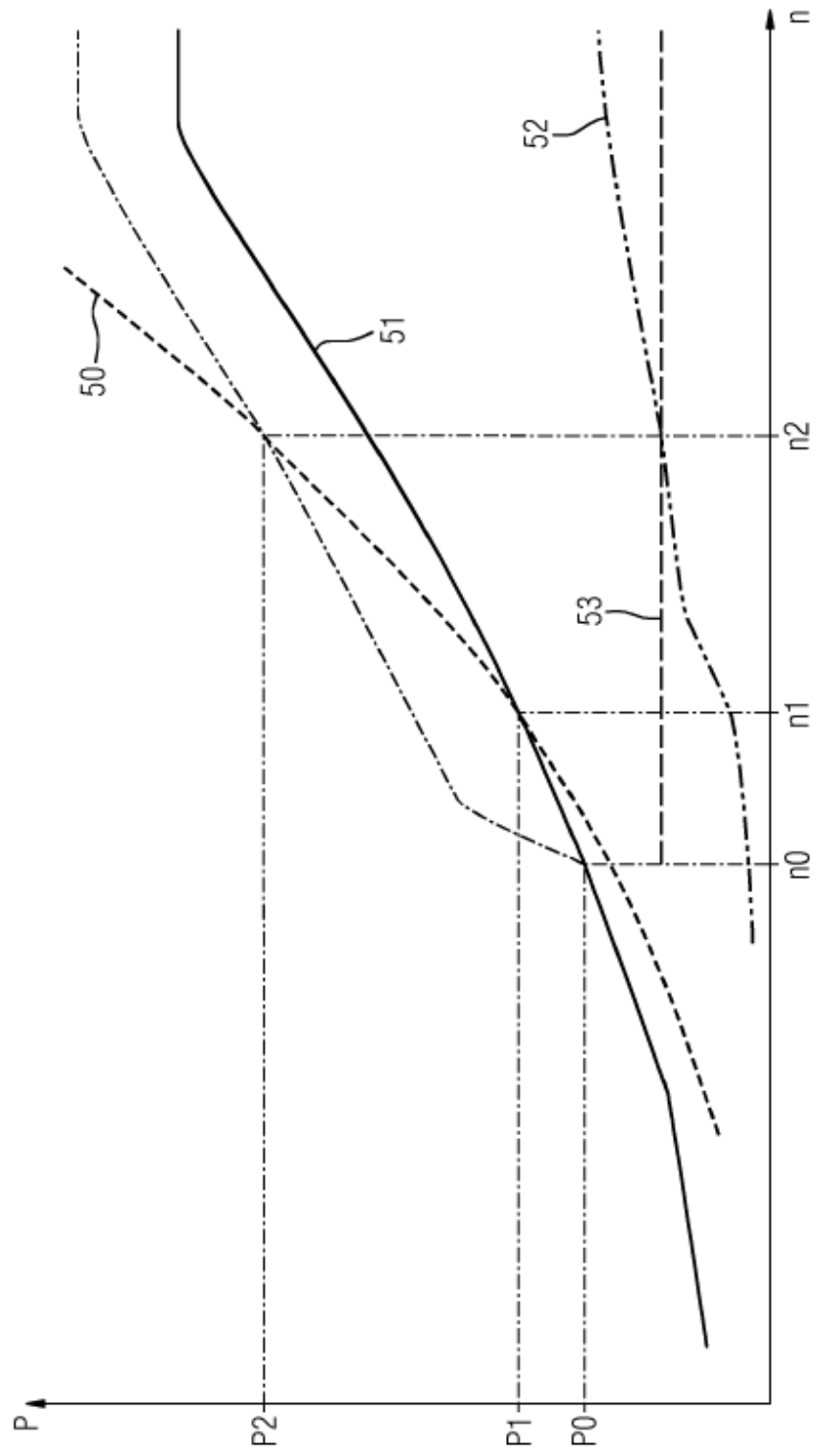


FIG 1

FIG 2



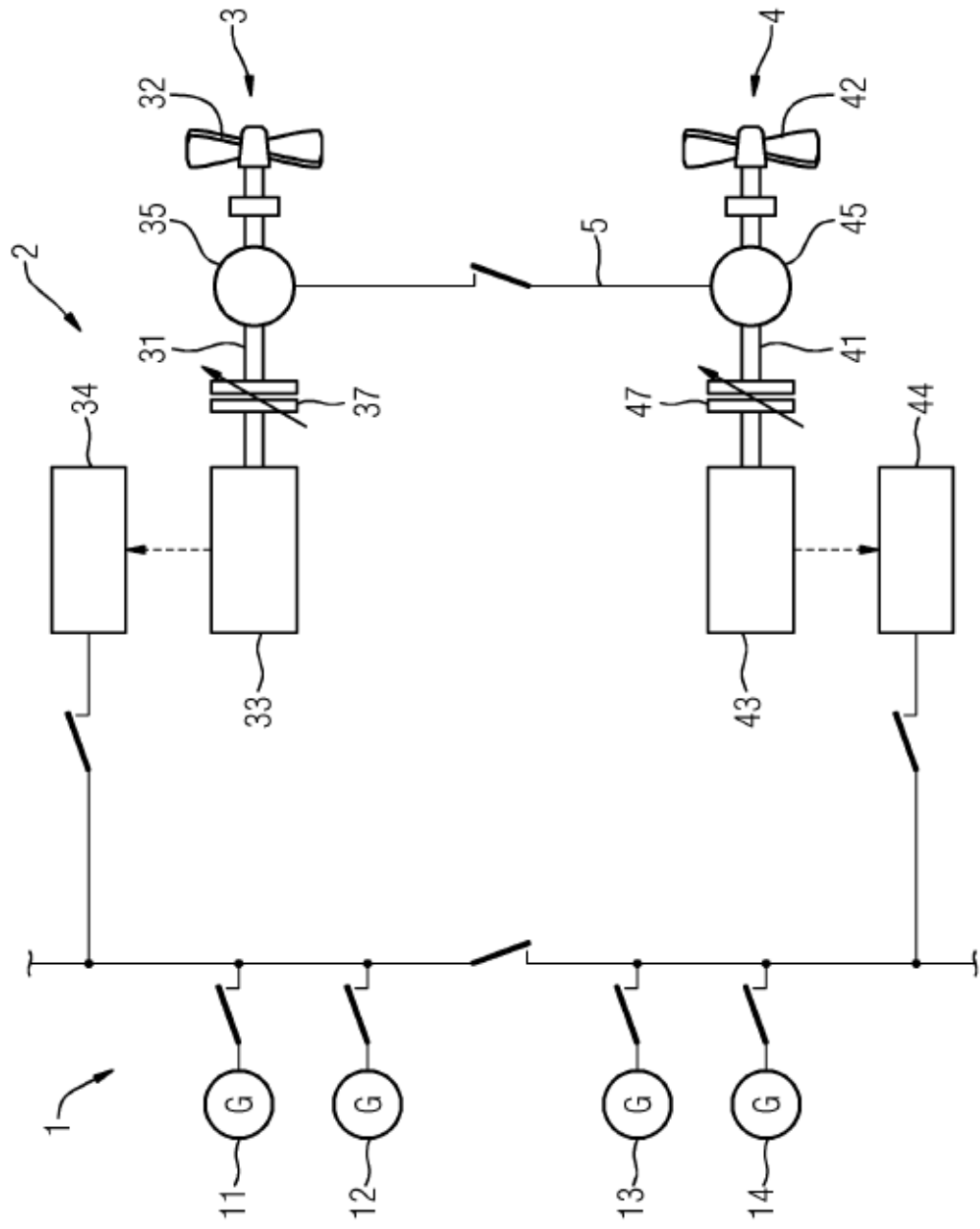


FIG 3