

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 135**

51 Int. Cl.:

B63H 9/02 (2006.01)

B63H 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2011 PCT/EP2011/065730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2012 WO12034968**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 11755340 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2616324**

54 Título: **Buque, en particular buque de carga, con un rotor Magnus**

30 Prioridad:

16.09.2010 DE 102010040920

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

08.04.2019

73 Titular/es:

WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)

Borsigstrasse 26

26607 Aurich, DE

72 Inventor/es:

ROHDEN, ROLF

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 708 135 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

Buque, en particular buque de carga, con un rotor Magnus

5 La presente invención se refiere a un buque, en particular un buque de carga, con un rotor Magnus.

Los rotores Magnus también se designan como rotores Flettner o rotores de vela.

10 El efecto Magnus describe una aparición de una fuerza transversal, es decir, perpendicularmente al eje y a la dirección de afluencia, en un cilindro, que rota alrededor de su eje y que se somete a un flujo perpendicularmente al eje. El flujo alrededor del cilindro rotativo se puede interpretar como una superposición de un flujo homogéneo y un remolino alrededor del cuerpo. Debido a la distribución desigual del flujo global se produce una distribución de presión asimétrica en la circunferencia del cilindro. Un buque se provee por consiguiente con rotores rotativos o giratorios, que en la dirección del viento generan una fuerza perpendicular a la dirección del viento eficaz, es decir, 15 corregida con la velocidad máxima, que se puede usar de forma similar a la navegación a vela para la propulsión del buque. Los cilindros dispuestos verticales rotan alrededor de su eje y el aire que afluye desde el lado fluye luego preferiblemente en la dirección de giro alrededor del cilindro debido a la fricción de la superficie. Por ello, en el lado delantero la velocidad de flujo es mayor y la presión estática menor de modo que el buque obtiene una fuerza en la dirección hacia delante.

20 Un buque de este tipo se conoce ya por "Die Segelmaschine" de Claus Dieter Wagner, Ernst Kabel Verlag GmbH, Hamburgo, 1991, pág. 156. Aquí se ha investigado si un rotor Magnus, también denominado rotor Flettner, se puede usar como accionamiento o accionamiento auxiliar para un buque de carga.

25 Por el documento US 4,602,584 se conoce un sistema de accionamiento para un buque, que presenta una disposición de hélice y timón convencional con una o varias velas de rotor. A este respecto, la generación del avance se realiza a través de una máquina de accionamiento convencional, que se controla mediante un control convencional, y el uso del efecto Magnus mediante las velas de rotor. La máquina de accionamiento convencional puede accionar las velas de rotor, que sin embargo también se pueden accionar mediante un accionamiento propio. 30 El control de las velas de rotor se realiza mediante una unidad de control prevista sobre el puente con dos palancas, a través de las que se puede ajustar la velocidad de giro y la dirección de giro de las velas de rotor, a fin de influir de este modo en la dirección de la fuerza de avance provocada por el efecto Magnus.

35 Por el documento DE 10 2005 028 447 A1 se conoce un buque con una pluralidad de rotores Magnus, en donde a cada uno de la pluralidad de rotores Magnus está asociado un motor eléctrico excitable individualmente para el giro del rotor Magnus. A cada motor eléctrico está asociado un convertidor, a fin de controlar la velocidad de giro y/o la dirección de giro del motor eléctrico.

40 El objetivo de la presente invención es prever un funcionamiento económico de un buque, que se accione con rotores Magnus.

Este objetivo se consigue mediante un buque según la reivindicación 1 o un procedimiento según la reivindicación 9.

45 Por consiguiente se prevé un buque de carga, que presenta una pluralidad de rotores Magnus, una unidad de control central, así como un motor eléctrico como accionamiento principal. A este respecto, los rotores Magnus se pueden excitar respectivamente individualmente por la unidad de control central en un primer modo de funcionamiento, de manera que se obtiene una propulsión máxima, en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus se aporta por el motor eléctrico. En un segundo modo de funcionamiento se desconectan los rotores Magnus por la unidad de control central y la propulsión deseada se 50 aporta por el motor eléctrico.

La diferenciación entre estos dos modos de funcionamiento es ventajosa dado que el buque según la invención se puede hacer funciona de forma óptima según su uso instantáneo, es decir, la marcha en mar abierto o la entrada o el atraque en un puerto, y de este modo se puede reducir el consumo de carburante del buque y por consiguiente 55 aumentar la rentabilidad del buque. Así se puede seleccionar el curso del buque en mar abierto según la dirección del viento, a fin de alcanzar el objetivo de la marcha con una fuerza de propulsión que se obtenga tanto como sea posible a través de los rotores Magnus y se pueda prescindir tanto como sea posible del accionamiento principal. A este respecto se garantiza simultáneamente, que en situaciones en las que el curso del buque no se puede seleccionar según la dirección del viento, la propulsión del buque se produce, dado que luego se usa completamente 60 el accionamiento principal y están desconectados los rotores Magnus.

Según la invención la unidad de control controla los rotores Magnus en un tercer modo de funcionamiento, de manera que mediante los rotores Magnus se obtiene una propulsión que es menor que la propulsión máxima de los rotores Magnus, en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida por la rotación de los rotores Magnus se aporta por el motor eléctrico. A través de este modo de funcionamiento se eleva la rentabilidad del buque según la invención, dado que en situaciones en las que se pueden usar los rotores Magnus, no obstante, el curso del buque no se puede optimizar respecto a su efecto, aún así se puede realizar un apoyo de la propulsión del buque, si la dirección de incidencia del viento en combinación con el curso dado del buque genera una fuerza de propulsión. De esta manera en este modo de funcionamiento se puede conseguir un apoyo del accionamiento principal mediante los rotores Magnus, de modo que también se puede ahorrar aquí carburante.

Según la invención el buque de carga presenta según la invención además una hélice, que presenta un ángulo de paso ajustable y se acciona por el motor eléctrico. El buque también presenta un motor de combustión interna, que está acoplado con un generador eléctrico para generar energía eléctrica. El buque presenta además una unidad de mando para la prescripción de la propulsión deseada. A este respecto, la propulsión deseada en el primer modo de funcionamiento es la velocidad absoluta o relativa del buque, en el segundo modo de funcionamiento la pendiente de paso de la hélice y en el tercer modo de funcionamiento la potencia absoluta o relativa del motor eléctrico.

A este respecto es ventajoso que la facilidad de manejo del buque según la invención se puede aumentar mediante la previsión de una unidad de mando, en la que según el modo de funcionamiento del buque se pueden efectuar prescripciones diferentes de la propulsión. Por ello esto es ventajoso, ya que en cada modo de funcionamiento se efectúa una valoración adicional de la medida de la propulsión. Así en un proceso de maniobra, p. ej. en un puerto, es ventajoso ajustar la medida del movimiento hacia adelante o hacia atrás mediante la pendiente de paso de la hélice, dado que de este modo se puede controlar muy finamente y con sólo bajo retardo temporal el movimiento hacia adelante y hacia atrás. Por otro lado se puede predeterminar de forma absoluta o relativa la velocidad deseada en alta mar de forma claramente más gráfica para el personal del buque.

Según un aspecto de la invención, la unidad de control obtiene una velocidad del viento, una dirección del viento, un objetivo predeterminado del buque y/o informaciones de navegación de una unidad de navegación. Esto es ventajoso dado que de este modo están a disposición del control del buque las informaciones necesarias para calcular un curso del buque.

Según otro aspecto de la invención, la unidad de control controla la velocidad de giro y/o la dirección de giro de los rotores Magnus en función de la velocidad del viento, la dirección del viento, el curso predeterminado y/o las informaciones de navegación de la unidad de navegación. A este respecto es ventajoso que se pueda conseguir un efecto óptimo de los rotores Magnus para la generación de la propulsión del buque y de este modo reducirse simultáneamente el consumo de carburante del buque.

Según un aspecto de la invención, la unidad de control usa, para la determinación de la velocidad de giro y/o la dirección de giro de los rotores Magnus, curvas características que están previstas en la unidad de control. Mediante el uso de estas curvas características, que pueden estar previstas individualmente para cada rotor Magnus, se puede optimizar la propulsión para cada rotor Magnus individual, dado que se conoce su comportamiento durante la generación de la fuerza de propulsión en función de la velocidad de giro y dirección de giro y velocidad del viento. Estas curvas características se pueden determinar individualmente o también conjuntamente mediante cálculo o mediante mediciones para cada rotor Magnus.

Según otro aspecto de la invención, la unidad de control determina, en función de la velocidad del viento, la dirección del viento, el objetivo predeterminado y/o las informaciones de navegación, un curso en el que es máxima la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus. De este modo se puede maximizar la propulsión generada por los rotores Magnus, dado que el control se orienta esencialmente a las relaciones del viento durante la determinación del curso y lo usa de forma óptima, por lo que el buque según la invención navega a vela tanto como sea posible hacia el objetivo y por consiguiente también se minimiza la propulsión que se genera por el accionamiento principal mediante el consumo de carburante.

Según un aspecto de la invención, la unidad de control controla el buque así a fin de adoptar el curso determinado en el que es máxima la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus. De esta manera se le puede dejar la selección y realización del curso al control, en tanto que éste determina y también realiza un curso óptimo para el uso de la fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus, a fin de siempre reaccionar inmediatamente de este modo a las relaciones del viento variables, en particular a una modificación de la dirección del viento, y optimizar de este modo los ahorros de carburante.

Según otro aspecto de la invención, la unidad de control calcula para cada modo de funcionamiento el consumo del carburante del motor de combustión interna, compara este consumo con el consumo de otro buque comparable respecto a su tamaño y emite el consumo calculado y el resultado de la comparación. De este modo se puede evaluar por el personal del buque o también otros receptores de esta información, que también se puede transmitir mediante transmisión de datos, p. ej. inalámbrica a receptores fuera del buque, la rentabilidad del buque según la invención.

Según otro aspecto de la invención está prevista una pluralidad de motores de combustión interna, que están acoplados respectivamente con un generador eléctrico de una pluralidad de generadores, a fin de generar energía eléctrica. Además, la unidad de control conecta tantos motores de combustión interna de la pluralidad de motores de combustión interna para el aporte de una energía eléctrica requerida de modo que al menos se genere la energía eléctrica requerida por parte de los generadores correspondientes, y desconecta tantos motores de combustión interna de la pluralidad de motores de combustión interna de modo que se minimice el consumo de carburante por parte de los motores de combustión interna. De esta manera se pueden prever varios motores de combustión interna más pequeños en lugar de un único motor de combustión interna grande. Esto es ventajoso dado que en lugar de un funcionamiento del un motor de combustión interna grande se pueden desconectar temporalmente los motores de combustión interna más pequeños según la potencia requerida y por consiguiente cuidarse con respecto a su desgaste. Además, en el caso de un daño o avería de uno de los motores de combustión interna más pequeños, éste se puede desconectar y reparar o sustituir, sin que se limite de este modo el funcionamiento de los motores de combustión interna restantes.

A continuación se explican más en detalle ejemplos de realización y ventajas de la invención en referencia a las siguientes figuras:

- la fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un buque según un primer ejemplo de realización;
- la fig. 2 muestra un diagrama de bloques de un control del buque según el primer ejemplo de realización según la fig. 1;
- la fig. 3 muestra una representación esquemática de un sistema de generación para energía eléctrica;
- la fig. 4 muestra una representación esquemática de otro sistema de generación para energía eléctrica;
- la fig. 5 muestra una vista en perspectiva del buque según el primer ejemplo de realización con partes de control según la fig. 2,
- la fig. 6 muestra una vista de una unidad de mando del buque según el primer ejemplo de realización.
- La fig. 1 muestra una representación esquemática de un buque según un primer ejemplo de realización. A este respecto, el buque presenta un casco que se compone de una zona subacuática 16 y una zona sobre el agua 15. Además, el buque presenta cuatro rotores Magnus 10 o rotores Flettner 10, que están dispuestos en las cuatro esquinas del casco y están configurados preferentemente de forma cilíndrica. Los cuatro rotores Magnus 10 representan en este caso accionamientos accionados por el viento para el buque según la invención. El buque presenta una caseta de cubierta 40 dispuesta en proa con un puente 30. El buque presenta una hélice 50 por debajo del agua. Para una maniobrabilidad mejorada el buque puede presentar igualmente timones de chorro transversal, en donde preferentemente uno está previsto en la popa y uno a dos timones de chorro transversal en la proa. Preferentemente estos timones de chorro transversal están accionados eléctricamente. Los alojamientos, cocina de buque, cuartos de víveres, cámaras de oficiales, etc. están dispuestos en la caseta de cubierta 40. En este caso la caseta de cubierta 40, el puente 30 así como todas las construcciones adicionales por encima de la cubierta de intemperie 14 presenta una forma aerodinámica, a fin de reducir la resistencia al viento. Esto se consigue en particular porque se evitan esencialmente las aristas vivas y construcciones adicionales de arista viva. Para minimizar la resistencia al viento y conseguir una forma aerodinámica se prevén las menos construcciones adicionales posibles.
- La fig. 2 muestra un diagrama de bloques de un control del buque según el primer ejemplo de realización de la fig. 1. Cada uno de los cuatro rotores Magnus 10 presenta un motor M, así como un convertidor U separado. Los convertidores U están conectados con una unidad de control central SE. Un accionamiento diésel DA está conectado con un generador G a fin de generar energía eléctrica. A este respecto, en lugar de un accionamiento diésel DA también puede estar conectado un conjunto de varios accionamientos diésel DA individuales con el

generador G o un número correspondiente de generadores G individuales, que ponen a disposición respectivamente la misma potencia hacia fuera observado como un todo, que un gran accionamiento diésel DA o generador individual correspondientemente. Los convertidores U correspondientes están conectados con el generador G. Además se muestra un accionamiento principal HA, que está conectado igualmente con un motor eléctrico M, que está
 5 conectado de nuevo con un convertidor de frecuencia U separado tanto con la unidad de control SE como también con el generador G. Los cuatro rotores Magnus 10 se pueden controlar en este caso tanto individualmente como también independientemente entre sí.

El control de los rotores Magnus 10 así como del accionamiento principal HA se realiza mediante la unidad de control SE, que a partir de las mediciones de viento actuales (velocidad del viento, dirección del viento) E1, E2, así como mediante las informaciones de velocidad de marcha de consigna y real E3 (así como opcionalmente mediante informaciones de navegación de una unidad de navegación NE) determina la velocidad de giro y dirección de giro correspondiente para el rotor Magnus 10 individual así como el accionamiento principal HA, a fin de conseguir una fuerza de propulsión deseada. La unidad de control SE regula hacia abajo la instalación de accionamiento principal
 10 HA de forma continua, en función de la fuerza de empuje de los cuatro rotores Magnus 10, así como la velocidad del buque actual y el valor de consigna de la velocidad, en tanto que se requiere. Así la potencia de la energía eólica se puede convertir directamente y automáticamente en un ahorro de carburante. Mediante el control independiente de los rotores Magnus 10 se puede controlar el buque también sin accionamiento principal HA. En particular mediante control correspondiente de los rotores Magnus 10 correspondientes se puede conseguir una estabilización del buque
 15 en el caso de una fuerte marejada.

Además se pueden prever uno o varios timones de chorro transversal QSA, a fin de mejorar la maniobrabilidad del buque. En este caso pueden estar previstos un timón de chorro transversal QSA detrás, así como uno a dos timones de chorro transversal QSA delante en el buque. A cada timón de chorro transversal QSA están asociados un motor
 25 M para el accionamiento así como un convertidor U. El convertidor U está conectado de nuevo con la unidad de control central SE y el generador G. Por consiguiente los timones de chorro transversal (sólo se muestra uno en la fig. 2) se pueden usar igualmente para el control del buque, dado que están conectados con la unidad de control central SE (a través del convertidor U). Los timones de chorro transversal QSA se pueden excitar respectivamente individualmente respecto a su velocidad de giro y dirección de giro por la unidad de control central SE. A este
 30 respecto, el control se puede realizar según se describe arriba.

La fig. 3 muestra una representación esquemática de un sistema de generación para energía eléctrica. El sistema de generación según la fig. 3 se puede integrar en el control según la fig. 2. A modo de ejemplo están representados dos accionamientos diésel o motores de combustión interna DA con generadores eléctricos G1, G2 postconectados.
 35 Los gases de escape de los accionamientos diésel DA se evacúan en el tubo de gases de escape 110 y se le suministran a una unidad de postcombustión NV. En esta unidad de postcombustión NV se queman los componentes de los gases de escape todavía no quemados en los accionamientos diésel DA y a través de un intercambiador de calor WT postconectado se retira este calor de combustión, pero también una parte considerable del calor del gas de escape, a éste y se usa para el accionamiento de otro generador G3, que genera energía
 40 eléctrica adicional a partir de este calor. Por consiguiente los accionamientos diésel DA se solicitan correspondientemente menos y su consumo de carburante es correspondientemente menor. Los gases de escape tratados posteriormente se pueden expulsar a continuación a través de una chimenea 112. La energía eléctrica generada por los generadores G1 a G3 se le puede suministrar, según se muestra en la fig. 2, al motor M del accionamiento principal HA a través de una red eléctrica de a bordo. Adicionalmente los convertidores U y los
 45 motores eléctricos M de los rotores Magnus 10 se puede alimentar con energía eléctrica a través la red de a bordo. La red de a bordo se puede usar además para garantizar la alimentación de energía eléctrica del buque.

La fig. 4 muestra una representación esquemática de otro sistema de generación para energía eléctrica. A este respecto, los elementos representados del sistema de generación para energía eléctrica y sus referencias se
 50 corresponden con los de las fig. 3. En esta forma de realización está prevista una turbina de vapor DT alternativamente a la unidad de postcombustión NV y el intercambiador de calor WT. Sin embargo, esta turbina también se puede prever junto con la unidad de postcombustión NV y el intercambiador de calor WT de la fig. 3. A este respecto, los gases de escape de los accionamientos diésel DA se le suministran a la turbina de vapor DT a través del tubo de gases de escape 110. Ésta usa los gases de escape calientes para la generación del vapor de
 55 agua sobrecalentado, con el que se acciona una turbina para la generación de energía eléctrica. Los gases de escape enfriados en la turbina de vapor DT se expulsan luego a través de una chimenea 112. La energía eléctrica así obtenida se alimenta luego en la red de a bordo del buque y se puede poner a disposición así igualmente del accionamiento principal HA, los timones de chorro transversal QSA y/o los motores M de los rotores Magnus 10 así como otros consumidores en la red de a bordo.

60

La fig. 5 muestra una vista en perspectiva del buque según el primer ejemplo de realización con las partes del control según la fig. 2. Están representadas la unidad de control SE para la excitación del accionamiento diésel DA y del generador G. Otros dispositivos del control según la fig. 2 no están representados para la mejora de la disposición clara. La unidad de control SE está conectada con una unidad de mando BE, que puede estar dispuesta p. ej. sobre el puente del buque. A través de esta unidad de mando BE se pueden efectuar entradas a través del personal del buque en la unidad de control SE. La unidad de mando BE puede presentar las posibilidades de entrada, como un teclado o una pantalla táctil. Asimismo pueden estar previstos los botones para el apriete o giro, teclas, interruptores, palancas o similares como medios de entrada. Éstos pueden estar marcados físicamente y/o estar representados virtualmente p. ej. sobre una pantalla táctil. También es posible efectuar entradas a la unidad de control SE mediante entrada de voz, p. ej. a través de un micrófono. Además, mediante la unidad de mando BE también se pueden mostrar y emitir informaciones y mensajes de la unidad de control SE, p. ej. ópticamente sobre elementos de visualización como pantallas o monitores, acústicamente a través de altavoces, etc. como tonos de señales o de aviso o comunicados hablados o también mediante impresoras o plotters como impresión de papel o similares.

15

La fig. 6 muestra una vista de una unidad de mando del buque según el primer ejemplo de realización. Está representado un así denominado telégrafo TG, según se puede usar en buques para la prescripción p. ej. de una velocidad del buque o de un número de revoluciones del accionamiento. A la derecha junto a ello está dispuesto un teclado con una hilera vertical de teclas T1 para la entrada de un modo en el que se pone el buque debido al apriete de esta tecla. A la derecha junto a la hilera vertical de las teclas T1 está dispuesto en paralelo una hilera vertical de indicadores A1, que están asociados a las teclas T1 correspondientes y muestran si la tecla T1 correspondiente se acciona y por consiguiente se selecciona el modo correspondiente. Además, más a la derecha está dispuesta una segunda hilera vertical de teclas T2, a través de cuyo accionamiento se seleccionan un modo de funcionamiento correspondiente de un modo. A este respecto estos modos de funcionamiento representan subfunciones de un modo o también de varios modos. La selección de un modo de funcionamiento a través de las teclas T2 se muestra respectivamente por un indicador integrado en la tecla T2.

20

25

A través de la unidad de mando BE se pueden controlar entre otros las entradas como el curso del buque o el ajuste del timón, la velocidad del buque, el número de revoluciones de la hélice 50 a través del telégrafo TG o entradas como el uso de los timones de chorro transversal QSA, la conexión y desconexión del accionamiento diésel DA y similares a través de las teclas T1 y/o las teclas T2. Entradas de este tipo se pueden efectuar como prescripciones manuales en un modo manual por parte del personal del buque o también se componente de secuencias automáticas del control en distintos modos automáticos del control.

30

35

Para aprovechar las posibilidades del buque según la invención para un funcionamiento económico se requiere un control, que usa de forma óptima las distintas posibilidades de la generación de energía eléctrica, así como su conversión en la fuerza de propulsión del buque. A este respecto los dispositivos representados en las fig. 2 a 4 para la generación de energía eléctrica, así como los dispositivos para la generación de la fuerza de propulsión del buque bajo absorción de energía eléctrica se pueden resumir como sigue:

40

- Dispositivos para la generación de energía eléctrica:

- Accionamiento DA con generador; y
- Unidad de postcombustión NV e intercambiador de calor WT o turbina de vapor DT para gases de escape del accionamiento diésel DA.

45

- Dispositivos para la generación de la fuerza de propulsión del buque bajo absorción de energía eléctrica:

- Accionamiento principal HA, es decir, hélice 50 con motor M y convertidor U;
- Rotor Magnus 10 con motor M y convertidor U.

50

Los timones de chorro transversal QSA con motor M y convertidor U absorben igualmente energía eléctrica, no obstante, generan por ello una fuerza dirigida transversalmente a la dirección de marcha del buque. Dado que esta fuerza transversal no está dirigida hacia la propulsión del buque, los timones de chorro transversal QSA quedan desatendidos en este listado.

55

Para el aprovechamiento de las posibilidades del buque según la invención para un funcionamiento económico se prevé hacer funcionar el buque en distintos modos automatizados. Cada uno de estos modos está previsto para un tipo determinado del funcionamiento del buque. Entre estos modos automatizados se puede conmutar por parte del personal del buque mediante la unidad de mando BE, asimismo entre un modo manual y el modo automatizado. A

60

este respecto, en el caso de una avería también se puede realizar una desconexión automática del modo automatizado por parte del control, de modo que entonces en el modo manual el buque se puede hacer funcionar además de forma segura bajo el control del personal del buque. En todos los modos los desarrollos correspondientes están depositados en el control como secuencias automatizadas.

5

Como un primer modo puede estar previsto un modo de puerto ("*Harbour-Mode*"), en el que el buque se sitúa en un puerto en el muro de muelle, para p. ej. cargarse o descargarse. En este modo de puerto no está prevista ninguna marcha del buque, es decir, el accionamiento principal HA o la hélice 50 y los timones de chorro transversal QSA están apagados. Asimismo los motores de los rotores Magnus 10 están desconectados, dado que no se necesita o se debe generar ninguna fuerza de propulsión. Por consiguiente el modo de puerto está determinado porque el buque no presenta una fuerza de propulsión. Mediante la unidad de control SE se puede hacer funcionar el o un accionamiento diésel DA, a fin de alimentar con energía eléctrica la red de a bordo p. ej. para el funcionamiento de la unidad de control SE misma, la unidad de mando BE, así como la alimentación eléctrica de las cabinas y cocina del buque, grúas propias del buque u otros dispositivos de carga, compuertas del espacio de carga, instalaciones de iluminación, etc. A este respecto, un único accionamiento diésel DA previsto en el buque se puede hacer funcionar con una potencia correspondientemente baja o estar desconectados varios accionamientos diésel DA de una pluralidad de accionamientos diésel DA, mientras que están conectados un accionamiento diésel DA o varios accionamientos diésel DA de una pluralidad de accionamientos diésel DA.

10

15

20

Un segundo modo puede ser un modo de maniobra ("*Maneuver-Mode*"). Éste se usa para maniobrar dentro de un puerto, una esclusa, una atarazana, un río o canal estrecho o similares, es decir, liberar el buque p. ej. del muro de puerto o pared de esclusa o atracar en éstos o mover el buque a una distancia cercana a obstáculos. Para ello junto al accionamiento principal HA o hélice 50 se pueden usar los timones de chorro transversal QSA, si éstos están previstos en el buque. Por ello en el modo de maniobra se pueden hacer funcionar igualmente al menos un accionamiento diésel DA o eventualmente varios accionamientos diésel DA de una pluralidad de accionamientos diésel DA, si los varios accionamientos diésel DA están previstos para la facilitación común de la energía eléctrica requerida en el modo de maniobra. Además, en el modo de maniobra se puede alimentar todos los dispositivos a través de la red de a bordo, que están previstos también en el modo de puerto.

25

30

Como un tercer modo puede estar previsto un modo de río ("*River-Mode*"). Este modo se puede aplicar en aguas más anchas, como un canal ancho, p. ej. el canal del Kiel (*Nord-Ostsee-Kanal*), un río ancho navegable o en aguas próximas a la costa y rutas de navegación. En estas situaciones no está prevista una maniobra lateral, por lo que están desconectados los timones de chorro transversal QSA. Además se puede partir de que en el modo de río se pueden mantener el curso y velocidad del buque a lo largo de intervalos de tiempo más largos, al contrario que en el modo de maniobra, que está marcado por la corta vida de sus acciones de maniobra. Por consiguiente en el modo de río los rotores Magnus 10 se pueden hacer funcionar para obtener una parte de la fuerza de propulsión necesaria a través de éstos y bajar correspondientemente el accionamiento principal HA o la hélice 50. No obstante, en este caso se limita el uso de los rotores Magnus 10, de modo que la fuerza de propulsión generada por los rotores Magnus 10 no sobrepasa una relación determinada respecto a la fuerza de propulsión generada por el accionamiento principal HA. Esto se puede realizar p. ej. a través de una limitación de velocidad de giro de los rotores Magnus 10.

35

40

A este respecto se debe atender a que en este modo de río la maniobrabilidad del buque está claramente limitada por la estrechez del río, del canal o de la ruta de navegación o la cercanía a la costa, a aguas poco profundas u a otras embarcaciones, de modo que el curso del buque no se puede seleccionar a voluntad y orientarse en la dirección del viento para la optimización del efecto Magnus. Por consiguiente en el caso de una dirección de incidencia del viento favorable se puede obtener una parte de la fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10, no obstante, el curso del buque sólo se puede adaptar ligeramente a la dirección del viento. Por ello sólo se puede conseguir parcialmente una fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10, que descarga el accionamiento principal HA o la hélice 50 y reduce de este modo el consumo de energía del accionamiento diésel DA. Si se puede obtener una parte de la fuerza de propulsión de los rotores Magnus 10, entonces el único accionamiento diésel DA se puede hacer funcionar con una potencia correspondientemente menor o se pueden desconectar algunos accionamientos diésel DA de una pluralidad de accionamientos diésel DA y hacerse funcionar algunos accionamientos diésel DA de la pluralidad de accionamientos diésel DA para la facilitación de una potencia conjunta menor.

45

50

55

Además, en este tercer modo de río también se puede usar la unidad de postcombustión NV y el intercambiador de calor WT o la turbina de vapor DT para el uso de los gases de escape del accionamiento diésel DA, dado que sólo en el caso de un funcionamiento continuo del accionamiento diésel DA, es decir, en un estado de funcionamiento estacionario, merece la pena el coste del arranque y funcionamiento de la unidad de postcombustión NV y el

60

intercambiador de calor WT o la turbina de vapor DT y genera más energía eléctrica de la que se requiere para el arranque y funcionamiento mismo.

Otro cuarto modo se designa como modo de mar ("*Sea-Mode*"). Éste está previsto para la marcha en alta mar, es decir, como marcha libre sin obstáculos alrededor de los que se deba navegar. En este cuarto modo de mar se puede usar óptimamente la generación de la fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10, dado que el curso del buque se puede orientar en la dirección de incidencia del viento, es decir, que mediante la elección del curso del viaje se puede conseguir una dirección de incidencia del viento transversalmente a la dirección longitudinal del buque para la optimización de la fuerza de propulsión a partir de los rotores Magnus 10. Para la consecución de una fuerza de propulsión óptima, provocada por los rotores Magnus 10, los rotores Magnus 10 se accionan en este cuarto modo de mar con toda su velocidad de giro. Además, debido a las relaciones de accionamiento estacionarias se puede hacer funcionar la unidad de postcombustión NV y el intercambiador de calor WT o la turbina de vapor DT para el uso de los gases de escape del accionamiento diésel DA con toda su capacidad de potencia. De este modo, en este cuarto modo de mar con relaciones del viento correspondientemente apropiadas es posible bajar la potencia del accionamiento diésel DA o desconectar un número correspondiente de accionamientos diésel DA de la pluralidad de accionamientos diésel DA y de este modo ahorrar carburante en la medida en que se puede obtener la fuerza de propulsión deseada de los rotores Magnus 10. A partir de la potencia restante del accionamiento diésel DA o de los accionamientos diésel DA se puede obtener además energía eléctrica mediante la unidad de postcombustión NV y del intercambiador de calor WT o de la turbina de vapor DT. Los timones de chorro transversal QSA están desconectados en este modo.

En este cuarto modo de mar el curso se puede determinar esencialmente libremente. A este respecto se pueden observar evidentemente otras embarcaciones. Pero en un reconocimiento temprano de estos otros usuarios de tráfico, así como en el caso del conocimiento de la región marítima se puede aplicar ya de forma temprana un curso que excluye las colisiones de forma segura y por tanto permite una selección libre del curso que se orienta a las relaciones de viento predominantes. Así este curso casi libremente seleccionable se puede usar para una optimización del comportamiento de funcionamiento desde distintos puntos de vista:

- Modo de funcionamiento para la optimización del ahorro de tiempo ("*Time-Safe-Mode*")

En este caso tiene la máxima prioridad en la elección del curso el alcanzar lo más rápidamente posible el puerto objetivo. Por ello se selecciona un recorrido lo más directo posible hacia el puerto objetivo y alcanza la velocidad deseada de forma decisiva con el accionamiento principal HA o la hélice 50. Se produce un apoyo de la fuerza de propulsión mediante el funcionamiento de los rotores Magnus 10, si con el curso predeterminado se produce una fuerza de propulsión debido a la dirección del viento. Sin embargo, no se realiza expresamente una orientación del curso para la consecución de una fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10. En otras palabras, en este modo de funcionamiento del modo de mar el curso se determina como en un buque convencional en virtud de la brevedad del recorrido y entonces se consigue un apoyo de la fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10 sólo si esto se produce al azar a partir de la dirección del viento en combinación con el curso predeterminado del buque.

- Modo de funcionamiento para la optimización de los costes ("*Cost-Safe-Mode*")

En este modo de funcionamiento la orientación y cálculo del curso se realiza de manera que los costes de funcionamiento se comparan con los costes de plazo. Entre los costes de funcionamiento cuentan entre otros el consumido de carburante de los accionamientos diésel DA. Así se predetermina un curso de manera que p. ej. se puede respetar un plazo de forma segura, es decir, que el puerto objetivo se alcanza puntualmente, no obstante, simultáneamente se aprovecha el tiempo restante para ello mediante una adaptación de la velocidad o una optimización del uso de la fuerza de propulsión mediante los rotores Magnus 10. En otras palabras no se circula más rápido de lo necesario, a fin de bajar el consumo de carburante y por ello alcanzar puntualmente el objetivo para la prevención de una penalización por plazo o similares.

- Modo de funcionamiento para la optimización del consumo de carburante ("*Fuel-Safe-Mode*")

En este modo de funcionamiento del modo de mar se optimiza el curso mediante el control, de manera que la fuerza de propulsión se genera en la medida de lo posible mediante los rotores Magnus 10 y el accionamiento diésel DA se puede bajar ampliamente, por lo que se puede conseguir un ahorro de carburante lo mayor posible. En este modo de funcionamiento el curso se orienta por ello, en tanto que lo permite el puerto objetivo, la región marítima y el tráfico de navegación, con la dirección del viento, a fin de conseguir siempre una dirección de incidencia del viento transversalmente, es decir, transversalmente a la dirección del buque, con lo que el efecto Magnus es mayor. En

otras palabras el buque navega en este modo de funcionamiento tanto como sea posible mediante los rotores Magnus 10 con un viento lo más transversalmente posible hacia el puerto objetivo.

5 Dado que sin una necesidad especial de alcanzar lo más rápido posible el puerto objetivo se parte de que en caso de duda se debe optimizar el modo de funcionamiento del buque respecto a la reducción del consumo de carburante, en el cuarto modo de mar puede estar previsto el modo de funcionamiento para la optimización del consumo de carburante ("*Fuel-Safe-Mode*") como ajuste estándar en cuanto se selecciona el cuarto modo de mar.

10 En todos los modos arriba mencionado, en los que se hacen funcionar los rotores Magnus 10, la dirección del viento y la velocidad del viento se determinan por el control y se recurre para el funcionamiento de los rotores Magnus 10 con vistas a la determinación de la dirección del viento y velocidad del viento, según se explica en referencia a la fig. 2. Además, a este respecto mediante la unidad de mando BE, por parte del personal del buque según el modo se predetermina la potencia del accionamiento principal o la velocidad deseada del buque, que se engloba mediante el control en la determinación de la dirección de giro y velocidad de giro de los rotores Magnus 10. Para los rotores
15 Magnus 10 están previstas respectivamente las curvas de potencia en la unidad de control SE, que se usan durante la determinación de la velocidad del viento así como potencia o velocidad deseada. Para ello se pueden usar asimismo las curvas de potencia calculadas teóricas, como curvas de potencia que se han determinado por las mediciones p. ej. en trayectos de medición especiales.

20 La conmutación entre estos cuatro modos se puede realizar a través de la unidad de control BE. A través de esta unidad de mando BE se pueden efectuar además prescripciones por parte del personal del buque, que pueden resultar diferentes según el modo seleccionado. Así a través de una así denominada palanca de marcha o también telégrafos de máquina se puede ajustar, p. ej. en el primer modo de puerto, directamente el ángulo de paso de la hélice 50, para maniobrar el buque mediante el accionamiento principal HA.

25 En el segundo modo de maniobra se puede predeterminar a través de la palanca de macha directamente la pendiente de la hélice 50. De este modo en el accionamiento principal HA giratorio con velocidad de giro y dirección de giro constante se puede predeterminar directamente la fuerza de propulsión así como la dirección de marcha del buque, es decir, hacia adelante o hacia atrás, a través de la unidad de mando BE mediante la modificación de la pendiente de paso.
30

En el tercer modo de río se puede predeterminar directamente una potencia del accionamiento principal HA o de la hélice 50 a través de la palanca de marcha de la unidad de mando BE, la cual se debe mantener por el control. A este respecto se le puede dejar al control como se alcanza esta potencia, es decir, qué potencia se puede alcanzar
35 mediante los rotores Magnus 10 y qué potencia restante se debe aplicar adicionalmente por el accionamiento diésel DA o la pluralidad de accionamientos diésel DA. Así p. ej. se puede predeterminar una potencia del accionamiento principal HA o de la hélice 50 de 2.000 kW.

40 En el cuarto modo de mar a través de la palanca de marcha de la unidad de mando BE se puede predeterminar la velocidad del buque como valor absoluto o también de forma relativa respecto a la velocidad máxima del buque. El control puede optimizar entonces el curso del buque y la dirección de giro y velocidad de giro de los rotores Magnus 10, de modo que la velocidad predeterminada se consigue con un uso lo más bajo posible del accionamiento diésel DA o de un número lo más bajo posible de los accionamientos diésel DA de la pluralidad de accionamientos diésel DA. Como entrada puede estar predeterminada p. ej. una velocidad del 75%, lo que se puede corresponder con una
45 velocidad absoluta del 16 kn.

Mediante la unidad de mando BE según el modo también se pueden poner a disposición del personal del buque distintas informaciones. Así siempre se puede realizar una emisión, de debido a qué entradas el control ha seleccionado actualmente un modo y/o un modo de funcionamiento o qué modo y/o qué modo de funcionamiento
50 han sido ajustados por el personal del buque. Los valores medidos se pueden mostrar como p. ej. la dirección del viento o la velocidad del viento, que según la fig. 2 llegan como valores de medición E1 y E2 a la unidad de control SE, o también velocidad de marcha de consigna o real E3 así como opcionalmente las informaciones de navegación de una unidad de navegación NE.

55 Para la evaluación de la rentabilidad del funcionamiento del buque también se puede realizar, p. ej. diariamente una vez a las 00.00h, un cálculo automatizado del consumo de carburante del día pasado u otro intervalo de tiempo predeterminado o ajustable. A este respecto, el consumo del buque según la invención se puede evaluar en relación a buques comparables, p. ej. mediante tablas de referencias depositadas en el control de valores promedio del consumo de carburante de estos buques, a fin de obtener así el carburante ahorrado por el buque según la
60 invención para el día pasado u otro intervalo de tiempo en comparación a los buques convencionales de tamaño

comparable.

La idea de la invención se refiere al uso de los rotores Magnus 10 y la hélice 50 o el accionamiento principal HA en una combinación de modo que el accionamiento principal HA deba aportar con un viento no suficiente sólo la diferencia de la potencia que no se puede suministrar por los rotores Magnus 10. Está previsto accionar el buque básicamente con los rotores Magnus 10 y usar la hélice 50 o el accionamiento principal HA sólo para la compleción en el caso de condiciones de viento no suficiente. Los rotores Magnus están diseñados a este respecto de manera que mediante su funcionamiento se consigue la potencia siguiente (aproximadamente 6000 kW) como a través de la hélice. En el caso de viento suficiente se puede realizar por consiguiente el accionamiento del buque completamente por los rotores Magnus 10. Esto se consigue, por ejemplo, en una velocidad del viento de 12 a 14 metros por segundo, de modo que la hélice 50 o el accionamiento principal HA se puede desconectar, dado que ya no se necesita más para la propulsión del buque.

Un control del accionamiento principal HA se realiza por consiguiente de manera que los rotores Magnus 10 generan la potencia máxima o aproximadamente la potencia máxima. Un control de la potencia de los rotores Magnus conduce por consiguiente directamente a un ahorro de carburante, dado que para el accionamiento eléctrico no se debe generar una energía adicional mediante el accionamiento principal HA. El ahorro de carburante se produce por consiguiente sin que se necesite una adaptación entre una hélice 50 o accionamiento principal HA accionado por un motor de combustión así como el control de los rotores Magnus 10.

20

REIVINDICACIONES

1. Buque de carga, con
- 5 una pluralidad de rotores Magnus (10), en donde a cada uno de la pluralidad de rotores Magnus (10) está asociado un motor eléctrico (M) excitable individualmente para el giro del rotor Magnus (10), en donde a cada motor eléctrico (M) está asociado un convertidor (U), a fin de controlar la velocidad de giro y/o la dirección de giro del motor eléctrico (M),
- 10 una unidad de control central (SE), que está conectada con los convertidores (U), para el control de los convertidores (U) individuales, a fin de controlar la velocidad de giro y/o la dirección de giro de los rotores Magnus (10) respectivamente de forma independiente de los otros rotores Magnus (10),
- un motor eléctrico como accionamiento principal (HA) del buque, en donde al motor eléctrico (HA) está asociado un
- 15 convertidor (U) para el control del motor eléctrico (HA),
- en donde la unidad de control (SE)
- en un primer modo de funcionamiento excita los rotores Magnus (10) de manera que se obtiene una propulsión
- 20 máxima, en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10) se aporta por el motor eléctrico (HA),
- en un segundo modo de funcionamiento desconecta los rotores Magnus (10) y la propulsión deseada se aporta por el motor eléctrico (HA), y
- 25 en un tercer modo de funcionamiento excita los rotores Magnus (10) de manera que mediante los rotores Magnus (10) se obtiene una propulsión que es menor que la propulsión máxima de los rotores Magnus (10), en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10) se aporta por el motor eléctrico (HA), y
- 30 una hélice (50), que presenta un ángulo de paso ajustable y se acciona mediante el motor eléctrico (HA),
- un motor de combustión interna (DA), que está acoplado con un generador eléctrico (G1, G2), a fin de generar energía eléctrica, y
- 35 una unidad de mando (BE) para la prescripción de la propulsión deseada,
- en donde en el primer modo de funcionamiento la propulsión deseada es la velocidad absoluta o relativa del buque,
- 40 en donde en el segundo modo de funcionamiento la propulsión deseada se puede ajustar a través de la pendiente de paso del ángulo de paso de la hélice (50), y
- en donde en el tercer modo de funcionamiento la propulsión deseada es la potencia absoluta o relativa del motor eléctrico (HA).
- 45
2. Buque de carga, según la reivindicación 1,
- en donde la unidad de control (SE) obtiene
- una velocidad del viento (E1), y/o
- 50 una dirección del viento (E2), y/o
- un objetivo predeterminado del buque, y/o
- informaciones de navegación de una unidad de navegación (NE).
3. Buque de carga, según la reivindicación 2,
- 55 en donde la unidad de control (SE) controla la velocidad de giro y/o la dirección de giro de los rotores Magnus (10) en función de la velocidad del viento (E1), la dirección del viento (E2), el curso predeterminado y/o las informaciones de navegación de la unidad de navegación (NE).
- 60 4. Buque de carga, según la reivindicación 3,

en donde la unidad de control (SE) usa, para la determinación de la velocidad de giro y/o la dirección de giro, curvas características que están previstas en la unidad de control (SE).

5 5. Buque de carga, según la reivindicación 2 a 4,

en donde la unidad de control (SE) determina, en función de la velocidad del viento (E1), la dirección del viento (E2), el objetivo predeterminado y/o las informaciones de navegación, un curso en el que es máxima la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10).

10

6. Buque de carga, según la reivindicación 5,

en donde la unidad de control (SE) controla el buque a fin de adoptar un curso determinado, en el que es máxima la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10).

15

7. Buque de carga, según una de las reivindicaciones anteriores,

en donde la unidad de control (SE) calcula para cada modo de funcionamiento el consumo de carburante del motor de combustión interna (DA), compara este consumo con el consumo de otros buques comparables respecto a su tamaño, y emite el consumo calculado y el resultado de la comparación.

20

8. Buque de carga, según una de las reivindicaciones anteriores,

en donde está prevista una pluralidad de motores de combustión interna (D), que están acoplados respectivamente con un generador eléctrico (G) de una pluralidad de generadores (G), a fin de generar energía eléctrica, en donde la unidad de control (SE) conecta, para el aporte de una energía eléctrica requerida, tantos motores de combustión interna (DA) de la pluralidad de motores de combustión interna (DA), de modo que la energía eléctrica requerida al menos se genera por los generadores (G) correspondientes, y desconecta tantos motores de combustión interna (DA) de la pluralidad de motores de combustión interna (DA), de modo que se minimiza el consumo del carburante mediante los motores de combustión interna (DA).

30

9. Procedimiento para el funcionamiento de un buque de carga, con una pluralidad de rotores Magnus (10), en donde a cada uno de la pluralidad de rotores Magnus (10) está asociado un motor eléctrico (M) excitable individualmente para el giro del rotor Magnus (10), en donde a cada motor eléctrico (M) está asociado un convertidor (U), a fin de controlar la velocidad de giro y/o la dirección de giro del motor eléctrico (M), una unidad de control central (SE), que está conectada con los convertidores (U), para el control de los convertidores (U) individuales, a fin de controlar la velocidad de giro y/o la dirección de giro de los rotores Magnus (10) respectivamente de forma independiente de los otros rotores Magnus (10), y un motor eléctrico como accionamiento principal (HA) del buque, en donde al motor eléctrico (HA) está asociado un convertidor (U) para el control del motor eléctrico (HA), en donde el procedimiento presenta las etapas:

35

en un primer modo de funcionamiento, excitación de los rotores Magnus (10), de manera que se obtiene una propulsión máxima, en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10) se aporta mediante el motor eléctrico (HA),

45

en un segundo modo de funcionamiento, desconexión de los rotores Magnus (10) y excitación del motor eléctrico (HA), de manera que la propulsión deseada se aporta por el motor eléctrico (HA), y

en un tercer modo de funcionamiento excita los rotores Magnus (10), de manera que mediante los rotores Magnus (10) se obtiene una propulsión que es menor que la propulsión máxima de los rotores Magnus (10), en donde la diferencia de la propulsión deseada y la propulsión obtenida gracias a la rotación de los rotores Magnus (10) se aporta por el motor eléctrico (HA),

50

en donde el buque de carga presenta una hélice (50), que se acciona mediante el motor eléctrico (HA),

55

un motor de combustión interna (DA), que está acoplado con un generador eléctrico (G1, G2), a fin de generar energía eléctrica, y

una unidad de mando (BE) para la prescripción de la propulsión deseada,

60

en donde en el primer modo de funcionamiento la propulsión deseada es la velocidad absoluta o relativa del buque,

en donde en el segundo modo de funcionamiento la propulsión deseada se puede ajustar a través de la pendiente de paso del ángulo de paso de la hélice (50), y

5

en donde en el tercer modo de funcionamiento la propulsión es la potencia absoluta o relativa del motor eléctrico (HA).

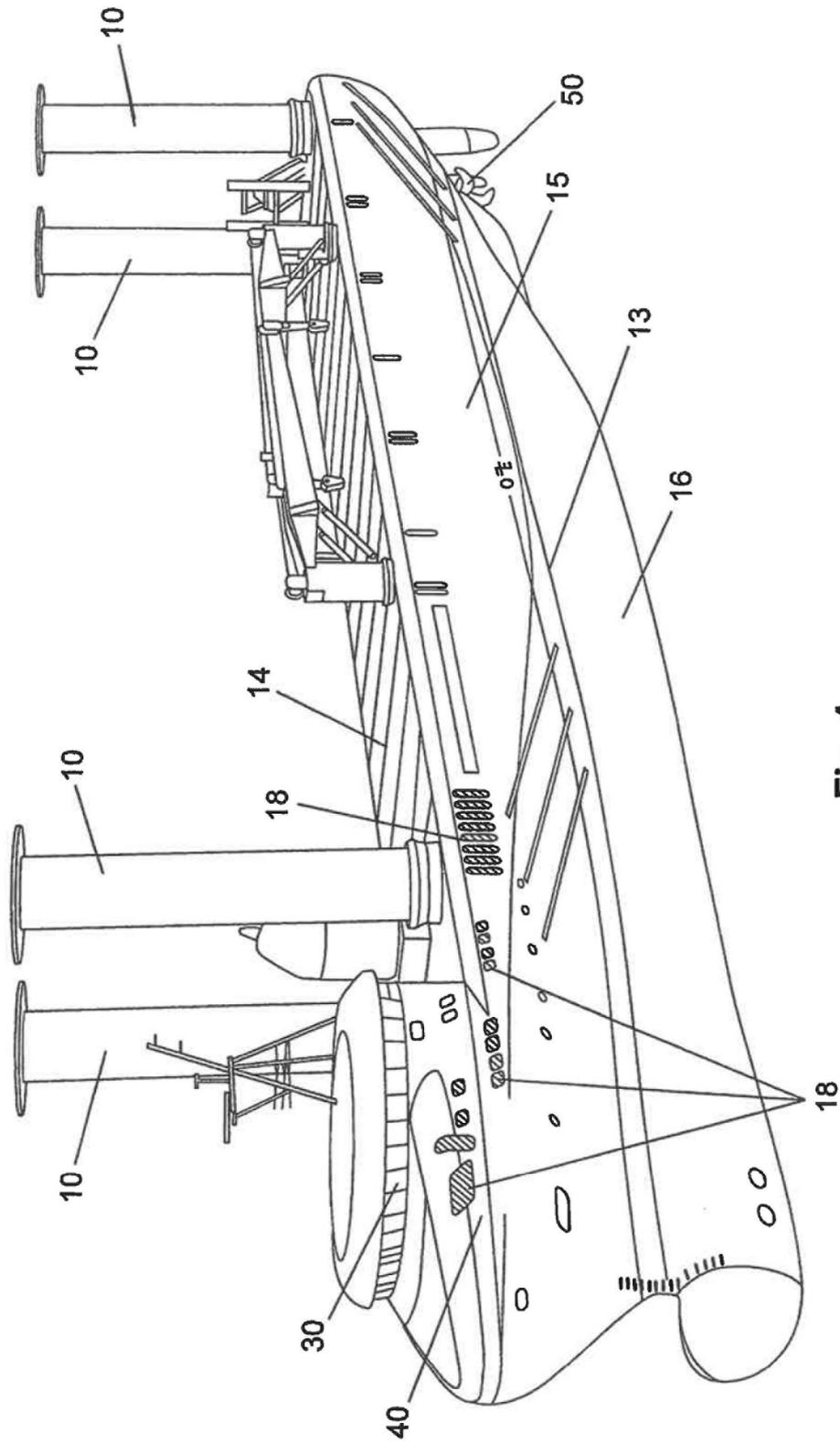


Fig. 1

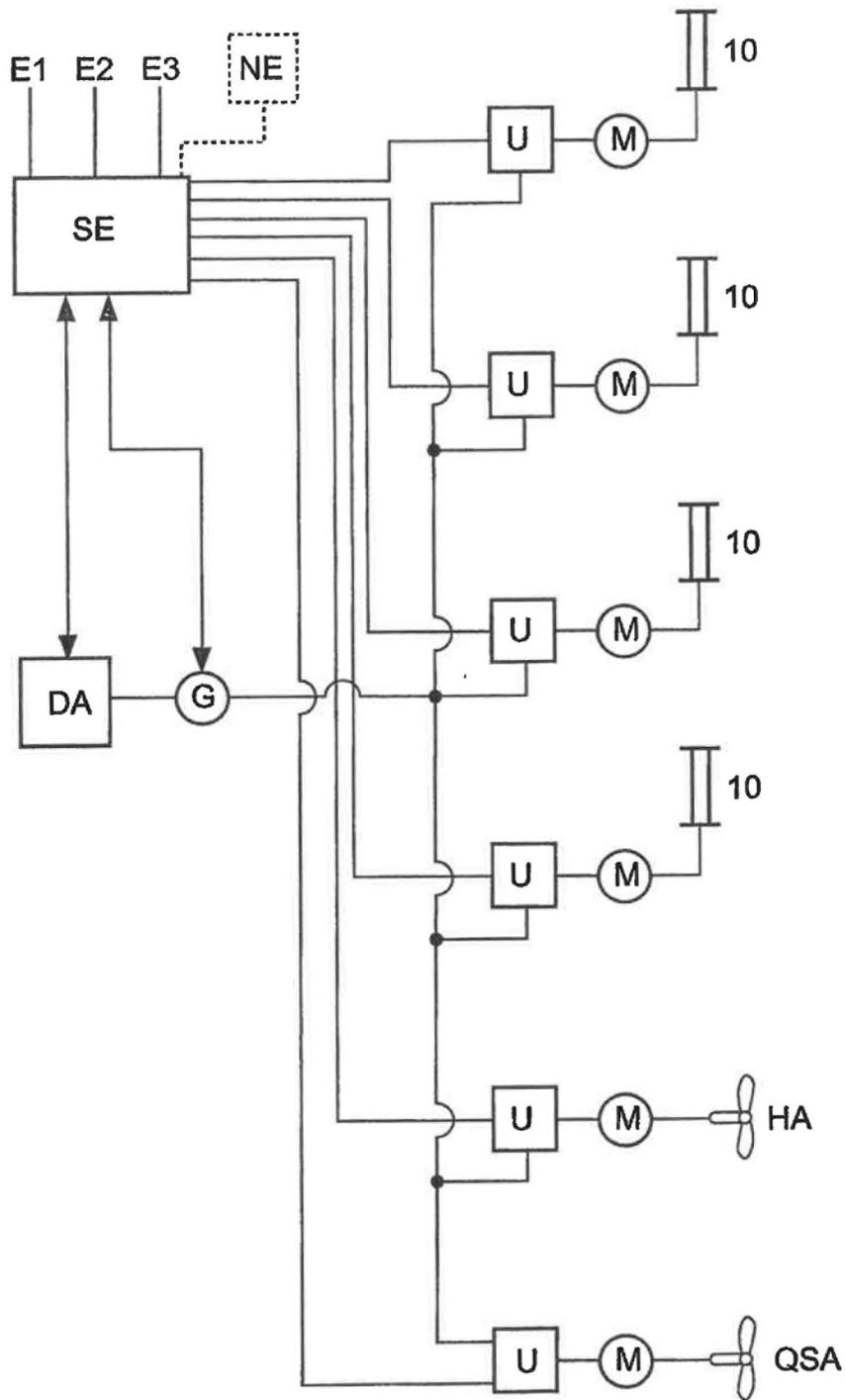


Fig. 2

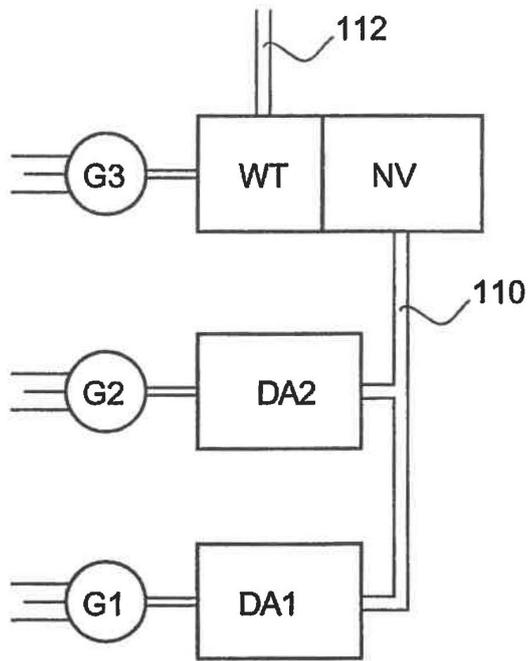


Fig. 3

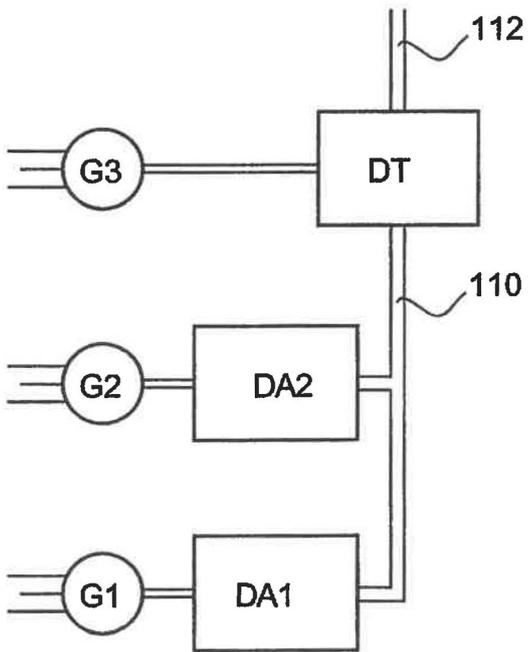


Fig. 4

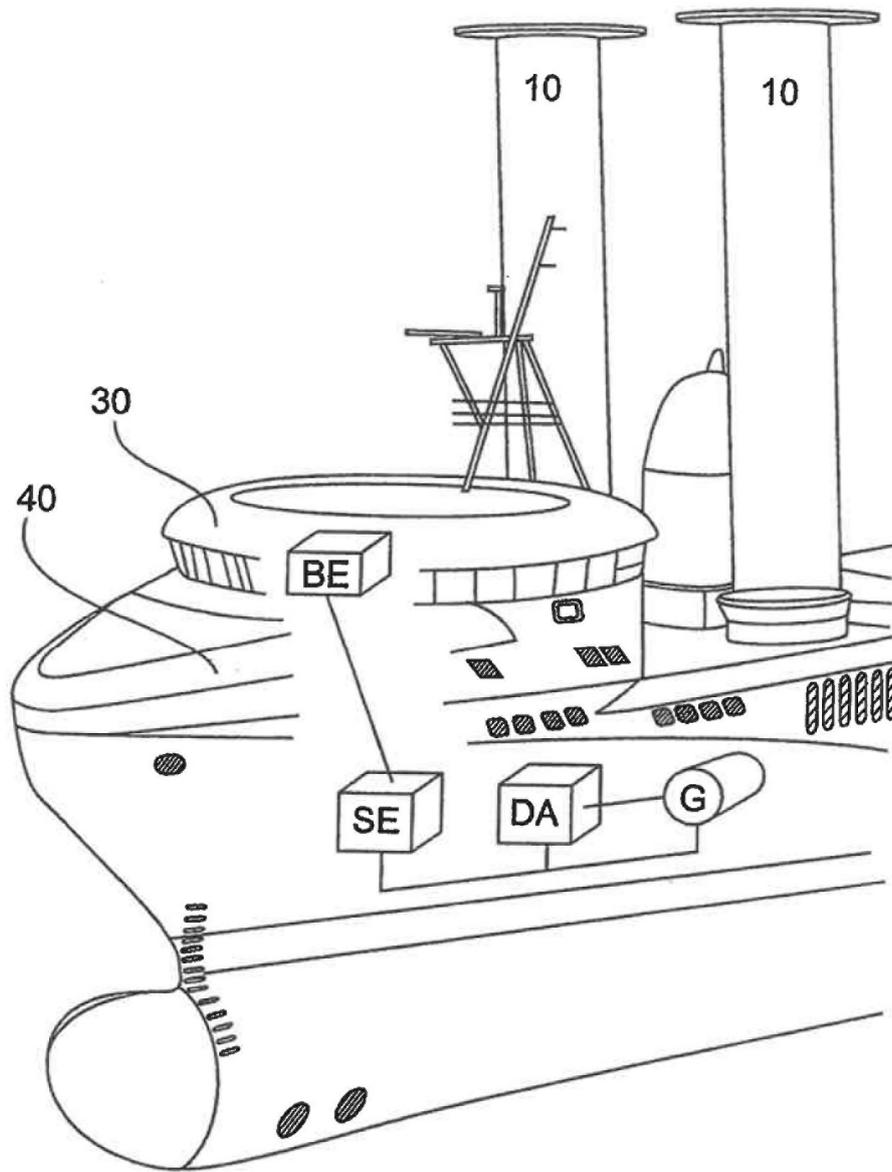


Fig. 5

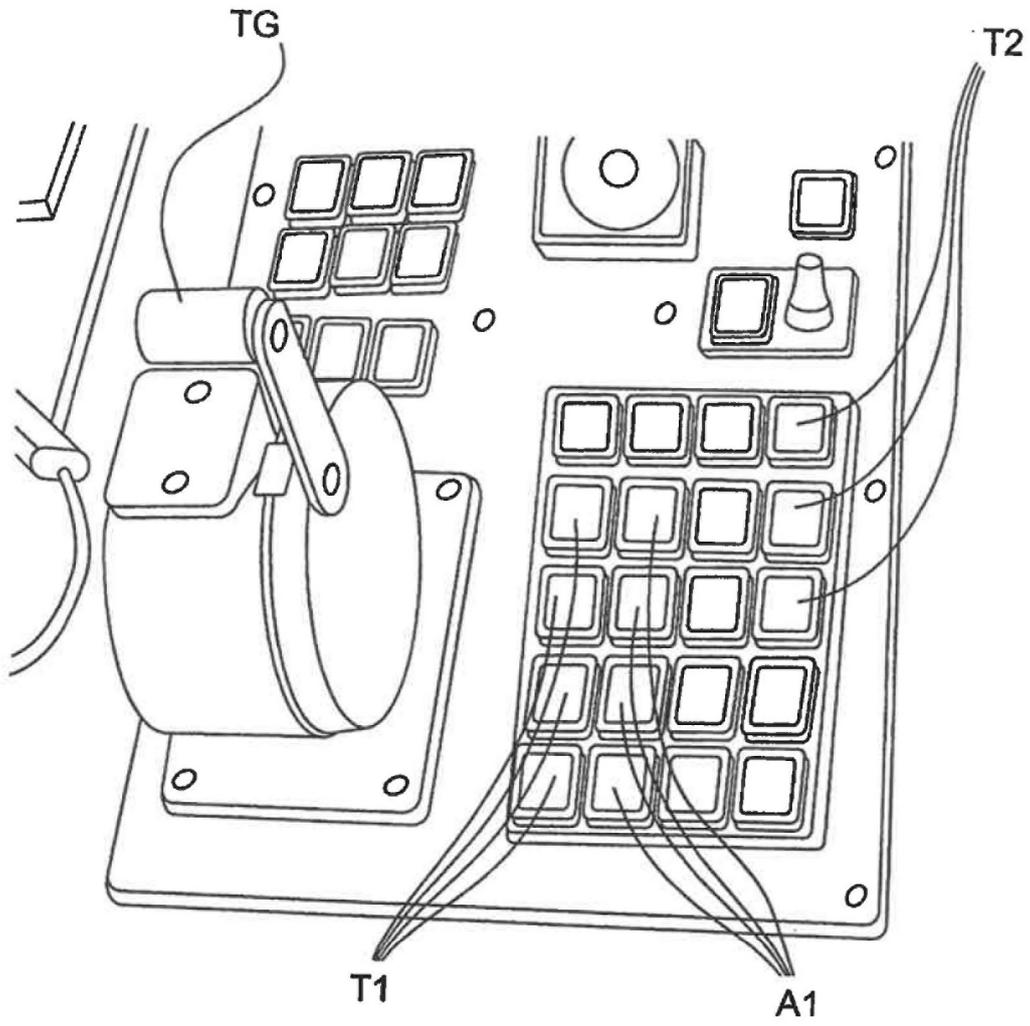


Fig. 6