

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 082**

51 Int. Cl.:

**B63B 1/38**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2013** **E 15172859 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 2952424**

54 Título: **Sistema de lubricación por aire**

30 Prioridad:

**21.02.2012 EP 12156379**

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

**30.08.2023**

73 Titular/es:

**SILVERSTREAM TECHNOLOGIES B.V. (100.0%)  
Doctor Willem Dreesweg 2, Suite 94A  
1185 VB Amstelveen, NL**

72 Inventor/es:

**JOHANNESSON, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 948 082 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 lubricación por aire

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un buque de desplazamiento que tiene un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre el casco de un buque y el agua que fluye debajo del casco a medida que el buque se desplaza por el agua.

10

**Antecedentes de la invención**

En la WO 201.0/064911 se describe cómo generar una capa de microburbujas sobre el casco de un buque de desplazamiento para reducir el arrastre por fricción, por medio de una cavidad que se proporciona en un área de fondo plano del casco de un buque, de tal manera que una abertura de la cavidad está en el área de fondo plana. Se inyecta aire en la cavidad a tal velocidad que el nivel de agua en la cavidad se mantiene sustancialmente al nivel del casco del buque. Debido al movimiento hacia adelante del buque, el aire en la cavidad se moverá en relación con el agua a la velocidad a la que se mueve el buque o, visto desde la cavidad, el agua fluirá más allá de la cavidad a esa velocidad. Esta diferencia de velocidad entre el aire y el agua provoca la denominada inestabilidad de Kelvin Helmholtz (KHI) que da como resultado una mezcla de aire y agua en la interfaz entre el agua y el aire, y en la consiguiente generación de una capa de burbujas de aire de tamaño pequeño. El tamaño pequeño de estas burbujas de aire las hace muy estables y tienden a permanecer en el agua durante un periodo relativamente largo. Las pequeñas burbujas generadas en la cavidad se liberan allí desde el borde posterior de la cavidad de manera que forman una capa lubricante estable que se extiende una gran distancia a lo largo del fondo del casco aguas abajo de la cavidad. De esta manera, se pueden lograr ahorros de energía en la propulsión de un buque. En la FR 2638692 se describe un buque con efecto de superficie que comprende una cavidad de aire compartimentada en el fondo para atrapar aire debajo del buque.

Un objeto de la invención es proporcionar un sistema mejorado para proporcionar una capa lubricante de aire entre el casco de un buque y el agua que fluye debajo del casco a medida que el buque se mueve por el agua, que se puede incorporar más fácilmente en el casco de un buque.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema mejorado para proporcionar una capa lubricante de aire que pueda funcionar de manera eficiente y estable en condiciones de oleaje.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un buque de desplazamiento que incorpore dicho sistema. También se proporciona fuera de la invención un método para hacer funcionar dicho sistema en un buque de desplazamiento.

También se proporciona fuera de la invención un método para readaptar dicho sistema en el casco de un buque de desplazamiento existente, sin debilitar del casco existente. Otro objeto es proporcionar un método de readaptación sin interferir en el espacio de carga del buque.

45 **Resumen de la invención**

Para cumplir estos objetivos, la presente invención proporciona un buque de desplazamiento y un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre un fondo sustancialmente plano del casco de un buque y el agua que fluye debajo del fondo a medida que el buque se mueve por el agua, por lo que el sistema comprende paredes laterales y una pared superior que define una cavidad con una abertura situada en un plano de interfaz que es transversal a las paredes laterales, sustancialmente al nivel del fondo plano, donde la abertura tiene un extremo frontal y un extremo posterior vistos en la dirección de la longitud de la cavidad, una entrada de aire separada de la abertura para introducir aire en la cavidad, a una velocidad tal que el nivel de agua en la cavidad se mantenga sustancialmente al nivel de la superficie externa del fondo plano, donde la capa lubricante a lo largo de una porción del fondo plano aguas abajo de la cavidad tiene una longitud al menos tan grande como la longitud de la cavidad, donde la longitud de la abertura de la cavidad está comprendida entre 2 m y 10 m, preferiblemente entre 2 m y 7 m, más preferiblemente entre 2 m y 5 m, y la distancia (H) de la pared superior desde el plano de interfaz está comprendida entre 0,2 m y 0,5 m.

Los inventores se han dado cuenta de que una longitud de la abertura de la cavidad de entre 2 m y 10 m, a una altura de 0,2 m a 0,5 m, da como resultado la formación de una mezcla de aire y agua lubricante estable y bien definida en la interfaz entre el agua y el aire en la cavidad. Esto también se descubrió para cavidades que tienen una longitud de entre 2 m y 5 m, para una distancia de la pared superior desde el plano de interfaz de entre 0,2 m y 1,5 m, preferiblemente de entre 0,2 m y 1,0 m, de la manera más preferible, de entre 0,2 m y 0,5 m.

En comparación con la abertura relativamente grande y el gran volumen de la cavidad conocida de la WO 2010/064911 que se sugiere que tenga entre 5 m y 30 m de largo, y hasta 5 m de alto, los inventores han

descubierto que la cavidad puede hacerse mucho más pequeña mientras funciona de manera estable y eficiente y al mismo tiempo es más fácil de incorporar al casco de un buque. En particular, cuando se readapta dicho sistema, es ventajoso que la cavidad sea lo más pequeña posible para minimizar cualquier efecto de debilitamiento de la estructura del casco. En particular, una altura de cavidad inferior a 0,5 m permite disponer el sistema entre los dos cascos en un buque de doble fondo o doble casco, lo que significa que el espacio de carga disponible no se ve afectado por la incorporación del sistema al buque. La cavidad conocida de la WO 2010/064911 tiene una altura de hasta 5 m, lo que significa que se extenderá hacia el espacio de carga del buque, por lo que el buque puede transportar menos carga. Además, los sistemas más pequeños requieren menos material y son más fáciles de manejar.

Otra desventaja de una cavidad de 30 m de largo, como la conocida de la WO 2010/064911, es que comenzarán a formarse olas dentro de la cavidad, por lo que en el extremo posterior de la cavidad dichas olas provocarán una salida desigual de la mezcla de agua y aire de la cavidad. Esto significa que la capa lubricante formada entre el casco y el agua que fluye debajo será desigual y, por lo tanto, menos eficiente. El inventor se ha dado cuenta de que la longitud relativamente corta de la cavidad según la invención y su forma relativamente poco profunda son suficientes para formar una mezcla apropiada de agua y aire en la interfaz entre el agua y el aire en la cavidad, cuya capa de aire al salir de la cavidad se extiende a lo largo de una gran longitud del fondo plano, lo que asegura un buen efecto lubricante sobre el casco del buque y que, al mismo tiempo, no se producirá una formación de olas significativa en una cavidad tan corta. La cavidad según la invención es relativamente insensible a las olas y funciona bien sin pérdida de aire incluso cuando el buque tiene grandes movimientos de balanceo y cabeceo.

También se ha descubierto que el consumo de aire mediante el uso de una cavidad relativamente pequeña se puede reducir manteniendo al mismo tiempo un efecto lubricante eficaz que reduce la fricción.

Además del efecto lubricante más uniforme y, por lo tanto, mejorado, obtenido por dicha cavidad relativamente corta, también es ventajoso que la cámara sea relativamente corta cuando tiene que readaptarse al casco existente de un buque. Ahorra costes de material y mano de obra cuando tiene que soldarse en el casco.

Preferiblemente, la cavidad tiene una anchura de entre 0,5 m y 1,5 m. Varias cavidades pueden estar distribuidas a lo largo del casco del buque unas al lado de otras y/o unas detrás de otras cuando se ven en una dirección de la longitud.

Cuando al menos la porción del extremo posterior de la cavidad que es adyacente a la abertura se inclina hacia la abertura, la parte de la pared inclinada se extiende hasta la posición de un plano de fondo sustancialmente horizontal, la mezcla de aire y agua se guiará de manera fluida hasta debajo del casco y proporcionará un efecto lubricante uniforme incluso cuando el buque se balancea o se mueve debido a las olas del mar y, por lo tanto, asegura una liberación uniforme de la capa lubricante debajo del casco del buque. Según la invención, el sistema se aplica en un buque de fondo plano y el extremo posterior de la cavidad se inclina hacia abajo para intersectar el plano del fondo del casco para una transición fluida de las burbujas formadas en la cavidad. Preferiblemente, la parte de la pared inclinada de la cavidad es tangente al plano inferior en la posición del plano inferior para proporcionar una transición estable de la capa de burbujas de aire desde la cavidad a lo largo del fondo sustancialmente plano del casco del buque, lo que forma una larga cola de burbuja que se extiende a lo largo de una gran distancia en una dirección hacia atrás. Preferiblemente, al menos la porción del extremo posterior de la cavidad que es adyacente a la abertura es convexa. Esto mejorará aun más la forma en que se permite introducir la capa lubricante debajo del casco.

Según la invención, se proporcionan medios para controlar el volumen de aire que se introduce en la cavidad proporcional a una anchura de la cavidad, dependiendo de la velocidad del buque, de manera que, para una cavidad de una anchura de aproximadamente 1 m:

- a una velocidad de 4 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 7 y 70 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 5 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 15 y 150 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 6 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 25 y 250 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 7 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 45 y 450 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 8 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 70 y 700 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 9 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 15 y 150 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 10 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 100 y 1000 m<sup>3</sup>/h,
- a una velocidad de 11 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 140 y 1400 m<sup>3</sup>/h y
- a una velocidad de 12 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 260 y 2600 m<sup>3</sup>/h.

El sistema de control puede comprender un procesador y un dispositivo de memoria conectados al compresor de aire que suministra el aire a la cavidad. El inventor ha descubierto una relación específica entre la velocidad del buque y la cantidad de aire que se requiere para proporcionar un efecto lubricante dado, que es aproximadamente proporcional a la anchura de la cavidad. Por lo tanto, el flujo de aire se puede regular sin

necesidad de ningún sensor dentro de la cavidad. Esto simplifica enormemente el propio sistema y, además, reduce el coste de su instalación.

5 Preferiblemente, la distancia entre las paredes laterales de la cavidad disminuye en una dirección hacia adelante, de modo que la parte frontal de la cavidad tiene forma de "daga". Esta forma sirve para eliminar o al menos reducir cualquier formación de olas que se pueda generar dentro de la cavidad cuando el nivel del agua no está completamente al ras con el margen inferior de la pared frontal.

10 Cuando el sistema se forma como un módulo que, por ejemplo, se va a readaptar al casco de un buque existente, puede comprender una sección de placa plana que se extiende alrededor de la abertura, donde dicha sección de placa plana está adaptada para soldarse en una abertura en el casco de un buque. Esto facilita la instalación y soldadura en lugar del módulo en el casco del buque.

15 La invención también proporciona un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre un fondo sustancialmente plano de un buque y el agua que fluye debajo del fondo a medida que el buque se mueve por el agua, por lo que el sistema comprende paredes laterales y una pared superior que define una cavidad con una abertura que define un plano de interfaz situado a una distancia de la pared superior, sustancialmente al nivel del fondo plano, donde la abertura tiene un extremo frontal y un extremo posterior vistos, cuando están en uso, en la dirección del movimiento hacia adelante de al menos un miembro deflector de olas que se extiende dentro de la cavidad en la dirección de la anchura, a una distancia del plano de interfaz, donde el miembro deflector de olas está fijado a las paredes laterales y/o pared superior y está orientado de manera sustancialmente transversal al plano de interfaz.

25 Dicho miembro deflector de olas facilita la puesta en marcha del sistema. Antes de que se active el sistema, la cavidad normalmente estará llena de agua. Por lo tanto, el sistema debe poder activarse cuando el buque se mueve a su velocidad de navegación por el agua. Al comenzar a introducir aire en la cavidad, el nivel del agua estará en la parte superior de la cavidad, y el flujo de agua debajo del casco del buque provocará una turbulencia muy violenta dentro de la cavidad, que saca un gran volumen de aire fuera de la cavidad antes de que el nivel del agua haya alcanzado el nivel de la abertura. Por lo tanto, se requiere un flujo de aire muy grande para poner en marcha el sistema, mucho mayor que el que se requiere para hacer funcionar el sistema en un estado estable. En consecuencia, se requiere una fuente de aire que tenga una gran capacidad. Sin embargo, si se proporciona(n) uno o más miembro(s) deflector(es) de olas dentro de la cavidad, la turbulencia generada por las ondas que emergen del borde del extremo frontal de la cavidad y la turbulencia generada desde allí se desviarán, por lo que se extraerá menos aire de la cavidad durante la puesta en marcha inicial del sistema. En consecuencia, una fuente de aire que tenga una capacidad más baja, una capacidad que sea solo ligeramente mayor que la que se requiere para hacer funcionar el sistema en un estado estable, es suficiente para poder poner en marcha el sistema. Preferiblemente, el al menos un miembro deflector de olas está curvado, por lo que amortiguará incluso mejor la formación de olas dentro de la cavidad.

40 También se proporciona un buque de desplazamiento que tiene un desplazamiento de agua de al menos 10.000 toneladas, preferiblemente 50.000 toneladas y más, y que comprende al menos una cavidad para proporcionar una capa lubricante de aire entre el casco del buque y el agua que fluye debajo del casco a medida que el buque se mueve por el agua, donde el buque tiene un fondo sustancialmente plano que se extiende sustancialmente a lo largo de la anchura del mismo, donde el fondo plano tiene una longitud de al menos 10 m, preferiblemente de al menos 20 m, y un dispositivo de propulsión para navegar a una velocidad, donde la abertura de la cavidad está sustancialmente al nivel del fondo plano, y de manera que una porción del fondo plano que tiene una longitud al menos tan grande como la longitud de una cavidad, preferiblemente de al menos 15 m, se extiende aguas abajo desde la cavidad o cada una de ellas.

50 Para crear una capa lubricante a lo largo de la anchura del casco de un buque grande, se puede disponer una pluralidad de cavidades sustancialmente adyacentes en al menos una parte de la anchura del casco.

55 Para un buque largo, una pluralidad de cavidades o una pluralidad de filas de cavidades adyacentes que se extienden transversalmente pueden disponerse unas tras otras en la dirección longitudinal del casco. El efecto lubricante de las burbujas emitidas por una cavidad comenzará a disminuir a partir de 50 a 100 m, por lo que, en un gran buque que puede tener hasta 400 m de largo, conviene prever al menos 4-8 cavidades distribuidas en la dirección de la longitud, o 4-8 filas de cavidades adyacentes que se extienden transversalmente, unas tras otras en la dirección longitudinal del buque.

60 También se proporciona fuera de la invención un método de hacer funcionar un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre el casco de un buque que tiene un fondo sustancialmente plano y el agua que fluye debajo del casco a medida que el buque se mueve por el agua, donde el método comprende:

- 65
- introducir aire en la cavidad para expulsar agua fuera de la cavidad,
  - continuar introduciendo aire en la cavidad a una velocidad tal que el nivel del agua en la cavidad se mantenga sustancialmente al nivel de la superficie externa del fondo plano, por lo que, cuando el buque

- se mueve hacia adelante por el agua, el aire de la cavidad se mezclará con el agua en la interfaz de aire y agua, lo que forma una mezcla de aire y agua, y
- permitir que dicha mezcla salga de dicha cavidad debajo del borde posterior de la misma, a lo largo de la anchura de la abertura, de manera que formará una capa lubricante a lo largo del fondo plano aguas abajo de la cavidad.

5

Preferiblemente, el aire se inyecta en la cavidad de tal manera que se evite el impacto directo sobre la mezcla de aire y agua. Para que la KHI funcione correctamente y para evitar la formación de burbujas grandes que solo tendrán un efecto lubricante pobre, que no dura mucho, es importante que la interfaz de aire y agua no se vea afectada por un fuerte chorro de aire inyectado. Preferiblemente, el aire se inyecta a la cámara a través de una gran abertura, por lo que la velocidad del aire en la abertura de entrada se puede mantener baja, preferiblemente por debajo de 5-10 m/s.

10

También se proporciona un método para proporcionar un sistema como se establece anteriormente en el casco de un buque, donde el método comprende:

15

- cortar un orificio en el casco del buque,
- colocar la abertura de modo que comunique con el orificio y soldar las paredes de la cavidad al casco del buque,
- conectar un conducto de aire a la cavidad.

20

Según este método, el sistema se puede proporcionar fácilmente en el casco de un buque existente, por lo que se puede lograr un ahorro de energía para la propulsión de hasta un 15 % en los buques existentes.

## 25 Breve descripción de los dibujos

Algunas formas de realización de un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre el casco de un buque y el agua que fluye debajo del casco a medida que el buque se mueve por el agua según la presente invención se describirán en detalle a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

30

La figura 1 muestra una vista esquemática lateral de un buque que, a modo de ejemplo, comprende dos cavidades dispuestas una tras otra en el casco del buque,

La figura 2 muestra una vista inferior del buque,

La figura 3 muestra una vista esquemática lateral del sistema según la invención que tiene miembros deflectores de olas curvados que se extienden transversalmente en la cavidad,

35

La figura 4 muestra una vista esquemática lateral del sistema según la invención que tiene miembros deflectores de olas sustancialmente planos que se extienden transversalmente en la cavidad,

La figura 5 muestra una vista esquemática de la abertura de una cavidad, vista desde el fondo del buque.

## 40 Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra un lado esquemático de un buque 1 según la invención que tiene un casco 2 y una superficie inferior 3. El casco 2 tiene una longitud  $L_h$  de, por ejemplo, entre 50 m y 400 m, medida a lo largo de la superficie de fondo 3.

45

Como se muestra en la figura 2, la superficie de fondo 3 del buque 1 comprende dos filas de cavidades 6, donde cada una tiene cinco cavidades 6.1a a 6.1e y 6.2a a 6.2e dispuestas unas al lado de otras a lo largo de la anchura  $W_v$  del buque. La anchura  $W_v$  puede estar comprendida entre 10 y 50 m, por ejemplo, entre 15 m y 20 m. Las filas se muestran con una forma general de V, pero las cavidades también podrían estar dispuestas en una línea recta o curvada, o en cualquier otro patrón. El número de cavidades se selecciona según la anchura  $W_v$  de la superficie de fondo 3. Sin embargo, también es posible tener una sola cavidad en la superficie de fondo 3.

50

Preferiblemente, todas las cavidades tienen las mismas dimensiones, pero también podrían tener dimensiones diferentes, por ejemplo, las cavidades cerca del lado del buque podrían tener una forma y/o un tamaño diferente(s).

55

Las figuras 3-5 muestran una cavidad 6 que tiene un extremo frontal 9, un extremo posterior 15, una pared superior 4, una pared posterior 16, dos paredes laterales 5, 5' y una entrada de aire 10, un conducto de suministro de aire 11 conectado a la entrada de aire 10. La cavidad 6 comprende, además, una abertura 13 que está sustancialmente al ras con la superficie de fondo 3. La abertura 13 tiene una longitud  $L_c$  que es relativamente corta en comparación con la longitud del buque  $L_h$  y que se encuentra entre 2 m y 10 m. La anchura  $W$  de la abertura 13 (véase la figura 5) está comprendida preferiblemente entre 0,5 m y 1,5 m. La cavidad tiene una altura  $H$ , medida desde la superficie de fondo 3 hasta una pared superior 4, que puede estar comprendida entre 0,2 m y, por ejemplo, 0,5 m.

65

Otras cavidades de tamaño pequeño que tienen una longitud  $L_c$  de entre 1,5 m y 5 m a una altura  $H$  de entre 0,2 m y 1,5 m, preferiblemente entre 0,2 m y 1 m también proporcionan una capa lubricante de aire estable y eficiente.

5 Cerca de un extremo frontal 9 de la cavidad 6, se proporciona una entrada de aire 10, que está conectada a un conducto de suministro de aire 11. Un compresor 12 coge aire atmosférico a través de un conducto 11 y suministra aire comprimido a la cavidad 6 para expulsar el agua de la cavidad. Un controlador 20, como un dispositivo informático, está conectado al compresor 12 para hacer funcionar el compresor dependiendo de la velocidad del buque.

10 Cuando el buque navega por el agua, el agua en movimiento a través de la interfaz de agua-aire en la cavidad 6 da como resultado una inestabilidad de Kelvin Helmholtz y forma burbujas de tamaño pequeño 14. Estas burbujas se escapan a través de una región de salida de burbujas en el extremo posterior 15 de la cavidad 6. En el extremo posterior 15, la cavidad 6 tiene una superficie inclinada hacia abajo, que forma un espacio en forma de cuña cerca de la parte posterior 15 de la cavidad. Desde esta región de salida, las burbujas 14 se propagan hacia la popa 18 del casco 2 para cubrir la mayor parte de la superficie de fondo 3. La superficie inclinada hacia abajo se puede formar como pared recta 16 o como pared curvada 16. La forma de realización preferida de la figura 3 muestra una pared posterior curvada 16 que, en la posición 15 de la superficie de fondo 3, es tangente a dicha superficie de fondo 3. Para que las burbujas salgan de manera fluida de la cavidad, basta con que la parte inferior de la pared posterior 16 esté curvada o inclinada. Para una transición fluida de las burbujas desde la cavidad, es importante que la pared posterior 16 se extienda hasta la posición 15 de la superficie de fondo 3. No es necesario que la porción de la pared posterior 16, que es adyacente a la pared superior 4, esté curvada o inclinada. Esta porción de la pared de fondo 16 podría ser, por ejemplo, vertical.

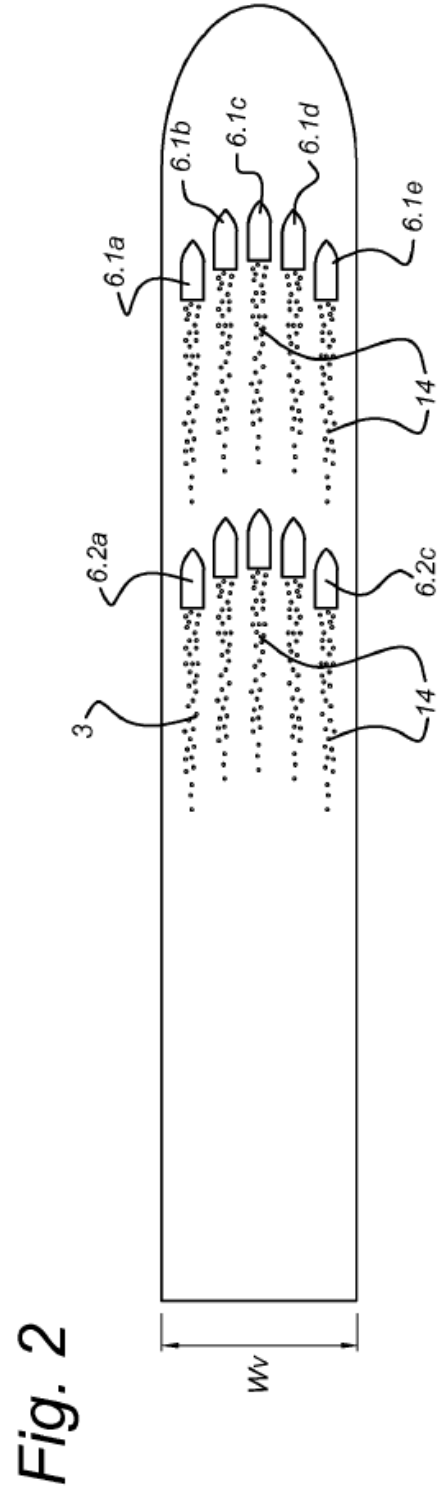
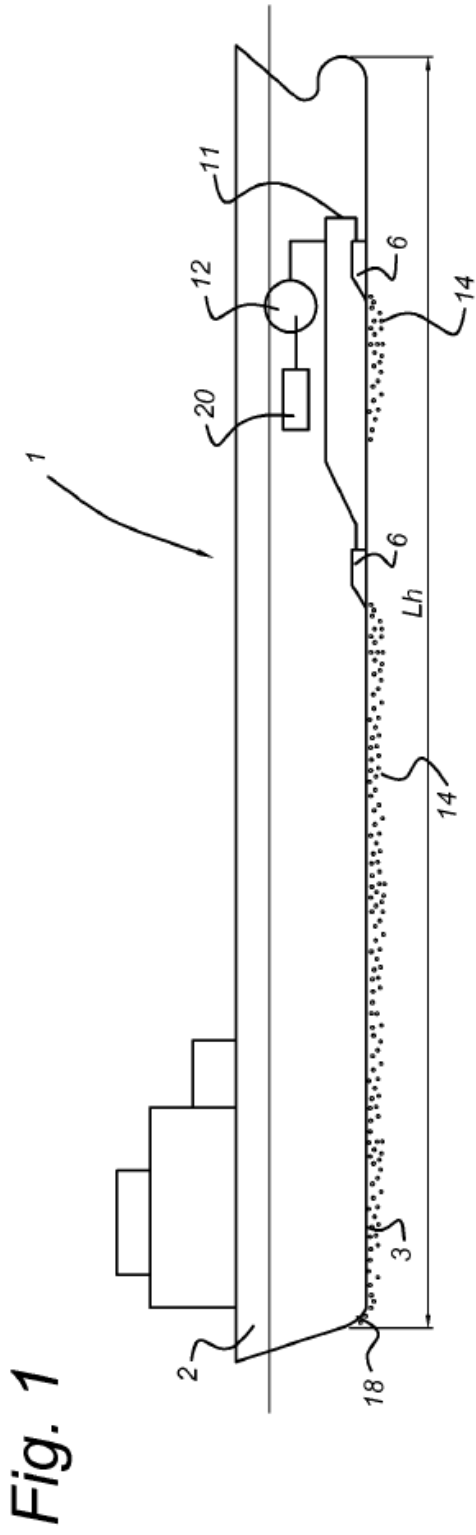
25 Como se muestra en las figuras 3 y 4, una serie de miembros deflectores de olas 7, 7', 7'' se extienden transversalmente dentro de la cavidad 6. Estos miembros deflectores de olas permanecen alejados de la pared superior 4 y/o las paredes laterales 5, 5' para permitir un flujo libre de aire a través de la cavidad. Alternativamente, los miembros deflectores de olas se extienden hasta la pared superior 4 y/o las paredes laterales 5, 5', pero son transparentes al aire, por ejemplo, al estar provistos de perforaciones o al formar un patrón similar a una malla. Estos miembros deflectores de olas 7, 7', 7'' facilitan la puesta en marcha del sistema. Antes de que se active el sistema, la cavidad 6 normalmente estará llena de agua. Los miembros deflectores de olas 7, 7', 7'' sirven para desviar las olas que emergen del extremo frontal 9 de la cavidad 6 cuando el buque se mueve hacia adelante por el agua, y la turbulencia generada allí se desviará, por lo que se extraerá menos aire de la cavidad 6 durante la puesta en marcha inicial del sistema. Un solo miembro deflector de olas 7 podría ser suficiente en algunos casos, mientras que se obtiene un efecto mejorado proporcionando más miembros deflectores de olas, como 3 o 5, o más de 5. El/los miembro(s) deflector(es) de olas se puede(n) fijar a las paredes laterales 5, 5' y/o a la pared superior 4.

40 El al menos un miembro deflector de olas 7 puede estar curvado, o puede estar formado por un elemento sustancialmente plano dispuesto verticalmente, o en un ángulo inclinado, de manera que se incline hacia la popa 18 del casco 2 en una dirección descendente. Los miembros 7, 7', 7'' pueden ser sólidos u, opcionalmente, estar provistos de orificios o aberturas que se extienden desde un lado frontal hasta un lado posterior de un miembro 7, 7', 7''.

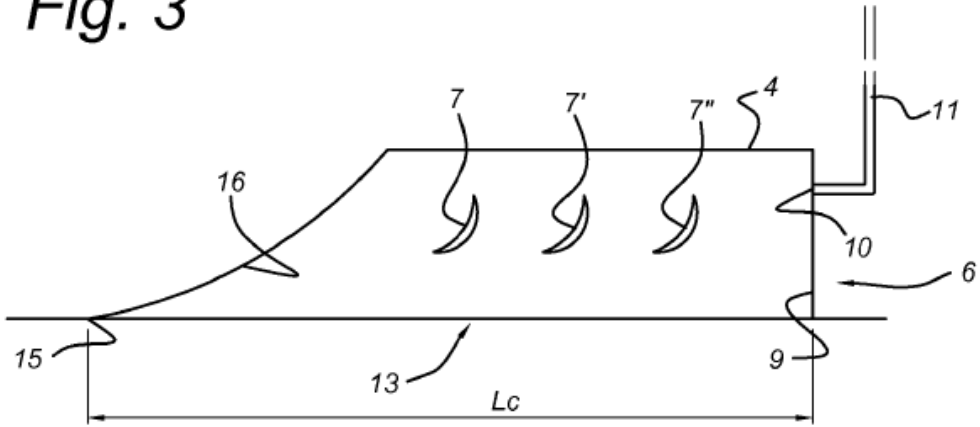
45

REIVINDICACIONES

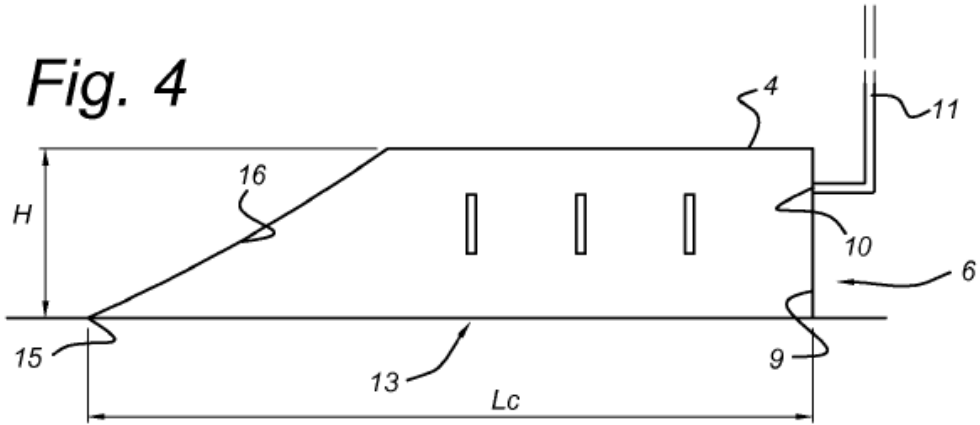
- 5 1. Buque de desplazamiento (1) que tiene un desplazamiento de agua de al menos 10.000 toneladas preferiblemente al menos 50.000 toneladas con un casco (2) que tiene un fondo sustancialmente plano (3) que tiene una longitud (Lh) de al menos 10 m, preferiblemente al menos 20 m, y un dispositivo de propulsión para navegar a una velocidad, y un sistema para proporcionar una capa lubricante de aire entre el fondo sustancialmente plano (3) del casco (2) del buque de desplazamiento y el agua que fluye debajo del fondo a medida que el buque se mueve por el agua, por lo que el sistema comprende paredes laterales (5,5') y una pared superior (4) que define una cavidad (6) con una abertura (13) situada en un plano de interfaz que es transversal a las paredes laterales (5,5'), al nivel del fondo plano (3), donde la abertura tiene un extremo frontal (9) y un extremo posterior (15) vistos en la dirección de la longitud de la cavidad, una entrada de aire (10) separada de la abertura adaptada para introducir aire en la cavidad a una velocidad tal que el nivel de agua en la cavidad se mantendrá sustancialmente al nivel de la superficie externa del fondo plano,
- 10
- 15 por lo que, cuando el buque se mueve hacia adelante por el agua, el aire en la cavidad se mezclará con el agua en la interfaz aire-agua, lo que forma una mezcla de aire y agua que sale de la cavidad debajo del borde posterior y que forma una capa lubricante a lo largo de una porción del fondo plano aguas abajo de la cavidad que tiene una longitud al menos igual a la longitud  $L_c$  de la cavidad y, donde:
- 20 - la longitud de la abertura (13) de la cavidad (6) está comprendida entre 2 y 10 m, preferiblemente entre 2 y 7 m, más preferiblemente entre 2 y 5 m, y la distancia (H) de la pared superior (4) desde el plano de interfaz está comprendida entre 0,2 m y 0,5 m, o
- 25 -la longitud de la abertura (13) de la cavidad (6) está comprendida entre 2 m y 5 m, y la distancia (H) de la pared superior (4) del plano de interfaz está comprendida entre 0,2 m y 1,5 m, preferiblemente entre 0,2 m y 1,0 m, de la manera más preferible, entre 0,2 m y 0,5 m,
- 30 donde la cavidad (6) tiene una anchura (W) de entre 0,5 m y 1,5 m, donde al menos una porción (16) del extremo posterior (15) de la cavidad (6) se inclina desde la pared superior (4) hasta el plano de interfaz cuando se dirige en una dirección hacia atrás, la parte de pared inclinada se extiende hasta la posición de un plano de fondo sustancialmente horizontal para intersectar el fondo **plano**, donde el sistema comprende una pluralidad de cavidades (6,1a - 6,1e y 6,2a - 6,2e) **dispuestas unas al lado de otras a largo de al menos una parte de la anchura del fondo plano (3), donde el buque comprende medios (12) para controlar el volumen de aire que se introduce en la cavidad (6) proporcional a una anchura (W) de la cavidad, dependiendo de la velocidad del buque, de manera que, para una cavidad de una anchura de aproximadamente 1 m:**
- 35
- 40 **a una velocidad de 4 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 7 y 70 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 5 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 15 y 150 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 6 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 25 y 250 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 7 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 45 y 450 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 8 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 70 y 700 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 10 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 100 y 1000 m<sup>3</sup>/h,  
a una velocidad de 11 m/s se proporciona un flujo de aire de entre 140 y 1400 m<sup>3</sup>/h, y  
a una velocidad de 12 m/s se proporciona un flujo de aire entre 260 y 2600 m<sup>3</sup>/h.**
- 45
2. **Buque (1)** según la reivindicación 1, donde la parte de pared inclinada es tangente al plano inferior en la posición del plano inferior.
- 50 3. **Buque (1)** según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, por lo que al menos la porción (16) del extremo posterior (15) de la cavidad (6), que es adyacente a la abertura (13), es convexa.
4. **Buque (1)** según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde una distancia entre las paredes laterales (5, 5') disminuye cuando se dirige hacia la parte frontal (9).
- 55 5. **Buque (1)** según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una sección de placa plana (8) que se extiende alrededor de la abertura (13), donde dicha sección de placa plana (8) está adaptada para soldarse en una abertura en el casco (2) de un buque para estar al ras con el casco.



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

