

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 845**

51 Int. Cl.:

**B63H 23/24** (2006.01)

**B60L 11/02** (2006.01)

**H02K 21/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2004 E 04775037 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 1663775**

54 Título: **Sistema de propulsión para buques**

30 Prioridad:

**02.09.2003 NO 20033876**

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

**04.06.2013**

73 Titular/es:

**INPOWER AS (100.0%)  
Kongens Plass 5  
6509 Kristiansund , NO**

72 Inventor/es:

**SANDÖY, NORMANN y  
VAARDAL, REIDAR**

74 Agente/Representante:

**TRULLOLS DURÁN, María Del Carmen**

**ES 2 405 845 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 para buques

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de propulsión tal como se indica en la parte introductoria de la reivindicación 1, destinado a la propulsión (propulsión y posicionamiento) de buques y otras estructuras marinas móviles.

## ANTECEDENTES

- 10 La propulsión diésel-eléctrica ha sido popular durante un tiempo, en particular para los buques en alta mar. Uno de los motivos de ello es que la instalación de la maquinaria es flexible y permite disponer la carga y las herramientas donde se pretenda.

- 15 Se han realizado múltiples propuestas para la electropropulsión de los buques. Por ejemplo, se conoce la conexión de diversos generadores en paralelo para el suministro a una red de alimentación. Ello permite disponer unidades más pequeñas en los espacios libres del buque, pero aumenta los costes iniciales. Los motores de propulsión se han conectado a esta red de alimentación a través de convertidores electrónicos, lo que permite el control de la velocidad de rotación. La alternativa a ello es utilizar un engranaje mecánico entre el motor de propulsión y la hélice.  
20 Ambas alternativas aumentan los costes iniciales y reducen la eficiencia energética. Además, dicho equipo requiere mantenimiento e implica un riesgo de fallos.

- Se conoce asimismo la instalación de un generador más grande en una máquina motriz. Si este se conecta a una red de alimentación con una frecuencia fija, la máquina motriz debe funcionar con una velocidad de rotación elevada, independientemente de la carga.  
25

- Para controlar la velocidad de rotación mediante una red de alimentación de frecuencia fija, se necesita una electrónica de potencia que pueda alimentar el motor de propulsión tanto con una amplitud variable como con una frecuencia variable. Dicha instalación proporciona un buen control del par de torsión y un control eficiente de la hélice, pero representa un aumento de la inversión. Además, las pérdidas en el convertidor son importantes. Los problemas con la resonancia armónica de la red requieren tomar medidas que aumentan los costes con los generadores y la propia red.  
30

- Una desventaja adicional radica en el aumento de los gastos de combustible, en particular cuando se utiliza un motor diésel que debe funcionar con una velocidad de rotación fija elevada. Ello ha provocado que el sistema de propulsión diésel-eléctrica tradicional con electrónica de potencia, a pesar de sus cualidades favorables de control, no pueda competir con los motores diésel tradicionales de funcionamiento directo cuando se tiene en cuenta el ahorro de combustible.  
35

- 40 El documento alemán publicado 1 932 929 (Siemens 1971) da a conocer cómo conectar un generador síncrono, que se acciona mediante un motor de combustión, a dos motores síncronos, uno directamente y el otro mediante un regulador eléctrico de la velocidad. Esta solución no es apta para instalaciones en las que un generador debe accionar un único motor.

- 45 La solicitud PCT WO 03/047963 (Siemens 2003) da a conocer un generador síncrono accionado mediante una turbina de combustión interna, en el que se requiere un sistema de control extenso para conectar la turbina de combustión interna directamente al generador. Esta instalación no proporciona una solución sencilla a la interconexión de un generador y un motor de propulsión para una hélice.

- 50 La solicitud de patente japonesa 62079764 (Yokogawa Electric Corp. 1988) da a conocer una unidad generador-motor para accionar una hélice de un buque, en la que se conecta un circuito de control entre el generador y el motor, para controlar la velocidad de rotación. Ello requiere una unidad adicional, lo que aumenta el coste.

- 55 Los dispositivos según las características del preámbulo de la reivindicación se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos WO 03/047961 y JP 63247197.

## OBJETIVO

- 60 El objeto principal de la presente invención es proporcionar una instalación de propulsión que reduzca la inversión, los requisitos de espacio, los gastos de mantenimiento, los gastos de funcionamiento y el riesgo de fallos durante su utilización. Simultáneamente, se pretende la posibilidad de variar la velocidad de rotación de la hélice dentro de un cierto intervalo, así como su dirección de rotación.

**LA INVENCION**

5 La presente invención se describe en la reivindicación 1. Comprende una máquina motriz para accionar un generador eléctrico, que se conecta además a un motor eléctrico con conexión a una hélice o dispositivo de propulsión similar. El generador y el motor de propulsión son máquinas síncronas de imanes permanentes sustancialmente con las mismas características de funcionamiento. Se conectan directamente entre sí con una conexión eléctrica rígida.

10 Se propone utilizar un motor multipolar de movimiento lento con imanes permanentes. De este modo, se puede evitar la necesidad de engranajes. Para controlar la velocidad de rotación, el motor de propulsión se conecta directamente a un generador de frecuencia variable. Se alcanza la variación de la frecuencia del generador alterando la velocidad de rotación de la máquina motriz, por ejemplo, un motor diésel.

15 De este modo puede cambiarse la velocidad de rotación de la hélice sin utilizar la electrónica de potencia y reducirse sin engranajes. Ello disminuye la inversión y asimismo la necesidad de espacio. La ventaja más importante, en algunos casos, será el ahorro en el consumo de combustible. Ello se aplica especialmente a los buques que a menudo se mueven con una velocidad reducida y con requisitos alternos de potencia para la hélice, tales como los arrastreros y otros barcos de pesca, los buques nodriza y los remolcadores.

20 La presente invención permite reducir la velocidad de rotación del motor diésel mediante la utilización de un motor de propulsión con un número superior de polos que el generador, de tal modo que se proporciona una transmisión sin pérdidas.

25 Debido a que el generador es una máquina síncrona, la frecuencia de la salida de corriente y tensión del generador se determina por la velocidad de rotación del generador, es decir, el motor diésel. El motor girará sincrónicamente con el generador. Ello significa que se puede controlar la velocidad de rotación de la hélice con la velocidad de rotación del motor. Al presentar el motor y el generador unos números distintos de polos, se puede alterar la velocidad de rotación de la hélice mediante un "engranaje eléctrico".

30 La salida será una función de tercer grado de la velocidad de rotación, ya que el par de torsión es una función de segundo grado de la velocidad de rotación. Por lo tanto, la salida suministrada al eje de la hélice se puede controlar sin utilizar convertidores electrónicos de potencia. Ello resulta ventajoso para los buques y los modos de funcionamiento, con requisitos alternos de salida. Este puede ser el caso de los barcos de pesca, buques nodriza, remolcadores, etc.

35 Las características adicionales de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de las reivindicaciones subordinadas y de la descripción del ejemplo siguiente.

**EJEMPLO**

40 La presente invención se describirá a continuación haciendo referencia a los dibujos, en los que

45 la figura 1 ilustra esquemáticamente una instalación para la propulsión de un buque, que comprende una forma de realización de la presente invención, mientras que las figuras 2 y 3 representan unas formas de realización alternativas.

50 La figura 1 representa un motor de propulsión 11 destinado a accionar una hélice 12, que se conecta directamente al motor o, posiblemente, en un eje intermedio empotrado. El motor de propulsión 11 se alimenta a partir de una conexión trifásica 13 procedente de un generador 14. Desde la conexión trifásica 13, la corriente se bifurca hacia una red de consumo 15, a través de un convertidor de frecuencia 16. La red de consumo 15 puede comprender el equipo habitual de consumo eléctrico del barco, tal como el utilizado en el funcionamiento de buques nodriza o los arrastreros factoría. El convertidor de frecuencia 16 puede ser un grupo motor-generador con la electrónica de potencia.

55 El generador 14 se acciona mediante una máquina motriz 17, que puede ser cualquier motor de combustión de velocidad ajustable, tal como una turbina de gas o un motor diésel.

60 El generador 14 es una máquina síncrona de imanes permanentes. Puede presentar una velocidad de rotación relativamente elevada y pocos polos. Ello permite realizar devanados amortiguadores. En su punto óptimo de funcionamiento, dicho generador presentará una eficiencia superior a una máquina sincrónica con devanados inductores.

65 Dicho generador magnetizado permanentemente puede presentar, por ejemplo, seis polos. Tendrá un rendimiento de 50 Hz a 1000 rpm.

En el ejemplo, el motor de propulsión 11 se construye con un número de polos superior, por ejemplo 24, de tal modo que se realiza un engranaje reductor de la velocidad de rotación de la máquina motriz 17. Con dichas dimensiones, se reduce la rotación del motor sin pérdidas en 4:1. El generador 14 y el motor de propulsión 11 presentan principalmente las mismas características de funcionamiento.

5 Resulta asimismo posible utilizar un motor síncrono con devanados inductores, pero ello será menos eficiente y requerirá una corriente magnetizante y, de este modo, una corriente de entrada auxiliar.

10 Cuando se pone en funcionamiento un generador síncrono con imanes permanentes, la tensión aumentará con la velocidad de rotación. Ello significa que la tensión será superior a la tensión nominal, a la velocidad nominal de rotación, cuando el generador no esté cargado.

15 Un motor síncrono magnetizado permanentemente con un número elevado de polos no se puede poner normalmente en marcha cuando está conectado directamente a un generador en funcionamiento. Para tratar dicha situación, el motor propulsor 11 puede presentar devanados amortiguadores, lo que le proporciona unas características asíncronas en la fase de arranque. El par de torsión inferior que ello implica no tendrá un efecto particularmente negativo en la propulsión de la hélice. Puesto que la salida es proporcional a la tercera potencia de la velocidad de rotación, el requisito de potencia en el arranque será reducido.

20 La figura 2 representa una forma de realización alternativa en la que el motor de propulsión se conecta a un convertidor auxiliar 18, que se utiliza para controlar la puesta en marcha y la dirección de rotación. La máquina motriz 17 funciona con una velocidad de rotación reducida, por ejemplo de aproximadamente la mitad de la velocidad, y se realizará la sincronización a partir de la frecuencia reducida. Se produce la sincronización acoplando en paralelo el convertidor auxiliar y el generador.

25 El interacoplamiento del generador y el motor de propulsión será más fuerte a la velocidad de rotación nominal, y será más probable que se pierda el sincronismo a unas velocidades reducidas de rotación de la máquina motriz. Sin embargo, este será un problema aceptable para la propulsión de la hélice.

30 En el eje de conexión entre la máquina motriz 17 y el generador 14, se puede introducir un elemento amortiguador, tal como amortiguadores de la fluctuación de torsión, que pueden ser hidráulicos, lo que reduce las carreras de la máquina motriz, por ejemplo las carreras de un motor diésel.

35 Es posible aplicar asimismo devanados amortiguadores en el generador 14, que presenta más espacio entre los polos. Dichos devanados amortiguadores tendrán un efecto amortiguador asimismo en el motor de propulsión 11.

40 Las unidades magnetizadas permanentemente 11 y 14 pueden presentar los imanes permanentes montados en la superficie de la lámina de rotor y presentan un espacio de aire relativamente grande, o pueden presentar los imanes permanentes montados en el interior del rotor, reduciendo de este modo el espacio de aire. En el caso de máquinas con imanes permanentes, la lámina de rotor se puede sustituir por una bobina en forma de anillo de acero macizo.

Un generador magnetizado permanentemente, que presente una reactancia baja, no será particularmente sensible a los cambios en la carga, por lo que se puede alcanzar un  $\cos \varphi$  y una eficiencia satisfactorios.

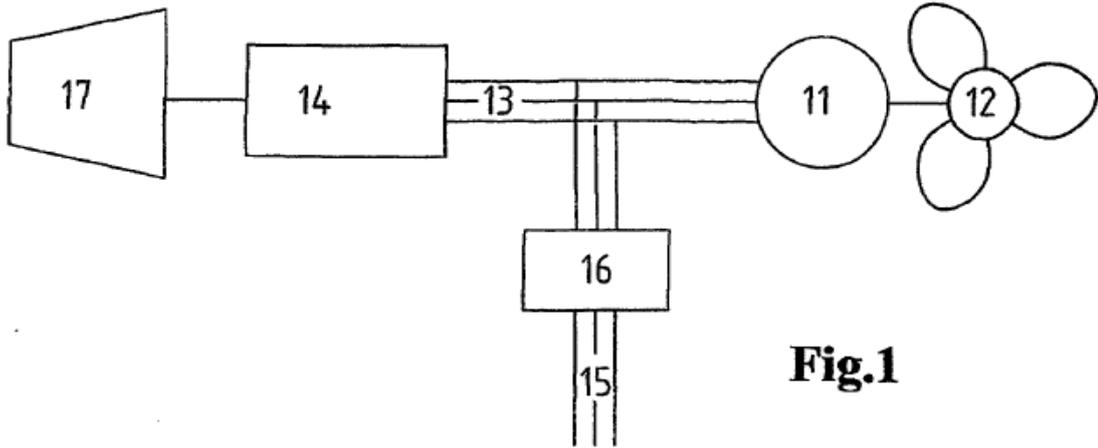
45 La relación entre el número de polos en el generador y el motor puede ser de 3:1 a 1: 20. El primero se puede aplicar en el funcionamiento de un chorro de agua.

50 La figura 3 representa una forma de realización alternativa adicional, en la que la corriente de consumo del buque se obtiene a partir de un generador 19, que se conecta a otra toma de la máquina motriz 17. Del mismo modo que se configura el equipo de la figura 1, el generador acciona un convertidor de frecuencia 16 de la red de alimentación 15.

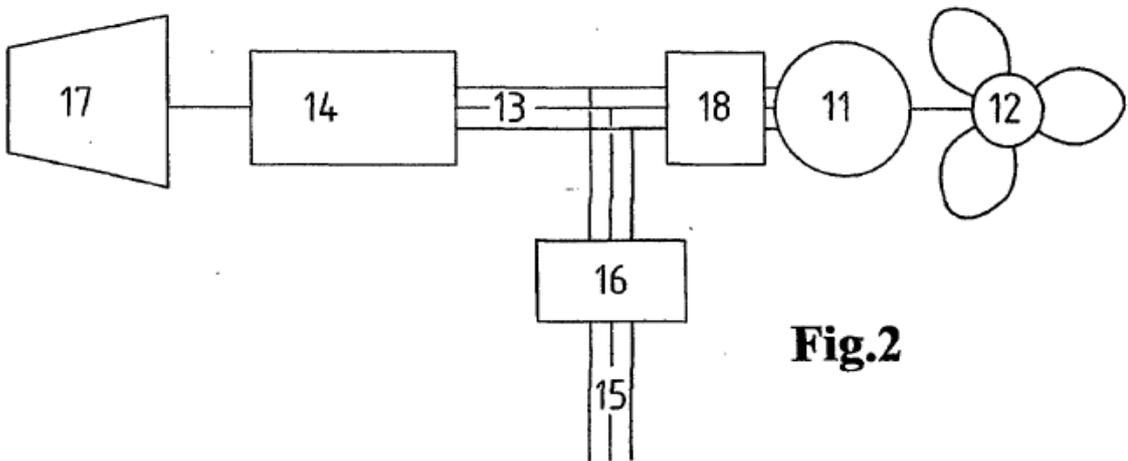
La interconexión eléctrica comprende la protección y contactores para la conexión y la desconexión.

**REIVINDICACIONES**

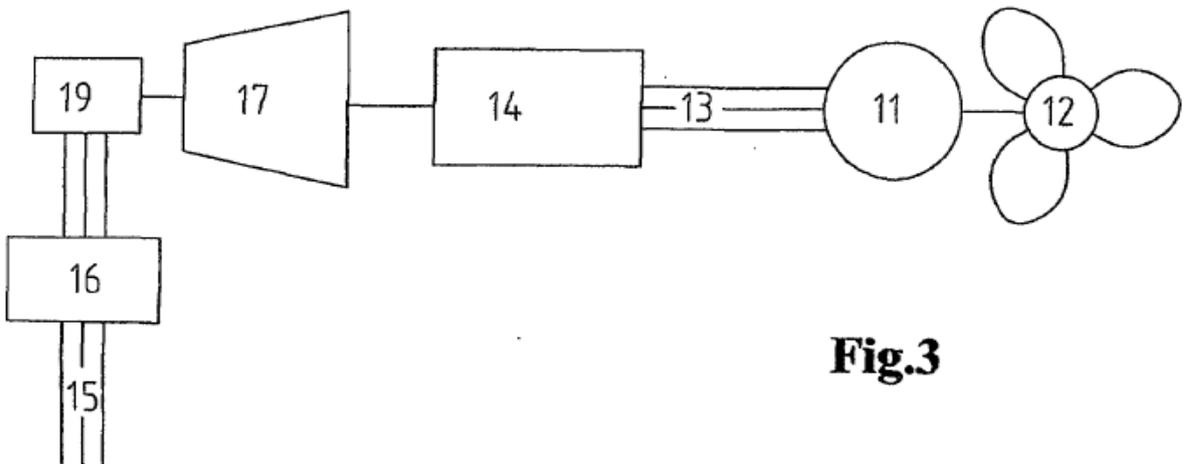
- 5 1. Sistema de propulsión para buques y otras estructuras marinas móviles, con una máquina motriz (17) para el funcionamiento de un generador eléctrico (14), que se conecta además a un motor de electropropulsión (11) conectado a una hélice (12) o dispositivo similar de propulsión, **caracterizado porque**
- el generador (14) y el motor de propulsión (11) son máquinas síncronas magnetizadas permanentemente,
  - las dos máquinas síncronas presentan sustancialmente las mismas características de funcionamiento, y
  - se conectan directamente entre sí con una conexión eléctrica rígida.
- 10 2. Sistema de propulsión según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la relación entre el número de polos en el generador y el motor de propulsión puede estar comprendida entre 3:1 y 1: 20, preferentemente de tal modo que el generador (14) presenta un número inferior de polos que el motor de propulsión (11).
- 15 3. Sistema de propulsión según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** comprende un convertidor de frecuencia (16) que alimenta una red de consumo con una frecuencia estable desde el generador (16).
- 20 4. Sistema de propulsión según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** comprende un generador auxiliar (19), que acciona mediante la máquina motriz (17) y que alimenta la red de consumo del buque (15) a través de un convertidor de frecuencia (16).
- 25 5. Sistema de propulsión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** comprende un convertidor auxiliar (18), que se utiliza para poner en funcionamiento y para controlar la dirección de rotación, al disponerse la máquina motriz (17) para funcionar con una velocidad de rotación reducida, por ejemplo aproximadamente la mitad de la velocidad de rotación, para la sincronización de la frecuencia reducida, cuando el convertidor auxiliar y el generador se acoplan en paralelo.



**Fig.1**



**Fig.2**



**Fig.3**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patente citados en la descripción**

- DE 1932929 [0007]
- WO 03047963 A [0008]
- JP 62079764 B [0009]
- WO 03047961 A [0010]
- JP 63247197 B [0010]

10