

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 484 242**

51 Int. Cl.:

**B63H 21/16** (2006.01)

**B63H 21/20** (2006.01)

**B63H 21/21** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2008 E 08760177 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2164753**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para hacer funcionar un sistema de propulsión híbrida para barcos**

30 Prioridad:

**01.06.2007 DE 102007025863**

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

**11.08.2014**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
WITTELSBACHERPLATZ 2  
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**RZADKI, WOLFGANG y  
SCHULZE HORN, HANNES**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 484 242 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

Procedimiento y dispositivo para hacer funcionar un sistema de propulsión híbrida para barcos

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un sistema de propulsión híbrida para barcos conforme al preámbulo de la reivindicación 1; un sistema de propulsión híbrida para barcos de este tipo se conoce por ejemplo a través del documento DE 101 11 910 A1. La invención se refiere asimismo a un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento.

10 Del documento WO02/47974 A1 se conoce un sistema de propulsión híbrida para barcos con una hélice de paso variable como unidad de empuje, y un motor principal de gasoil y un motor eléctrico como unidades de propulsión para la unidad de empuje. El motor eléctrico está conectado permanentemente y es responsable, en unión a la hélice de paso variable, de mantener el motor principal de gasoil en un punto de funcionamiento favorable. Además de esto, en el caso de una velocidad dada del barco sin aceleración el motor eléctrico y la hélice se regulan de tal manera, que se minimiza la necesidad total de carburante para el motor principal de gasoil y una instalación de generador de gasoil para generar energía eléctrica para el motor eléctrico. Ambas unidades de propulsión están de este modo acopladas mecánicamente, de forma constante, a la unidad de empuje y también accionan la misma conjuntamente.

20 El documento DE 101 11 910 A1 hace patente una instalación de propulsión para barcos con dos hélices dispuestas consecutivamente y en contrasentido como unidades de empuje, y un motor de gasoil y un motor eléctrico como unidades de propulsión, en donde la hélice trasera es accionada por un motor de gasoil y la hélice delantera por un motor eléctrico. Cada una de las unidades de propulsión está acoplada o puede acoplarse mecánicamente de este modo sólo exactamente a una unidad de empuje, para accionar la misma.

25 Del documento DE 100 63 338 B4 se conoce un sistema de propulsión híbrida para barcos con un motor eléctrico y un motor de combustión interna como configurado como turbina de gas como unidades de propulsión, que accionan individualmente o ensambladas la hélice de un barco según el requisito, por ejemplo la velocidad del barco. El motor de combustión interna acciona aquí a velocidades altas la hélice, y el motor eléctrico a velocidades bajas. Para esto las dos unidades de propulsión pueden acoplarse al menos temporalmente a la hélice.

El documento JP 05246386 A hace patente un sistema de propulsión híbrida para barcos con un motor de combustión interna y un motor eléctrico como unidades de propulsión que, en función de la velocidad del barco o de la potencia de propulsión total derivada de ésta, accionan una hélice individualmente o ensambladas.

30 El documento DE 4340747 C1 hace patente una instalación de propulsión para barcos con dos hélices dispuestas consecutivamente y en contrasentido, en donde la primera hélice es accionada mecánicamente por un motor de combustión interna y la segunda hélice mecánicamente por un motor de accionamiento eléctrico.

El documento JP 2004255972 A hace patente un sistema de propulsión híbrida para barcos, en el que un motor eléctrico y una máquina accionan individualmente o ensamblados una hélice.

35 El documento DE 3505815 A1 hace patente una instalación de propulsión para barcos con al menos una máquina de accionamiento principal que trabaja sobre un árbol de hélice y al menos una máquina auxiliar que puede accionarse mediante la o las máquina(s) principal(es).

40 El documento DE 4432483 A1 hace patente una propulsión suplementaria para un buque de altura, en donde un motor de gasoil como motor principal acciona una hélice a través de una instalación de árboles y un motor diesel reequipable con un generador, para hacer funcionar un motor eléctrico, puede acoplarse a la instalación de árboles para aumentar la potencia de propulsión del motor principal.

El documento EP 1894835 A2 hace patente un barco con al menos un motor eléctrico como motor principal para propulsar el barco, en donde el motor eléctrico acciona una instalación de árboles que está acoplada a una hélice del barco y también puede funcionar como generador, y al menos un motor de combustión interna acoplable a la instalación de árboles como propulsión suplementaria para alcanzar la velocidad máxima del barco.

45 Los sistemas de propulsión híbrida de este tipo o similares por ejemplo con dos motores eléctricos, una turbina de gas y dos hélices está previsto que se apliquen en el futuro en especial en barcos de la marina, como por ejemplo fragatas y corbetas, así como en superyates. Estos barcos deben hacer posible por un lado, de forma flexible, un funcionamiento optimizado para una situación operacional determinada. Por ejemplo puede requerirse un funcionamiento del barco con las menores emisiones posibles para reducir la posibilidad de que el barco sea detectado, un funcionamiento con máxima capacidad de aceleración en caso de combate o un funcionamiento con el menor consumo de carburante posible.

Por otro lado estos barcos se pretende que funcionen con una tripulación relativamente reducida. Esto es posible casi siempre sin problemas, si la tripulación no recibe influencias externas, como por ejemplo premura de tiempo. Bajo una carga física y/o psíquica, por ejemplo en caso de combate, esto puede conducir a errores y de este modo a ajustes de estados de funcionamiento en el sistema de propulsión híbrida, que no son óptimos para el caso operacional presente en ese momento.

5 Por ello la tarea de la presente invención consiste en indicar un procedimiento, con el que pueda asegurarse un funcionamiento del sistema de propulsión híbrida óptimo para una situación operacional existente, en especial en el caso de una tripulación tan solo reducida del barco. Aparte de esto la tarea de la presente invención consiste en indicar un dispositivo especialmente apropiado para llevar a cabo el procedimiento.

10 La solución de la tarea basada en el procedimiento se consigue conforme a la invención mediante un procedimiento conforme a la reivindicación 1. Un dispositivo especialmente apropiado para llevar a cabo el procedimiento es objeto de la reivindicación 17. Configuraciones ventajosas son en cada caso objeto de las reivindicaciones subordinadas.

15 El procedimiento conforme a la invención prevé que las unidades de propulsión estén controladas en cuanto a su respectiva entrega de potencia a la al menos una unidad de empuje mediante una instalación de control en función de un valor nominal prefijable, por ejemplo un valor nominal para el número de revoluciones de la hélice o la velocidad del barco, y de un modo de funcionamiento prefijable, de tal modo que mediante la suma de estas entregas de potencia se entregue a la al menos una unidad de empuje una potencia total en función del valor nominal, en donde la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia de las diferentes unidades de propulsión se realice en función del valor nominal y del modo de funcionamiento.

20 A través de la distribución de la potencia total entre las unidades de propulsión puede influirse en los puntos de funcionamiento de las diferentes unidades de propulsión y, de este modo, ajustarse un punto de funcionamiento del sistema de propulsión híbrida óptimo para el modo de funcionamiento prefijado. Los puntos de funcionamiento de las propias diferentes unidades de propulsión no es aquí imprescindible que sean óptimos. Es fundamental el punto de funcionamiento del sistema total, es decir de todo el sistema de propulsión híbrida, de forma preferida incluyendo los motores de combustión interna para generar energía eléctrica para el al menos un motor eléctrico.

25 La al menos una o cada unidad de empuje está acoplada para esto fijamente o al menos es acoplable mecánicamente, durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida, de forma preferida en cada caso al menos a un motor eléctrico y al menos a un motor de combustión interna. La al menos una o cada unidad de empuje puede ser propulsada después por sólo una de las unidades de propulsión o, en el caso de un funcionamiento ensamblado, simultáneamente por las al menos dos unidades de propulsión. Después pueden aprovecharse especialmente bien diferentes características de funcionamiento de las unidades de propulsión, como las que existen en especial entre un motor de combustión interna y un motor eléctrico, para ajustar un punto de funcionamiento óptimo de todo el sistema.

35 De forma preferida el al menos un motor de combustión interna, preferiblemente también el al menos un motor eléctrico, no están acoplados mecánicamente y fijamente a una unidad de empuje a accionar, sino que se acoplan mecánicamente durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida, según cada necesidad, a la unidad de empuje a accionar por ellos o se desacoplan de la misma. Después puede desacoplarse de la unidad de empuje una unidad de propulsión no necesaria temporalmente durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida para el accionamiento de una unidad de empuje, y después no tiene que ser arrastrada por la(s) unidad(es) de propulsión que acciona(n) la(s) unidad(es) de empuje. Esto es especialmente ventajoso en el caso del al menos un motor de combustión interna con su masa a mover con frecuencia relativamente grande.

40 A través del control de la distribución de potencia puede realizarse aquí al mismo tiempo también un control de la conexión o desconexión de unidades de propulsión a o de la al menos una unidad de empuje, de forma preferida incluyendo un acoplamiento y desacoplamiento mecánico de unidades de propulsión a o de la al menos una unidad de empuje. El control del acoplamiento o desacoplamiento de unidades de propulsión engloba ventajosamente al menos el acoplamiento y desacoplamiento del al menos un motor eléctrico.

45 Debido a que el control por parte de la tripulación sólo requiere la prefijación de unos pocos parámetros de control (por ejemplo valor nominal para el número de revoluciones de la hélice, modo de funcionamiento), puede garantizarse un funcionamiento optimizado del barco incluso con una tripulación tan solo reducida, y aquí también bajo una carga física y/o psíquica de la tripulación.

50 El modo de funcionamiento prefijable puede ser aquí por ejemplo un modo de funcionamiento, en el que sean mínimas las emisiones de gases de escape y/o las emisiones acústicas y/o las emisiones térmicas del sistema de propulsión híbrida, de forma preferida incluyendo motores de combustión interna para la generación de la energía eléctrica para el al menos un motor eléctrico.

El modo de funcionamiento prefijable, sin embargo, puede ser también un modo de funcionamiento en el que sea mínimo el consumo de carburante total del sistema de propulsión híbrida, de forma preferida incluyendo motores de combustión interna para la generación de la energía eléctrica para el al menos un motor eléctrico.

5 La entrega de potencia total y la distribución de la entrega de potencia total entre las unidades de propulsión pueden controlarse, de forma especialmente sencilla y exacta, con base en datos característicos y/o curvas características del ensamblaje entre las unidades de propulsión.

10 De forma preferida están archivados en la instalación de control para diferentes modos de funcionamiento en cada caso diferentes datos característicos y/o curvas características, en donde los datos característicos y/o las curvas características relevantes para el control de la distribución de potencia en el caso de un modo de funcionamiento prefijable se seleccionan en función del modo de funcionamiento prefijable.

El valor nominal puede prefijarse con ello mediante una palanca de maniobra manejable manualmente o mediante un sistema de piloto automático.

La conexión o la desconexión de una entrega de potencia de una unidad de propulsión se realiza de forma preferida a o desde una unidad de empuje sin impulsos momentáneos.

15 Conforme a una configuración especialmente ventajosa, cada una de las unidades de propulsión puede entregar una potencia máxima, que es menor que la potencia máxima total necesaria para el empuje del barco. Para alcanzar la potencia máxima total necesaria deben contribuir de este modo al menos dos unidades de propulsión. Debido a que la potencia máxima total necesaria en caso normal, sin embargo, sólo se necesita raramente, las unidades de propulsión pueden diseñarse de forma optimizada para una potencia menor y, por medio de esto, pueden reducirse el consumo de carburante, la necesidad de espacio y el peso de las unidades de propulsión.

20 El motor eléctrico puede entregar de forma preferida un par motor continuamente por debajo de su curva característica límite, en un margen de número de revoluciones desde cero a un número de revoluciones máximo de la(s) unidad(es) de empuje. Dado el caso se le hace funcionar aquí, en el caso de un número de revoluciones elevado, hasta un número de revoluciones máximo en el margen de debilitación de campo. El motor eléctrico puede usarse de este modo de forma especialmente flexible para el ajuste sin impulsos momentáneos de puntos de funcionamiento óptimos deseados del sistema de propulsión híbrida, en todo el margen de números de revoluciones de las unidades de empuje.

25 La instalación de control controla de forma preferida la entrega de potencia total y/o la distribución de la entrega de potencia total entre las entregas de potencia de las diferentes unidades de propulsión, de forma adicional, teniendo en cuenta valores límite para su variación en el tiempo. Mediante unas limitaciones de este tipo, por ejemplo limitaciones para plena marcha o marcha atrás, pueden tenerse en cuenta constantes de tiempo de la hélice del barco con relación a la aplicación del empuje de la hélice en el agua o a la hora de generar la energía eléctrica para el motor eléctrico. Los componentes de potencia como motores, rectificadores de corriente, interruptores, etc. pueden protegerse de este modo contra sobrecargas térmicas y evitarse mermas en el funcionamiento del barco, por ejemplo a causa de oscilaciones inadmisiblemente elevadas de la tensión y/o frecuencia de la red de a bordo.

30 Es ventajoso suprimir las sinusoidades en los valores reales correspondientes al valor nominal, causadas durante el control de las entregas de potencia de las unidades de propulsión por oscilaciones del par motor de las unidades de empuje, por ejemplo en los valores reales detectados por sensores del número de revoluciones para el número de revoluciones de un árbol de hélice. Por medio de esto puede actuarse en contra de oscilaciones momentáneas de propulsión y de esta forma de emisiones acústicas del barco, que se producen cuando una hélice en el agua de navegación está sometida a oscilaciones en el par motor.

35 Mediante la instalación de control se controla adicionalmente, conforme a la invención, la distribución de la entrega de potencia total en función de la variación en el tiempo del valor nominal. Por medio de esto pueden evitarse procesos innecesarios de acoplamiento y engranaje y, de este modo, conseguirse una elevada capacidad de aceleración.

Se obtienen unas posibilidades especialmente buenas para optimizar el consumo de carburante si el al menos un motor eléctrico se utiliza como propulsión principal para propulsar el barco, para un margen de velocidades inferior del barco, y el al menos un motor de combustión interna, solo o ensamblado con el al menos uno motor eléctrico, como propulsión principal para un margen de velocidades superior del barco hasta una velocidad máxima.

50 Conforme a una configuración especialmente ventajosa el al menos un motor eléctrico, en el margen de velocidades inferior, y el al menos un motor de combustión interna, en el margen de velocidades superior, asumen la dirección del número de revoluciones de la(s) unidad(es) de empuje, en donde en funcionamiento ensamblado del al menos un motor eléctrico con el al menos un motor de combustión interna el motor de combustión interna asume el control

- 5 del número de revoluciones de la(s) unidad(es) de empuje y el motor eléctrico es dirigido en su número de revoluciones por la unidad de empuje, respectivamente por el motor de combustión interna y, determinado por la prefijación de valores nominales, entrega un par motor a la(s) unidad(es) de empuje, de tal modo que las potencias entregadas en cada caso por el motor de combustión interna y el motor eléctrico se suman en la(s) unidad(es) de empuje.
- 10 El procedimiento se utiliza ventajosamente en un sistema de propulsión híbrida que presente exactamente dos motores eléctricos y exactamente una turbina de gas como unidades de propulsión, y exactamente dos árboles de hélice en cada caso con una hélice como unidades de empuje, en donde los árboles de hélice son dirigidos por un engranaje, a través del cual pueden acoplarse los árboles de hélice a la turbina de gas y en donde cada uno de los árboles de hélice, en su extremo alejado de la hélice, puede acoplarse sin un engranaje conectado de forma intermedia, en cada caso a uno de los motores eléctricos.
- 15 Un dispositivo especialmente apropiado para llevar a cabo el procedimiento comprende un transmisor de valor nominal para prefijar un valor nominal, por ejemplo un valor nominal para el número de revoluciones de una hélice o para la velocidad del barco, un transmisor de modo de funcionamiento para prefijar un modo de funcionamiento y una instalación de control, que esta diseñada para controlar las unidades de propulsión en cuanto a su respectiva entrega de potencia a la al menos una unidad de empuje, de tal modo que mediante la suma de estas entregas de potencia pueda entregarse una potencia total dependiente del valor nominal a la al menos una unidad de empuje y, con ello, se produzca la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia de las diferentes unidades de propulsión en función del valor nominal y del modo de funcionamiento.
- 20 La al menos una o cada unidad de empuje está aquí de forma preferida acoplada mecánicamente de forma fija o al menos puede acoplarse, durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida, en cada caso al menos a dos unidades de propulsión, de forma preferida en cada caso al menos a un motor eléctrico y al menos a un motor de combustión interna.
- 25 El al menos un motor de combustión interna, de forma preferida también el al menos un motor eléctrico, están acoplados mecánicamente de forma fija a y pueden desacoplarse de la unidad de empuje a accionar según sea necesario, durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida.
- 30 Con ello la instalación de control está diseñada ventajosamente para controlar, a través del control de la distribución de potencia, también la conexión o desconexión de unidades de propulsión a o de la al menos una unidad de empuje, de forma preferida incluyendo un acoplamiento o desacoplamiento mecánico de unidades de propulsión, en especial del al menos un motor de combustión interna, a o de la al menos una unidad de empuje.
- El transmisor de valor nominal puede ser aquí una palanca de maniobra manejable manualmente o un sistema de piloto automático.
- 35 Conforme a una configuración especialmente ventajosa, el dispositivo comprende controles de accionamiento asociados a las diferentes unidades de propulsión para controlar su respectiva entrega de potencia, en donde la instalación de control controla la entrega de potencia de las unidades de accionamiento mediante una prefijación de valores nominales de número de revoluciones o valores nominales de par motor en los controles de accionamiento.
- Para proteger los componentes de potencia contra una sobrecarga térmica y contra mermas en el funcionamiento del barco, la instalación de control presenta medios limitadores para limitar variaciones en el tiempo de la entrega de potencia total y/o la distribución de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión.
- 40 El dispositivo para el control de las entregas de potencia de la unidades de propulsión comprende ventajosamente sensores para detectar al menos un valor real correspondiente al al menos un valor nominal, por ejemplo un valor real para el número de revoluciones de un árbol de hélice, y medios de filtrado para suprimir sinusoidades en los valores reales causadas por oscilaciones de par motor de las unidades de empuje.
- 45 Las ventajas citadas con relación al procedimiento conforme a la invención o a sus configuraciones ventajosas son aplicables, de forma correspondiente, al dispositivo conforme a la invención o a sus configuraciones ventajosas.
- A continuación se explican en las figuras con más detalle la invención y otras configuraciones ventajosas de la invención, conforme a particularidades de las reivindicaciones subordinadas, con base en ejemplos de ejecución; en ellas muestran:
- la figura 1 un ejemplo de un sistema de propulsión híbrida para un barco con un solo árbol,
- 50 la figura 2 un ejemplo de un sistema de propulsión híbrida para un barco con dos árboles,

la figura 3 una representación de principio para explicar el procedimiento de funcionamiento conforme a la invención,

la figura 4 un campo de curvas características para controlar la entrega de potencia de los conjuntos de propulsión de una propulsión híbrida,

la figura 5 un campo de curva característica de una turbina de gas con instalación de hélice de paso variable, y

5 la figura 6 un sistema de propulsión híbrida con un dispositivo conforme a la invención.

Un sistema de propulsión híbrida 1 mostrado en la figura 1 para un barco con un solo árbol presenta un motor eléctrico 2 y una turbina de gas 3 como unidades de propulsión, y una unidad de empuje 4 compuesta por un árbol de hélice 4a con una hélice de paso fijo o variable 4b. El árbol de hélice 4a es conducido por un engranaje 6, a través del cual el árbol de hélice 4a puede acoplarse a la turbina de gas 3. El árbol de hélice 4a está unido al motor eléctrico 2, por su extremo alejado de la hélice 4b, sin un engranaje conectado de forma intermedia. El motor eléctrico 2 se alimenta con energía eléctrica a través de un rectificador de corriente 7 (rectificador de circuito intermedio de corriente o rectificador de circuito intermedio de tensión) y un transformador de rectificador de corriente 8 desde una instalación de distribución de energía 10 (normalmente una instalación conmutadora de tensión media, a veces también una instalación de baja tensión). El motor eléctrico 2, el rectificador de corriente 7 y el transformador de rectificador de corriente 8 forman un sistema de propulsión eléctrico 9.

La energía eléctrica se genera mediante una instalación de generación de energía 11, en la que normalmente varios motores de combustión interna 12, por ejemplo motores de gasoil o turbinas de gas, accionan en cada caso un generador 13, normalmente una máquina síncrona de corriente alterna.

Un sistema de propulsión híbrida 1 mostrado en la figura 2 para un árbol con dos árboles presenta, a diferencia de esto, dos sistemas de propulsión eléctricos 9 en cada caso con un motor eléctrico 2, de los que cada uno acciona directamente, es decir sin un engranaje conectado de forma intermedia, en cada caso una unidad de empuje 4. La turbina de gas 3 puede acoplarse mediante el engranaje 6 a ambos árboles de hélice 4a. Para aumentar la protección contra averías los dos sistemas de propulsión eléctricos 9 se alimentan en cada caso desde diferentes instalaciones de distribución de energía 10 e instalaciones de generación de energía 11.

Tanto en el caso del sistema de propulsión híbrida conforme a la figura 1 como en el caso del sistema de propulsión híbrida conforme a la figura 2, las unidades de propulsión 2, 3 accionan según cada necesidad, por ejemplo la velocidad del barco, individualmente o ensambladas la(s) unidad(es) de empuje 4. El motor eléctrico o los motores eléctricos 2 se usa(n) con ello como accionamientos principales para accionar la(s) unidad(es) de empuje 4 para un margen de velocidades inferior (por ejemplo hasta e inclusive velocidad de crucero) y la turbina de gas 3, sola o con el motor eléctrico o los motores eléctricos 2, como accionamiento principal para un margen de velocidades superior (por ejemplo velocidades superiores a la velocidad de crucero) hasta la velocidad máxima.

Cada una de las unidades de propulsión 2, 3 puede entregar aquí una potencia máxima, que es menor que la potencia total máxima que se necesita para el empuje del barco.

Como se ha representado de forma simplificada en la figura 3 para el caso del sistema de propulsión híbrida 1 conforme a la figura 2, los motores eléctricos 2 y la turbina de gas 3 se controlan mediante una instalación de control de nivel prioritario 15 en cuanto a su respectiva entrega de potencia  $P_E$  o  $P_G$  a las unidades de empuje 4, en función de un valor nominal prefijable S, por ejemplo un valor nominal para el número de revoluciones de la hélice 4b o para la velocidad del barco, y de un modo de funcionamiento prefijable B, de tal manera que mediante la suma de estas entregas de potencia se entrega a las unidades de empuje 4 una potencia total  $P_S$  dependiente del valor nominal S, y con ello la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia  $P_E$  o  $P_G$  de los motores eléctricos 2 y de la turbina de gas 3, es decir la magnitud de las potencias parciales  $P_E$  o  $P_G$  a entregar en cada caso por las tres unidades de propulsión 2, 3 para conseguir la potencia total  $P_S = P_E + P_G + P_E$ , se realiza en función del valor nominal S y del modo de funcionamiento prefijable B.

La instalación de control de nivel prioritario 15 recibe el valor nominal S desde un transmisor de valor nominal, por ejemplo una palanca de maniobra sobre el puente o de un sistema de piloto automático, y el modo de funcionamiento B desde un transmisor de modo de funcionamiento, por ejemplo un selector de modo de funcionamiento, que está dispuesto sobre el puente.

Para controlar las entregas de potencia  $P_E$ ,  $P_G$  de las unidades de propulsión 2, 3 en función de un valor nominal prefijado S y de un modo de funcionamiento prefijado B, la instalación de control de nivel prioritario 15 entrega los valores nominales  $S_E$ ,  $S_G$  (por ejemplo valores nominales para el número de revoluciones o el par motor) a controles de accionamiento no representados con más detalle de las unidades de accionamiento 2, 3.

## ES 2 484 242 T3

A través de los valores nominales  $S_E$ ,  $S_G$  la instalación de control de nivel prioritario 15 controla la entrega de potencia total y la distribución de la potencia total a entregar entre los motores eléctricos 2 y la turbina de gas 3, y ajusta automáticamente puntos de funcionamiento óptimos para el modo de funcionamiento prefijado B.

5 El modo de funcionamiento prefijable B puede ser aquí un modo de funcionamiento en el que sean mínimas las emisiones de gases de escape y/o las emisiones acústicas y/o las emisiones térmicas del sistema de propulsión híbrida 1, de forma preferida incluyendo los motores de combustión interna 12 para la generación de la energía eléctrica para los motores eléctricos 2. El modo de funcionamiento prefijable B puede ser también un modo de funcionamiento, en el que sea mínimo el consumo de carburante total del sistema de propulsión híbrida 1, de forma preferida incluyendo el de los motores de combustión interna 12 para la generación de la energía eléctrica para los  
10 motores eléctricos 2.

La instalación de control de nivel prioritario 15 controla aquí adicionalmente la entrega de potencia total  $P_S$  y/o la distribución de la entrega de potencia total  $P_S$  entre las diferentes unidades de propulsión 2, 3, teniendo en cuenta valores límite para su variación en el tiempo y de este modo protege contra sobrecargas componentes de potencia como los motores 2 y rectificadores de corriente 7.

15 Durante el control y la regulación de las entregas de potencia de las unidades de propulsión 2, 3 se suprimen aquí las sinusoides causadas por oscilaciones de par motor de las unidades de empuje 4 en los valores reales correspondientes al valor nominal, por ejemplo en valores reales detectados por sensores del número de revoluciones para el número de revoluciones de los árboles de hélice 4a.

20 Para el control de la entrega de potencia total y la distribución de la entrega de potencia total  $P_S$  entre las diferentes unidades de propulsión 2, 3 se han archivado en la instalación de control de nivel prioritario 15 unas curvas características y/o unos datos característicos, que describen la relación entre el valor nominal, por ejemplo el número de revoluciones de la hélice o la velocidad del barco, la entrega de potencia respectiva y los parámetros de funcionamiento que caracterizan el respectivo modo de funcionamiento como por ejemplo el consumo de carburante, las emisiones acústicas, las emisiones de gases de escape, las emisiones térmicas, pérdidas térmicas en los  
25 sistemas de rotor en máquinas con devanados de rotor supraconductores, etc. Las curvas características describen asimismo la máxima entrega de potencia posible.

La figura 4 muestra a modo de ejemplo cómo en la instalación de control de nivel prioritario 15, con base en curvas características, se establecen la entrega de potencia total y la distribución de la entrega de potencia total entre las entregas de potencia  $P_E$ ,  $P_G$  de las diferentes unidades de propulsión 2, 3 para un funcionamiento con consumo optimizado, en función de un valor nominal  $S$  para el número de revoluciones de la hélice  $n$ .  
30

Aquí se parte de que la potencia máxima que pueden entregar las unidades de accionamiento 2, 3 es menor que la potencia total que como máximo se necesita para el empuje del barco, en donde sin embargo la suma de las potencias que como máximo pueden entregar las diferentes unidades de propulsión 2, 3 se corresponde con la máxima potencia total necesaria para el empuje del barco.

35 Las curvas características 20, 21, 22, 23 representadas en la figura 4 (las llamadas "curvas características límite") describen la potencia máxima  $P$  que puede entregarse en cada caso (con relación a la máxima potencia  $P_N$  que puede entregar en total el ensamblaje de propulsión) a través del número de revoluciones de la hélice  $n$  (con relación al número de revoluciones máximo  $n_N$ ) para cada una de las unidades de propulsión 2, 3 y para un ensamblaje de estas unidades de propulsión 2, 3. Una primera curva característica 20 indica la potencia máxima de un solo motor eléctrico 2, una segunda curva característica 21 la potencia máxima del ensamble de ambos motores eléctricos 2, una tercera curva característica 22 la potencia máxima de la turbina de gas 3 y una cuarta curva característica 24 la potencia máxima del ensamblaje de ambos motores eléctricos 2 y de la turbina de gas 3, a través del número de revoluciones  $n$ .  
40

45 En los controles de accionamiento de las unidades de propulsión 2, 3 está archivada la curva característica límite relevante para la respectiva unidad de propulsión, es decir, la curva característica límite 20 en los controles de accionamiento de los motores eléctricos 2 y la curva característica límite 22 en los controles de accionamiento de la turbina de gas 3.

Las curvas características 21 para el ensamblaje de dos unidades de propulsión 2 y la curva característica 23 para el ensamblaje de dos unidades de propulsión 2 y de una unidad de propulsión 3, por el contrario, están archivadas en la instalación de control de nivel prioritario 15. La instalación de control de nivel prioritario 15, sin embargo, puede acceder también a las curvas características límite archivadas en los controles de accionamiento.  
50

Los motores eléctricos 2 pueden entregar continuamente un par motor por debajo de su curva característica límite 20, en un margen de número de revoluciones desde cero al número de revoluciones máximo  $n_N$  de los árboles de hélice 4.

Una primera curva característica de hélice 24 describe el comportamiento de potencia absorbida para puntos de funcionamiento estacionarios, en condiciones de servicio normales. Una segunda curva característica 25 muestra por el contrario el comportamiento de potencia absorbida para puntos de funcionamiento estacionarios en condiciones de servicio difíciles, con una mayor resistencia del barco (por ejemplo a causa de marejada o vegetación), etc., y una tercera curva característica de hélice 26 el comportamiento de potencia absorbida para puntos de funcionamiento estacionarios en condiciones de servicio fáciles, con una resistencia del barco menor a causa de mar en calma, con una resistencia del barco reducida (por ejemplo con un barco nuevo), etc

Después del arranque de los motores eléctricos 2 y del desbloqueo del valor nominal de número de revoluciones, el número de revoluciones de los motores eléctricos 2 se pasa enseguida de cero a un número de revoluciones mínimo  $n_0$  (por ejemplo 30 rpm), para garantizar una lubricación suficiente de los cojinetes de árbol. En el caso del margen de número de revoluciones  $N_0$  no se trata de este modo básicamente de ningún margen de funcionamiento.

Si se prefija para la instalación de control 15, en condiciones de servicio normales (curva característica de hélice 24) y seleccionando un modo de funcionamiento de "consumo de carburante mínimo", un valor nominal de número de revoluciones del margen de revoluciones  $N_E$ , los motores eléctricos 2 presentan un menor consumo específico que la turbina de gas 3. En este margen de número de revoluciones  $N_E$  se entrega por ello la distribución de potencia entre las unidades de propulsión 2, 3 de tal modo, que sólo los motores eléctricos 2 entregan potencia a las unidades de empuje 4.

La potencia total necesaria puede generarse aquí por los dos motores eléctricos al 50% y entregarse al respectivo árbol de hélice 4a. Ambos motores eléctricos 2 están después acoplados a los árboles de hélice 4a. La turbina de gas 3 y el engranaje 6, por el contrario, están desacoplados de los árboles de hélice 4a. La instalación de control de nivel prioritario 15 se transmite el valor nominal de número de revoluciones prefijado a los controles de accionamiento de los motores eléctricos 2. La potencia de los motores eléctricos 2 se aumenta a continuación mediante sus controles de accionamiento a lo largo de una curva de plena marcha, hasta un punto tal que los árboles de hélice 4a hayan alcanzado el valor nominal de número de revoluciones prefijado. El número de revoluciones de los árboles de hélice 4a es dirigido de este modo por los motores eléctricos 2.

Si se alcanza el extremo del margen de número de revoluciones  $N_E$ , porque ahora se prefija un valor de número de revoluciones  $S$  del margen de número de revoluciones  $N_G$  para el funcionamiento de la turbina de gas o porque los motores eléctricos 2 (por ejemplo a causa de mar gruesa, véase curva de hélice 25) no alcanzan el valor nominal de número de revoluciones, es necesario que la turbina de gas 3 aporte potencia. Por ello se arrancan la turbina de gas 3 y los conjuntos auxiliares correspondientes. Esto puede realizarse, ya sea automáticamente mediante la instalación de control de nivel prioritario 15, o sólo después de una consulta de la instalación de control de nivel prioritario 15 al puente, sobre si se desea funcionamiento de la turbina de gas, y una confirmación expresa por parte del puente.

Desde la instalación de control de nivel prioritario 15 se emite después un valor nominal de número de revoluciones correspondiente al control de accionamiento de la turbina de gas 3, tras lo cual aumenta el número de revoluciones de la turbina de gas 3. En cuanto el número de revoluciones de la turbina de gas 3 o del engranaje 6 es mayor que el número de revoluciones de los árboles de hélice 4a, el engranaje 6 se acopa a los árboles de hélice 4a y la instalación de control de nivel prioritario 15 conecta la dirección del valor nominal de número de revoluciones desde los motores eléctricos 2 a la turbina de gas 3. El valor nominal de número de revoluciones está con ello dentro del margen de número de revoluciones  $N_G$ .

A continuación actúa la regulación de potencia del control de accionamiento de la turbina de gas 3 y la turbina de gas 3 entrega su potencia a los árboles de hélice 4a, mientras que los motores eléctricos 2 pasan de regulación del número de revoluciones a regulación del par motor. A causa del posicionamiento del valor nominal de número de revoluciones en el margen de número de revoluciones  $N_G$ , el valor nominal de par motor o de corriente para los motores eléctricos 2 se pone a cero y de este modo se retoma su potencia. Cuando el valor nominal de corriente de los motores eléctricos 2 ha llegado a cero, después de un tiempo preseleccionado los motores eléctricos 2 se desacoplan de los árboles de hélice 4a. El número de revoluciones de los árboles de hélice 4a es conducido a continuación por el control de accionamiento de la turbina de gas 3 a lo largo de una curva de plena marcha hasta el valor nominal deseado. El número de revoluciones de los árboles de hélice 4a es dirigido de este modo por la turbina de gas 3.

La turbina de gas 3 se hace funcionar aquí, por ejemplo con base en un campo de curvas características mostrado en la figura 5 y conocido por el técnico, en cooperación con las hélices de paso variable 4b y si es posible siempre con el mejor grado de eficacia y de este modo con un consumo específico óptimo. Con ello  $n_G$  designa el número de revoluciones de la turbina de gas,  $P_G$  la potencia de la turbina,  $P^*/D$  la relación de pendientes de la hélice de paso variable,  $v_m$  la velocidad máxima del barco,  $b_{em}$  el máximo consumo de carburante específico en  $kg/(kW \cdot h)$  y  $P_{TNN}$  la potencia normalizada o útil de la turbina de gas.



5 Si se alcanza el extremo del margen de número de revoluciones  $N_G$ , porque ahora se prefija un valor nominal de número de revoluciones del margen de número de revoluciones  $N_V$  para el funcionamiento ensamblado o porque la turbina de gas 3 (por ejemplo a causa de mar gruesa, véase curva de hélice 25) no alcanza el valor nominal de número de revoluciones prefijado, es necesario que los motores eléctricos 2 entreguen adicionalmente potencia a las unidades de empuje 4 y se arrancan los motores eléctricos 2. Esto puede realizarse, ya sea automáticamente a

10 mediante la instalación de control de nivel prioritario 15, o sólo después de una consulta de la instalación de control de nivel prioritario 15 al puente, sobre si se desea funcionamiento ensamblado, y una confirmación expresa por parte del puente.

Los motores eléctricos 2 se hacen funcionar para esto en el margen del número de revoluciones de los árboles de hélice y después se acoplan al respectivo árbol de hélice 4a. Después de esto se desbloquea de forma correspondiente al valor nominal de número de revoluciones  $S$  la regulación de par motor de los motores eléctricos 2 y la corriente de los motores eléctricos 2 se aumenta hasta tal punto, que el número de revoluciones alcanza el valor nominal de número de revoluciones  $S$ .

15 En funcionamiento ensamblado de los motores eléctricos 2 con la turbina de gas 3, la turbina de gas 3 asume de este modo la dirección del número de revoluciones de las unidades de empuje 4. Los motores eléctricos son dirigidos en su número de revoluciones por las unidades de empuje 4 o por la turbina de gas 3 y entregan, determinado por la prefijación de valor nominal, un par motor tal a las unidades de empuje 4 que las potencias entregadas en cada caso por la turbina de gas 3 y el motor eléctrico 2 se suman en cada caso en las unidades de empuje 4.

20 La distribución de potencia entre la turbina de gas 3 y los motores eléctricos 2 se controla con ello mediante la instalación de control de nivel prioritario 15, en función del valor nominal  $S$  y del modo de funcionamiento  $B$  prefijado.

25 En el modo de funcionamiento con consumo optimizado la turbina de gas 3 se hace funcionar, en el margen de número de revoluciones  $N_V$  para funcionamiento ensamblado, por ejemplo siempre con un consumo específico óptimo. Los motores eléctricos 2 envían sólo la potencia diferencial que es necesaria para alcanzar el valor nominal de número de revoluciones  $S$ .

30 En el caso del funcionamiento con aceleración optimizada, la instalación de control 15 controla la distribución de potencia adicionalmente en función de la variación en el tiempo del valor nominal. Si por ejemplo, en el caso de un número de revoluciones muy pequeño en el margen de número de revoluciones  $N_E$  para funcionamiento de motor  $E$ , se prefija un valor nominal de número de revoluciones del margen de número de revoluciones  $N_V$ , la turbina de gas 3 se conecta ya en el margen de número de revoluciones  $N_E$  a los árboles de hélice 4a.

35 La figura 6 muestra un sistema de propulsión híbrida 1 para un barco con dos árboles, con un dispositivo 50 especialmente apropiado para llevar a cabo el procedimiento anteriormente explicado. El sistema de propulsión híbrida 1 presenta dos sistemas de accionamiento eléctricos 9 y una turbina de gas 3 como unidades de propulsión, para accionar dos unidades de empuje 4 compuestas en cada caso por un árbol de hélice 4a y una hélice de paso variable 4b. Las unidades de empuje 4 pueden ser accionadas aquí por las unidades de propulsión 2, 3 individualmente o ensambladas. Los árboles de hélice 4a pueden acoplarse para esto por su extremo alejado de la hélice 5, sin un engranaje conectado de forma intermedia, mediante un acoplamiento de conexión 30 en cada caso a un sistema de accionamiento eléctrico 9. La turbina de gas 3 puede acoplarse a los árboles de hélice 4a mediante un engranaje 6 y acoplamientos rápidos 31. A través del engranaje 6 es también posible una transmisión de fuerza a

40 ambos árboles de hélice 4a desde sólo un sistema de accionamiento eléctrico 9. Cada uno de los sistemas de accionamiento eléctricos 9 se compone de un motor eléctrico, un rectificador de corriente y un transformador de rectificador de corriente (véanse las figuras 1 y 2) y se alimenta con energía eléctrica a través de una instalación de distribución de energía 10, que es generada por juegos de generadores de gasoil 14.

45 El dispositivo 50 comprende un telégrafo de máquina o palanca de maniobra instalado(a) en el pupitre de mando del puente, o bien un sistema de piloto automático como transmisor de valor nominal para un valor nominal  $S$  para el número de revoluciones de las unidades de avance 4. Alternativamente el valor nominal puede prefijarse también mediante telégrafos de máquina o palancas de maniobra 42 en otros pupitres de mando, como por ejemplo en el panel de mando de máquina, o en un telégrafo de emergencia 43.

50 El dispositivo 50 comprende asimismo un selector de modo de funcionamiento 44, instalado en el pupitre de mando del puente, para prefijar un modo de funcionamiento  $B$  deseado por parte de la tripulación del barco. El selector de modo de funcionamiento 44 está materializado aquí en forma de un campo de selección sobre un interfaz de usuario indicado en un monitor.

55 El dispositivo 50 comprende asimismo una instalación de control 15, que esta diseñada para controlar las unidades de propulsión 2, 3 en cuanto a su respectiva entrega de potencia a las unidades de empuje 4, de tal modo que mediante la suma de estas entregas de potencia puede entregarse a las unidades de empuje 4 una potencia total en

función del valor nominal S, en donde la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia de las diferentes unidades de propulsión 2, 3 se realiza en función del valor nominal S y del modo de funcionamiento prefijado B. Para esto en la instalación de control 15 están archivadas las curvas características 21, 23 para el ensamblaje de las unidades de propulsión 2, 3.

5 El dispositivo 50 comprende asimismo unos controles de accionamiento 32 asociados a las diferentes unidades de propulsión 2, 3 para controlar y regular su respectiva entrega de potencia, en donde la instalación de control 15 controla la entrega de potencia de las unidades de accionamiento 2, 3 mediante una prefijación de valores nominales de número de revoluciones o valores nominales de par motor en los controles de accionamiento 32. Estos valores nominales se alimentan a los controles de accionamiento 32 desde la instalación de control 15, a través de  
10 unos conductos de control 33.

La instalación de control de nivel prioritario 15 está unida además, a través de conductos de control 34, a un sistema de control de engranaje 35 y a unas instalaciones de control no representadas con más detalle para los acoplamientos 30, 31. Por medio de esto pueden controlarse, mediante la instalación de control de nivel prioritario 15, las posiciones de engranaje (incluyendo las de los conjuntos auxiliares correspondientes) así como las  
15 posiciones de acoplamiento y, de este modo, las diferentes unidades de propulsión 2, 3 pueden conectarse a y desconectarse específicamente de los árboles de hélice 4a.

Para controlar el ángulo de ajuste de las hélices de paso variable 4b la instalación de control de nivel prioritario 15 está unida, a través de conductos de control 36, a sistemas de control 37 para las hélices de paso variable 4b.

20 Asimismo la instalación de control de nivel prioritario 15 está unida para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, a través de conductos de control 38, a sistemas de control 39, 40 de los conjuntos de generación de energía 14 y de la instalación de distribución de energía 10.

La instalación de control 15 comprende medios limitadores 51 para limitar variaciones adicionales de la entrega de potencia total y/o de la distribución de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión. Los medios limitadores 51 pueden estar materializados aquí en hardware y/o software.

25 Para el control de las entregas de potencia de las unidades de propulsión 2, 3 mediante los controles de accionamiento 32, el dispositivo 50 comprende además unos sensores 52 para detectar valores reales para los números de revoluciones de los árboles de hélice 4a así como medios de filtrado 53 para suprimir sinusoidades en los valores reales, causadas por oscilaciones en el par motor de las unidades de empuje 4. Los medios de filtrado 53 pueden estar materializados aquí en hardware y/o software.

30 Para el control de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión 2, 3, en función de la variación en el tiempo del valor nominal S, por ejemplo en el caso de una variación rápida del valor nominal desde el margen de número de revoluciones  $N_E$  para funcionamiento del motor eléctrico al margen de número de revoluciones  $N_V$  para funcionamiento ensamblado, la instalación de control 15 presenta unos medios de control de plena marcha 54, que pueden estar materializados en software y/o hardware.

35 Los conductos 33, 34, 36, 38 y/o 55 no tienen que estar configurados aquí como conductos discretos, sino que pueden estar también materializados en forma de un bus de comunicación.

La instalación de control de nivel prioritario 15 está disponible de forma redundante, en especial al menos una vez sobre el puente y una vez en un panel de control de emergencia, por ejemplo a popa del barco, ya que la instalación de control 15 representa la parte fundamental del control de accionamiento del barco y de este modo tiene que estar  
40 siempre disponible.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar un sistema de propulsión híbrida (1) de un barco, en especial de un barco de la marina, con al menos un motor eléctrico (2) y al menos un motor de combustión interna (3), en especial una turbina de gas, como unidades de propulsión que, según cada necesidad, por ejemplo la velocidad del barco, accionan individualmente o ensamblados al menos una unidad de empuje (4), por ejemplo una hélice (4b), del barco, en donde las unidades de propulsión están controladas en cuanto a su respectiva entrega de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) a la al menos una unidad de empuje (4) mediante una instalación de control (15) en función de un valor nominal prefijable (S), por ejemplo un valor nominal para el número de revoluciones de la hélice o la velocidad del barco, y de un modo de funcionamiento prefijable (B), de tal modo que mediante la suma de estas entregas de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) se entrega a la al menos una unidad de empuje (4) una potencia total ( $P_S$ ) en función del valor nominal (S), en donde la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) de las diferentes unidades de propulsión (2, 3) se realiza en función del valor nominal (S) y del modo de funcionamiento (B), caracterizado porque la entrega de potencia total y/o la distribución de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión (2, 3) se controla teniendo en cuenta valores límite para su variación en el tiempo, y/o porque la distribución de la entrega de potencia total se controla adicionalmente en función de una variación en el tiempo del valor nominal (S).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida (1) la al menos una o cada unidad de empuje (4) está aquí acoplada mecánicamente de forma fija o al menos puede acoplarse, en cada caso al menos a dos unidades de propulsión (2, 3), de forma preferida en cada caso al menos a un motor eléctrico y al menos a un motor de combustión interna.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida (1), en función de cada necesidad, el al menos un motor de combustión interna (2), de forma preferida también el al menos un motor eléctrico (3), se acoplan mecánicamente a y se desacoplan de la unidad de empuje (4) a accionar.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, a través del control de la distribución de potencia, también se realiza la conexión o desconexión de las unidades de propulsión (2, 3) a o de la al menos una unidad de empuje (4), de forma preferida incluyendo un acoplamiento o desacoplamiento mecánico de unidades de propulsión (2, 3), en especial del al menos un motor de combustión interna, a o de la al menos una unidad de empuje (4).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el modo de funcionamiento prefijable (B) es un modo de funcionamiento en el que son mínimas las emisiones de gases de escape y/o las emisiones acústicas y/o las emisiones térmicas del sistema de propulsión híbrida (1), de forma preferida incluyendo motores de combustión interna (12) para la generación de la energía eléctrica para el al menos un motor eléctrico (2).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el modo de funcionamiento prefijable (B) es un modo de funcionamiento en el que es mínimo el consumo de carburante total del sistema de propulsión híbrida (1), de forma preferida incluyendo motores de combustión interna (12) para la generación de la energía eléctrica para el al menos un motor eléctrico (2).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la entrega de potencia total y la distribución de la entrega de potencia total entre las unidades de propulsión (2, 3) pueden controlarse, con base en datos característicos y/o curvas características (21, 23) del ensamblaje entre las unidades de propulsión (2, 3).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque están archivados en la instalación de control (15) para diferentes modos de funcionamiento en cada caso diferentes datos característicos y/o curvas características (21, 23), en donde los datos característicos y/o las curvas características (21, 23) relevantes para el control de la distribución de potencia en el caso de un modo de funcionamiento prefijable se seleccionan en función del modo de funcionamiento prefijable (B).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el valor nominal (S) se prefija mediante una palanca de maniobra (41) manejable manualmente o mediante un sistema de piloto automático.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la conexión o la desconexión de una entrega de potencia de una unidad de propulsión (2, 3) se realiza a o desde una unidad de empuje (4) sin impulsos momentáneos.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada una de las unidades de propulsión (2, 3) puede entregar una potencia máxima, que es menor que la potencia máxima total necesaria para el empuje del barco.
- 5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un motor eléctrico (2) puede entregar un par motor continuamente por debajo de su curva característica límite (20), en un margen de número de revoluciones desde cero a un número de revoluciones máximo ( $n_{max}$ ) de la(s) unidad(es) de empuje (4).
- 10 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque durante el control de las entregas de potencia ( $P_E$ ,  $P_G$ ) de las unidades de propulsión (2, 3) se suprimen las sinusoidades causadas por oscilaciones de par motor de las unidades de empuje (4) en los valores reales (I) correspondientes al valor nominal (S), por ejemplo en valores reales detectados por sensores del número de revoluciones para el número de revoluciones de un árbol de hélice.
- 15 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un motor eléctrico (2) se utiliza como propulsión principal para propulsar el barco, para un margen de velocidades inferior del barco, y el al menos un motor de combustión interna (3), solo o ensamblado con el al menos uno motor eléctrico (2), como propulsión principal para un margen de velocidades superior del barco hasta la velocidad máxima.
- 20 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un motor eléctrico (2), en el margen de velocidades inferior, y el al menos un motor de combustión interna (3), en el margen de velocidades superior, asumen la dirección del número de revoluciones de la(s) unidad(es) de empuje (4), en donde en funcionamiento ensamblado del al menos un motor eléctrico (2) con el al menos un motor de combustión interna (3) el motor de combustión interna (3) asume el control del número de revoluciones de la(s) unidad(es) de empuje (4) y el motor eléctrico (2) es dirigido en su número de revoluciones por la unidad de empuje (4), respectivamente por el motor de combustión interna (3) y, determinado por la prefijación de valores nominales, entrega un par motor a la(s) unidad(es) de empuje, de tal modo que los pares motor entregados en cada caso por el motor de combustión interna (3) y el motor eléctrico (2) se suman en la(s) unidad(es) de empuje (4).
- 25 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se utiliza en un sistema de propulsión híbrida (1) que presenta exactamente dos motores eléctricos (2) y exactamente una turbina de gas (3) como unidades de propulsión, y exactamente dos árboles de hélice (4a) en cada caso con una hélice (4b) como unidades de empuje (4), en donde los árboles de hélice (4a) son dirigidos por un engranaje (6), a través del cual pueden acoplarse los árboles de hélice (4a) a la turbina de gas (3) y en donde cada uno de los árboles de hélice (4a), en su extremo alejado de la hélice (4b), puede acoplarse sin un engranaje conectado de forma intermedia, en cada caso a uno de los motores eléctricos (2).
- 30 17. Dispositivo (50) para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores en un sistema de propulsión híbrida (1) de un barco, en especial de un barco de la marina, con al menos un motor eléctrico (2) y al menos un motor de combustión interna (3), en especial una turbina de gas, como unidades de propulsión que, según cada necesidad, por ejemplo la velocidad del barco, accionan individualmente o ensamblados al menos una unidad de empuje (4), por ejemplo una hélice (4b), del barco, en donde el dispositivo (50) comprende un transmisor de valor nominal (41) para prefijar un valor nominal (S), por ejemplo un valor nominal para el número de revoluciones de una hélice (4b) o para la velocidad del barco, un transmisor de modo de funcionamiento (44) para prefijar un modo de funcionamiento (B) y una instalación de control (15), que esta diseñada para controlar las unidades de propulsión (2, 3) en cuanto a su respectiva entrega de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) a la al menos una unidad de empuje (4), de tal modo que mediante la suma de estas entregas de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) puede entregarse a la al menos una unidad de empuje (4) un potencia total ( $P_S$ ) en función del valor nominal (S), y con ello la distribución de esta entrega de potencia total entre las entregas de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) de las diferentes unidades de propulsión (2, 3) se realiza en función del valor nominal (S) y del modo de funcionamiento (B), caracterizado porque la instalación de control (15) comprende medios limitadores (51) para limitar variaciones en el tiempo de la entrega de potencia total y/o la distribución de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión (2, 3), y/o porque la instalación de control (15) controla la distribución de la entrega de potencia total entre las diferentes unidades de propulsión (2, 3), adicionalmente en función de la variación en el tiempo del valor nominal (S).
- 35 40 45 18. Dispositivo (50) según la reivindicación 17, caracterizado porque durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida (1) la al menos una o cada unidad de empuje (4) está acoplada mecánicamente de forma fija o al menos puede acoplarse, en cada caso al menos a dos unidades de propulsión (2, 3), de forma preferida en cada caso al menos a un motor eléctrico y al menos a un motor de combustión interna.
- 50 55 19. Dispositivo (50) según la reivindicación 17 ó 18, caracterizado porque durante el funcionamiento del sistema de propulsión híbrida (1), en función de cada necesidad, el al menos un motor de combustión interna (2), de forma preferida también el al menos un motor eléctrico (3), puede(n) acoplarse mecánicamente a y desacoplarse de la unidad de empuje (4) a accionar.

- 5 20. Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 19, caracterizado porque la instalación de control (15) está diseñada para, a través del control de la distribución de potencia, controlar también la conexión o desconexión de las unidades de propulsión (2, 3) a o de la al menos una unidad de empuje (4), de forma preferida incluyendo un acoplamiento o desacoplamiento mecánico de unidades de propulsión (2, 3), en especial del al menos un motor de combustión interna, a o de la al menos una unidad de empuje (4).
21. Dispositivo (50) según una de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizado porque el transmisor de valor nominal es una palanca de maniobra (41) manejable manualmente o un sistema de piloto automático.
- 10 22. Dispositivo (50) según una de las reivindicaciones 17 a 21, caracterizado por los controles de accionamiento (32) asociados a las diferentes unidades de propulsión (2, 3) para controlar su respectiva entrega de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ), en donde la instalación de control (15) controla la entrega de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) de las unidades de accionamiento (2, 3) mediante la prefijación de valores nominales de número de revoluciones o valores nominales de par motor en los controles de accionamiento (32).
- 15 23. Dispositivo (50) según una de las reivindicaciones 17 a 22, caracterizado porque se han archivado en la instalación de control (15) datos característicos y/o curvas características (21, 23) del ensamblaje de las unidades de propulsión (2, 3) para el control de la entrega de potencia total y/o de la distribución de la entrega de potencia total entre las entregas de potencia ( $P_E$ ,  $P_G$ ) de las diferentes unidades de propulsión (2, 3).
- 20 24. Dispositivo (50) según una de las reivindicaciones 17 a 23, caracterizado porque para el control de la entrega de potencia ( $P_E$  o  $P_G$ ) de las unidades de propulsión (2, 3) comprende sensores (52) para detectar al menos un valor real (I) correspondiente al al menos un valor nominal (S), por ejemplo un valor real para el número de revoluciones de un árbol de hélice, y medios de filtrado (53) para suprimir sinusoidades en los valores reales (I) causadas por oscilaciones de par motor de las unidades de empuje (4).
- 25 25. Dispositivo (50) según una de las reivindicaciones 17 a 24, caracterizado porque la instalación de control (15) está disponible de forma redundante, en especial al menos una vez sobre el puente y una vez en un panel de control de emergencia, por ejemplo a popa del barco.

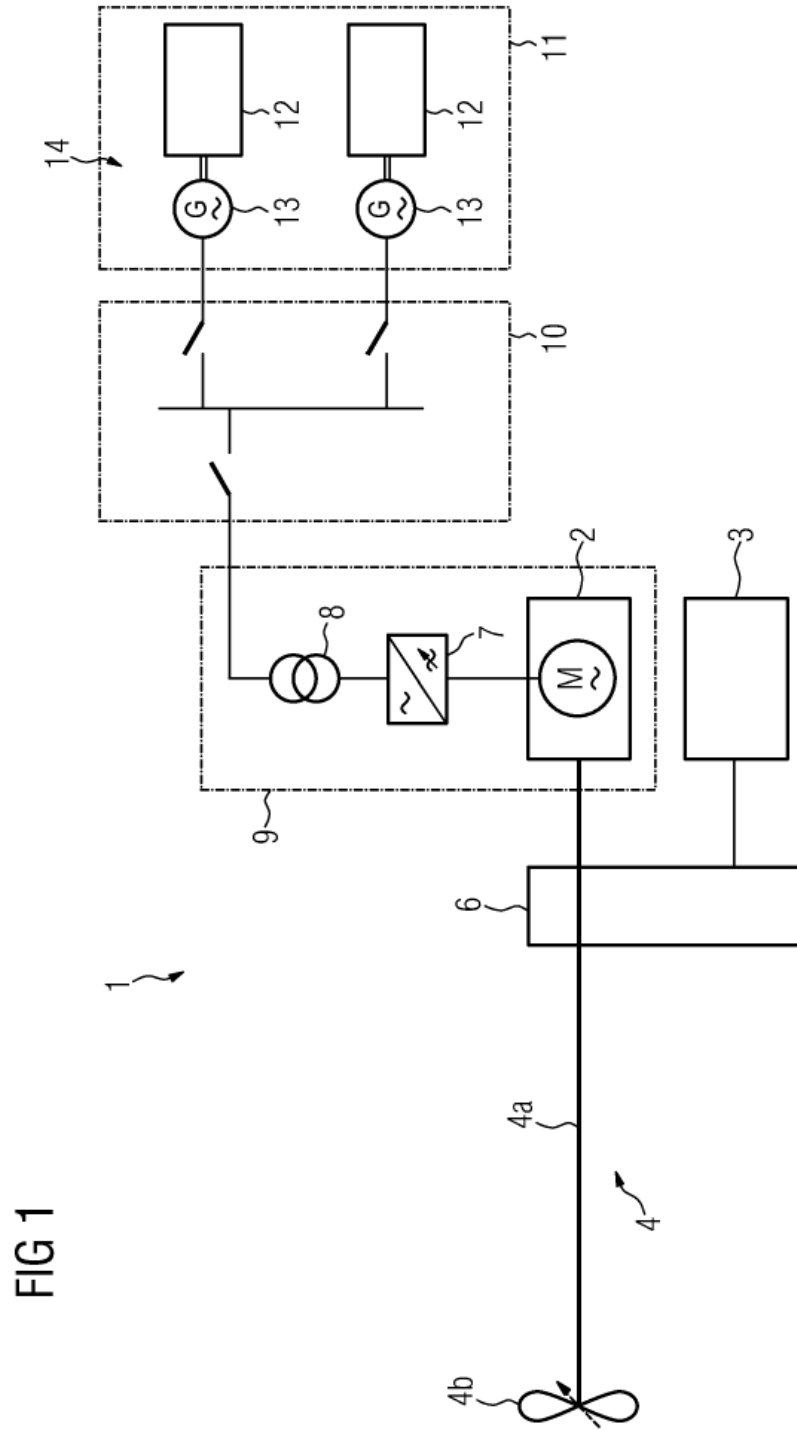


FIG 1

FIG 2

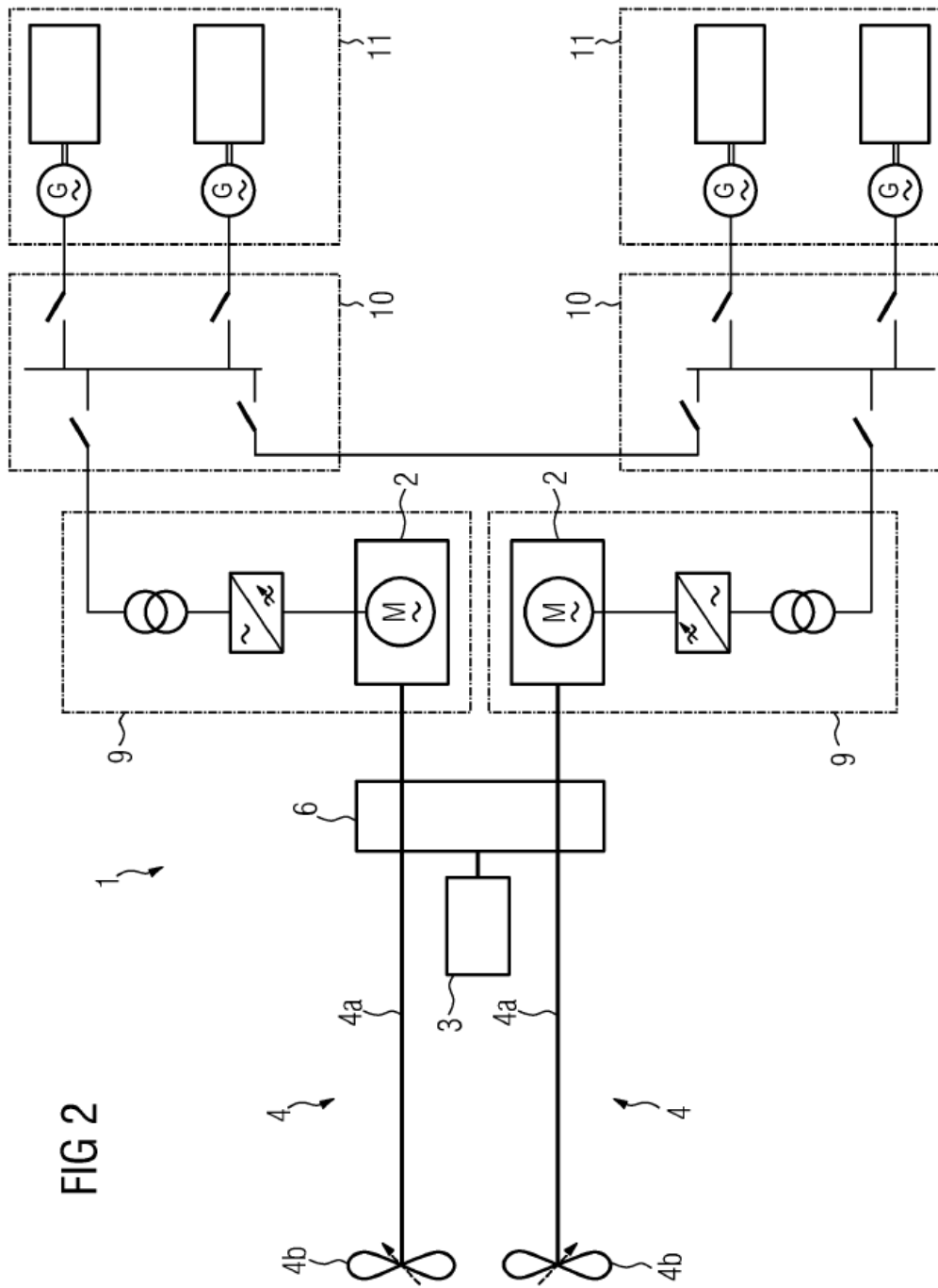


FIG 3

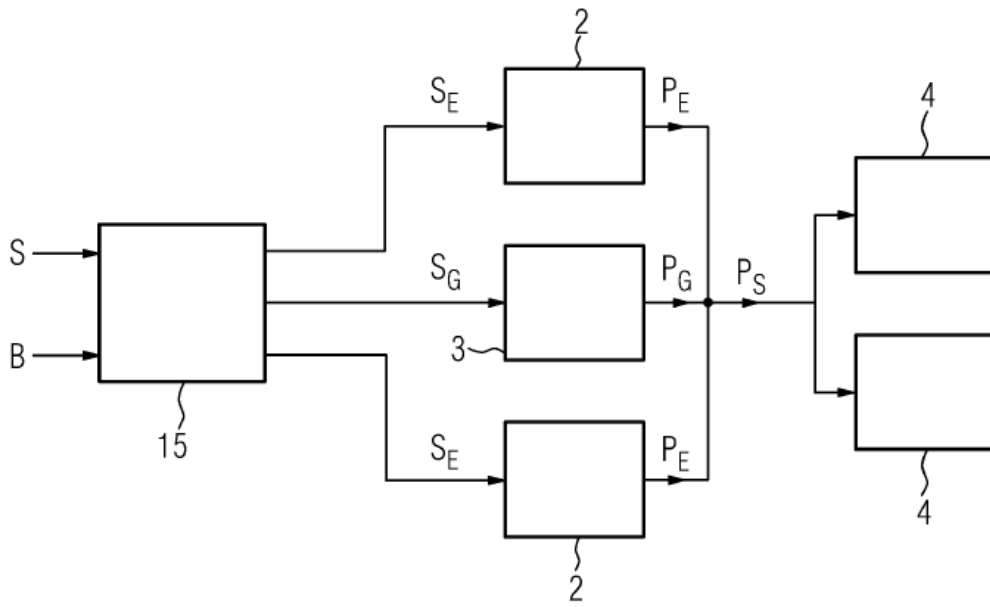




FIG 4

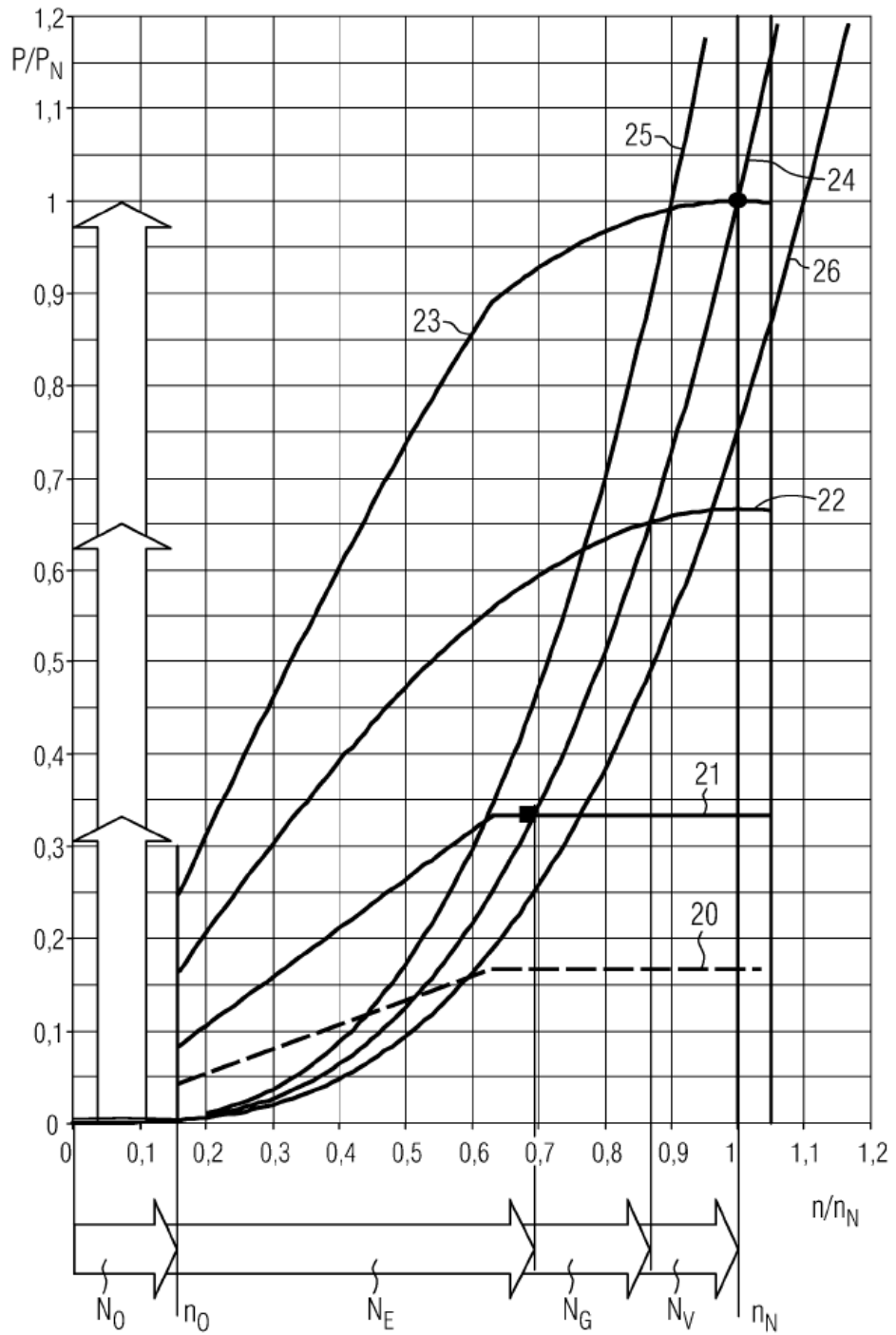


FIG 5

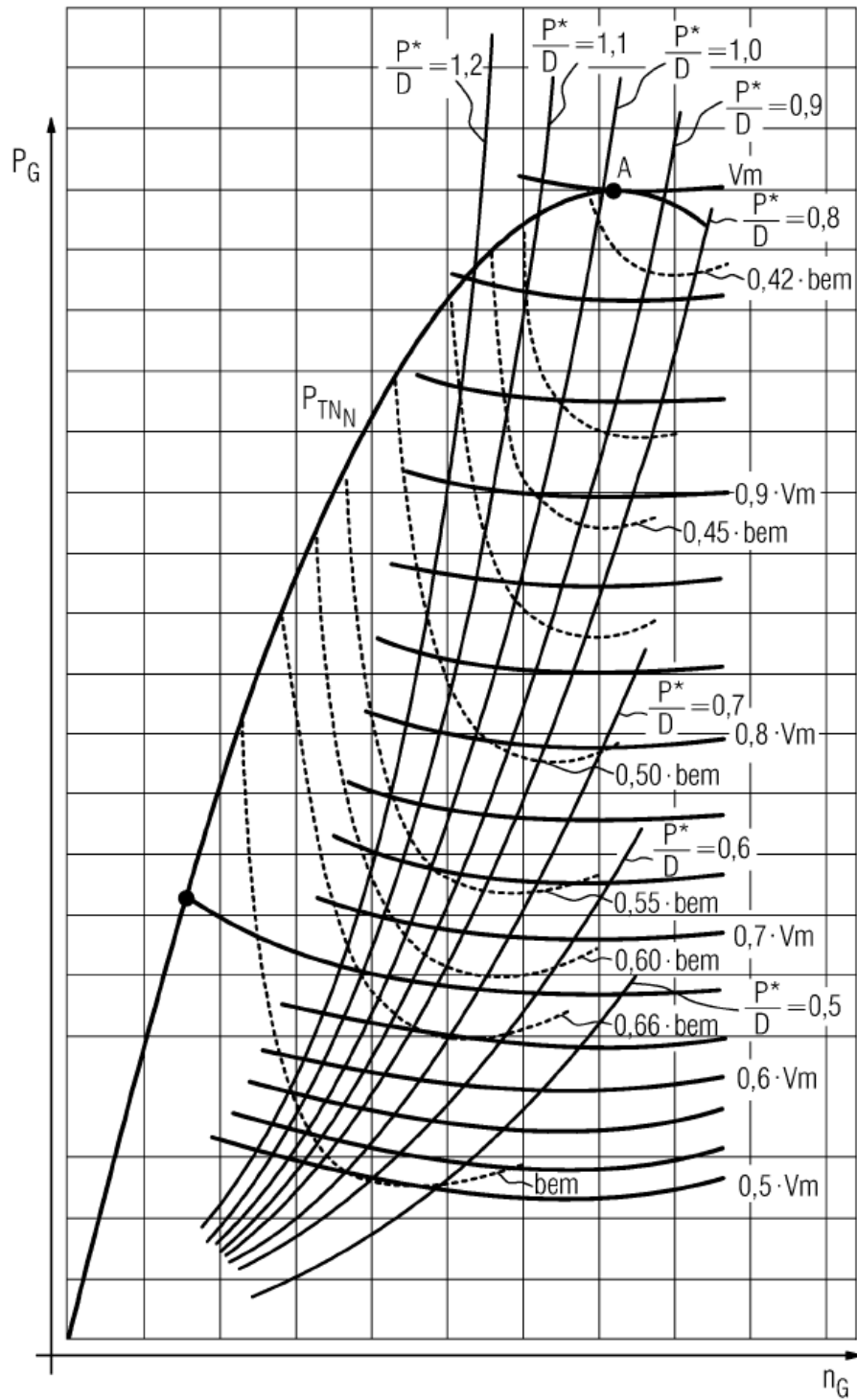


FIG 6

