



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 638**

51 Int. Cl.:
B63B 39/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03796307 .1**

96 Fecha de presentación : **22.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1542900**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.06.2005**

54 Título: **Sistema de intercambio de lastre para navios marinos.**

30 Prioridad: **23.08.2002 US 405512 P**
10.07.2003 US 617957

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.10.2011

73 Titular/es: **SAUDI ARABIAN OIL COMPANY**
R-3296, Administration Building
Dhahran 31311, SA

72 Inventor/es: **Scott, Thomas, J.**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 366 638 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 intercambio de lastre para navíos marinos

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a métodos y aparatos para controlar la entrada, intercambio y descarga de lastre de agua de mar procedente de navíos marinos tales como VLCC (gran petrolero), barcos portacontenedores, barcos con tanques de aceite y similares.

10

Antecedentes de la invención

Con el fin de mantener la estabilidad y funcionamiento seguro de un navío de carga vacío o cargado parcialmente, es necesario añadir agua del mar a los tanques de lastre para recortar el navío y/o lograr un proyecto predeterminado.

15

En muchos ejemplos, navíos de carga aceptan agua de mar como lastre en un primer puerto, transportan el agua de mar como lastre muchas miles de millas a un segundo puerto donde la carga es cargada y el lastre de agua de mar descargado en el puerto local o lugar de amarre. Se ha bien documentado que el lastre de agua de mar cargado en una embarcación puede contener una variedad de organismos vivos que van desde bacterias microscópicas a plantas marinas, peces, crustáceos y otra vida marina que pueda tener un impacto ecológico negativo cuando se descargan en las aguas locales en el puerto de escala. Aunque se han llevado a cabo algunos esfuerzos para reducir este problema mediante la aportación de al menos un sistema de filtración de crudo para evitar la entrada de roedores, peces, cangrejos y similares, estos esfuerzos no han sido particularmente efectivos.

20

25

Grandes volúmenes de agua deben habitualmente introducirse en los tanques de lastre de navíos y la carga debe realizarse tan rápidamente como sea posible debido a las grandes tasas de demora asociadas con la carga ineficiente o parada de navíos marinos comerciales. Métodos y aparatos mejorados son necesarios para eliminar o reducir sensiblemente los efectos adversos asociados con las prácticas actuales de embarcaciones marinas que transportan y descargan en puntos lejanos grandes volúmenes de agua que pueden contener vida marina y biológica que pueden tener un impacto adverso en la ecología marina en el punto o puntos de descarga.

30

Un método y aparato que incluye un conducto de toma de entrada de proa y que utiliza la diferencia de la presión hidrodinámica para realizar un intercambio de agua en tanques de lastre mientras el barco está navegando se describe en USP 6,053,121. Agua de mar fresca presurizada de un conducto principal que contiene agua de mar fresca se introduce en la base de un extremo de un tanque de lastre y un sumidero en la base con válvula en el extremo opuesto del tanque de lastre descarga el agua a través de la parte inferior del casco en el mar. Tal como se describe en la patente '121, en base a datos experimentales de laboratorio, después de seis horas de funcionamiento de un sistema a pequeña escala, una solución de agua sal en el tanque principal se diluía al 25% de su contenido original de sal. No se sugiere o se muestra en las descripciones de la patente '121 que el agua en el tanque de lastre se descargaría a través de un puerto o salida en la parte superior del tanque de lastre, ni describe el deseo de la extracción de vida marina biológica desde el tanque de lastre.

35

40

Es por lo tanto un objeto de esta invención proporcionar un método y un aparato para intercambiar rápidamente lastre de agua de mar de navíos marinos que elimina o reduce ampliamente el transporte del lastre original en grandes distancias desde el origen del lastre, juntamente con los organismos marinos arrastrados en éste.

45

Es un objeto adicional de esta invención proporcionar un aparato eficiente y económico para introducir y descargar lastre de agua de mar en los tanques de lastre de un navío marino mientras el navío está navegando.

50

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un método y un aparato que permita el control a mano del volumen del lastre de agua de mar, así como su posición en uno o más tanques de lastre en el navío, a la vez que se minimiza la utilización de bombas y energía que debe proporcionarse mientras el navío está navegando.

55 Resumen de la invención

Los objetos anteriores y otras ventajas se consiguen a través de un aparato según la reivindicación 12 y un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el agua se admite de forma continua a través de al menos una abertura en la proa de un barco y se transmite a través de uno o más conductos principales con la abertura de la proa para la distribución hacia la base de un tanque de lastre para desplazar el agua de lastre existente hacia arriba a través del tanque y descargando el agua de lastre al mar a través de uno o más puertos o salidas de descarga de desagüe que están posicionados en el punto superior del tanque de lastre tan cerca de la traca de arrastre como sea posible.

60

A medida que el barco avanza, el agua de mar se admite a través de una o más aberturas de proa y se distribuye en las regiones inferiores de los tanques de lastre y se eleva para desaguar a través de los puertos de descarga en cada uno de los tanques de lastre en los cuales se admite. El desagüe se descarga en el mar. Cuanto mayor es la

65

velocidad de avance del navío, mayor será el caudal volumétrico de agua a través del conducto(s) principal y después a través de los tanques de lastre y puertos de descarga.

5 En una realización particularmente preferida, se proporcionan dos oberturas de proa, cada obertura está provista de al menos una válvula que comunica con un conducto principal y cada conducto presenta salidas con válvulas que se extienden hacia o a través de cada pluralidad de tanques de lastre a lo largo de la longitud y en ambos lados de la quilla central. Al menos un empalme en T de entrada o ramificación se proporciona para introducir agua de mar fresca desde el conducto principal hacia la zona base o inferior de los respectivos tanques de lastre.

10 En otra realización preferida, una pluralidad de oberturas de entrada en cada tanque de lastre se proporcionan desde el conducto principal para maximizar el caudal y distribución entrante del agua de mar a todas las regiones inferiores del tanque de lastre con el fin de facilitar el efecto de descarga y la sustitución del agua de lastre existente. Las posiciones de las múltiples oberturas de entrada se seleccionan en base a mamparos, montantes, tabiques y elementos estructurales existentes dentro de cada uno de los tanques de lastre.

15 En otra realización preferida del aparato y método de la invención, cada uno de los empalmes en T en el tanque de lastre está provisto de al menos, aunque más preferentemente dos válvulas secuenciales que son controladas por accionadores que actúan hidráulicamente. Las válvulas están posicionadas entre el conducto principal y cualquier descarga de abocinamientos de succión. El uso de dos válvulas en serie aporta un margen añadido de seguridad en el caso de un malfuncionamiento o bloqueo en una de las válvulas. El funcionamiento de los accionadores hidráulicos está dirigido preferentemente desde un panel de control situado en la sala de control de carga, puente y/o otras áreas de operaciones del barco. Como una precaución de seguridad adicional, también pueden proporcionarse posicionadores de válvula accionables manualmente en cada válvula.

25 La instalación de al menos dos válvulas en una o más oberturas de entrada en proa también es preferida. Con el fin de proteger la válvula del impacto con restos sumergidos, una parrilla de entrada de alta resistencia, tal como una rejilla de acero o barras de acero inoxidable puede proporcionarse. La válvula de control principal para admitir agua de mar es preferentemente una válvula de bola con un accionador hidráulico. Detrás de la válvula de bola se instala preferentemente una válvula de doble compuerta, también colocada con un accionador hidráulico. Las oberturas de proa pueden opcionalmente ajustarse con una o más tapas o puertas accionadas hidráulicamente. En el caso de un fallo accidental del sistema de alimentación hidráulico, las puertas de proa se aseguran a la posición cerrada. Las válvulas de entrada también están construidas para volver a su posición cerrada en el caso de un fallo de alimentación.

30 El aparato y su método de funcionamiento se diferencian de la técnica anterior en el hecho de que los puertos de entrada para el agua de lastre están habitualmente situados en la parte posterior del barco en las proximidades de la sala de bombas. Tal como se apreciará por aquellos expertos en la materia, se requiere una cantidad considerable de energía para alimentar las bombas a la vista del gran volumen de agua que debe desplazarse. Además, los sistemas de la técnica anterior y métodos de funcionamiento solamente proporcionan la dilución del agua que ha sido conducida hacia los tanques de lastre durante la descarga del barco. Esta limitación de la técnica anterior se supera con la presente invención donde el agua de lastre se desplaza hacia arriba para ser descargada desde la parte superior de los tanques, en vez de la base de los tanques como en la técnica anterior.

45 La introducción de agua de mar fresca en la sección inferior del tanque de lastre con un mínimo de mezcla provoca que el volumen de agua originalmente presente en el tanque se mueva hacia arriba, llevando con éste elementos biológicos y organismos marinos que fueron conducidos hacia los tanques cuando se llenaron. De este modo, la invención proporciona unos medios altamente efectivos de descarga del agua de lastre existente procedente de los tanques y sustituirla con agua de lastre fresca.

50 Tal como se entenderá por aquellos expertos en la materia, puede ser necesario utilizar bombas existentes para aportar suficiente lastre para mover inicialmente un gran petrolero ("VLCC") desde su puerto de descarga o amarre. Sin embargo, una vez el barco está navegando, su movimiento hacia delante establece una fuerza hidráulica contra la proa que, incluso a velocidades moderadas, es suficiente para elevar el agua de mar en los tanques de lastre. La fuerza hidráulica puede calcularse en base a la relación establecida:

55
$$\text{Arrastre (libras/pies cuadrados)} = 1/2 d v^2 k$$

Donde,

60 d= densidad del fluido, por ejemplo, agua de mar;
v= velocidad relativa del navío en el agua; y
k= coeficiente de arrastre, supuesto para que sea 1,28.

La tabla I de abajo indica la cabeza de agua, o columna de agua, que puede elevarse a diversas velocidades relativas y diámetros de tubo.

65

Tabla I- Altura de columna de agua debido a la velocidad del navío en nudos

Velocidad (Kts.) V	Coef. arrastre K	Columna de agua elevada (pies)
16	1,28	415
14	1,28	318
12	1,28	234
10	1,28	162
8	1,28	104
6	1,28	58

A partir de la tabla I, puede verse como a una velocidad relativa de catorce (14) nudos es suficiente para elevar una cabeza de agua hasta 318 pies. Esta fuerza hidrodinámica es suficiente para mover el agua de mar admitida a través de las válvulas de proa, conducto o conductos principales, empalmes en T del tanque de lastre, ramificaciones, válvulas y mamparos interiores, tabiques o conducciones, y para elevar el agua en el tramo de la pared lateral de los tanques de lastre para desaguar a través de puertos de salida del tanque.

Tal como se sobreentenderá por uno de los expertos en la materia, las válvulas individuales provistas en los empalmes en T en cada uno de los tanques de lastre pueden ajustarse para asegurar un caudal aproximadamente igual en cada uno de los tanques de lastre. Por ejemplo, la ausencia de cualquier control en el caudal impuesta en el agua de lastre de entrada, los tanques de lastre de proa pueden recibir agua a una presión hidráulica que sea efectivamente inferior que aquella del primer tanque de proa debido a las pérdidas de caudal por fricción. Con el fin de asegurar que un suficiente caudal alcance los tanques de popa para efectuar un desagüe continuo, la entrada delantera o válvulas de descarga de desagüe pueden cerrarse parcialmente para crear una contrapresión que finalmente se sentirá en los tanques de popa. Otros modos de funcionamiento alternativos incluyen reducir el diámetro del conducto principal desde proa a popa y/o reducir el diámetro de los conductos de entrada hacia los tanques de lastre de proa para restringir el avance del caudal, mientras que se proporciona empalmes en T con un diámetro más grande y/o popa con conductos de entrada.

En una realización preferida adicional, el caudal entrante de agua de mar a uno o más tanques de lastre puede reducirse o cortarse por completo cuando el barco se mueve a velocidades que producen una fuerza hidrodinámica relativamente inferior. En este modo de funcionamiento, el agua entrante puede dirigirse a uno o un grupo de tanques para conseguir una descarga completa y sustitución de agua. Después de que el primer o grupo de tanques ha conseguido el grado de intercambio deseado, el caudal se reduce y/o se corta por completo para aquellos tanques a favor de otro o grupo de tanques. A medida que la velocidad del barco y la presión hidráulica asociada se incrementan, el grado de intercambio para tanques individuales también se incrementa.

En una realización preferida de la práctica de la invención, un navío que está provisto del aparato de carga y descarga de lastre de la invención se carga con la cantidad mínima de lastre de agua de mar requerida para recortar el navío y permitir su movimiento seguro desde un punto de amarre o atraque. Después de que el navío se ha alejado de su posición de amarre y coge velocidad, una o más puertas de proa se abren para exponer el puerto o puertos de entrada. Válvula de proa asociadas se abren para permitir la entrada adicional de agua de mar que es dirigida por válvulas de control desde el conducto principal de entrada a ramificaciones y los tanques de lastre son llenados a un nivel deseado predeterminado. Una vez se han cargado los volúmenes deseados de lastre de agua de mar y mientras el barco está aún navegando, se abren válvulas de descarga de lastre y el lastre en los tanques se descarga en un estado constante o caudal de equilibrio de entrada y descarga. En esta práctica del método, el agua de lastre circula de forma continua desde una toma de entrada en la proa a través de los tanques y se descarga de nuevo en el mar. El caudal continuará inocuo al navío y su estructura siempre que las válvulas de descarga se dejan abiertas en todo momento. De esta manera, la invención evita la práctica actual de cargar y transportar agua de lastre que contenga vida marina local de un punto a un puerto que pueda estar alejado a miles de millas.

El método puede continuarse durante el trayecto de modo que el intercambio sea continuo. De forma alternativa, el lastre puede mantenerse durante la mayoría del trayecto y el intercambio iniciado cuando el navío está más cercano al destino, aunque todavía en el mar. El intercambio entonces llevará la vida marina local hacia los tanques de lastre, y cualquier descarga necesaria de ésta en puerto no tendrá un efecto ecológico adverso.

En el caso que limitaciones de velocidad, corriente oceánica, altura de los requisitos de la línea de flotación, limitaciones en conducciones debido a la configuración preexistente en los barcos y similares no proporcionen suficiente presión para realizar un intercambio completo, pueden emplearse bombas de agua de lastre auxiliares en la práctica de la invención.

Tal como se sobreentenderá a partir de la descripción anterior, la invención proporciona varios modos de funcionamiento cuando el barco está navegando. Estos modos dependerán de la velocidad relativa en cualquier momento dado, y también del grado de cambio de la velocidad con respecto al mar por el cual se está moviendo el barco.

El uso de instrumentos convencionales que están adaptados para utilizarse en el método y con el aparato de la invención proporcionarán medios para mostrar visualmente la condición de cada uno de los tanques de lastre y el punto al que el agua de lastre original ha sido intercambiado con el agua de mar a través del cual se está moviendo el barco.

5 Tal como será evidente para un experto en la materia, todo el sistema puede controlarse opcionalmente con un ordenador con fines generales adecuadamente programado. El uso de datos de calibración obtenidos empíricamente y/o con cálculos teóricos, los tiempos y proporciones de intercambio en diversos caudales se determinan para un número de diferentes velocidades del barco con relación al agua en las tomas de entrada de la proa. Caudalímetros en diferentes posiciones a lo largo de conductos centrales o conductos principales se instalan preferentemente proporcionando datos precisos en tiempo real, permitiendo así ajustes programados y automáticos de válvulas individuales, o grupos de válvulas en respuesta a condiciones de cambio.

15 Los programas pueden incluir el intercambio en una base de primero en entrar y al final salir o viceversa; o sobre un caudal igual e intercambio en todos los tanques de lastre de forma simultánea; o sobre cualquier orden Ad hoc seleccionado por el operario en el inicio de la salida del barco de la instalación de descarga.

20 También pueden instalarse caudalímetros en los puntos de desagüe para proporcionar información en tiempo real en el panel de control para indicar la proporción relativa de intercambio de agua en cada uno de los tanques de lastre. Los accionadores hidráulicos pueden utilizarse para ajustar el caudal a través de válvulas sucesivas hasta que se obtiene el equilibrio deseado. Puede utilizarse un ordenador con fines generales apropiadamente programado para realizar estas correcciones de forma automática.

25 Instrumentación adicional puede incluir sensores de temperatura situados en la toma de entrada de proa para la entrada de agua de mar, en los puertos de desagüe y en una o más posiciones en los tanques de lastre. Ya que la temperatura del agua mantenida en los tanques de lastre será diferente, es decir, más caliente o más fría que el agua de mar entrante, la información sobre el diferencial de temperatura también puede servir para indicar el punto del intercambio. Por ejemplo, cuando la temperatura del agua de mar que sale y que entra son la misma, o sensiblemente la misma, se completará el intercambio.

30 La proporción de caudal a través de los respectivos tanques de lastre también puede controlarse mediante el ajuste de válvulas en los empalmes de desagüe. Esto puede ser menos deseable, ya que se crea una presión interna además de la presión estática de la cabeza de agua en los tanques de lastre.

35 A partir de lo anterior, se sobreentenderá que el intercambio de lastre es esencialmente continuo mientras el barco se está moviendo a una velocidad suficiente para establecer las presiones hidráulicas requeridas y las oberturas de proa están admitiendo agua de mar fresca a través de los conductos principales. De esta manera, organismos marinos peculiares en una zona se mezclarán con agua de mar tan pronto como el barco esté navegando y se desplazarán por completo desde el sistema de lastre mediante una acción de descarga dentro de tres intercambios volumétricos.

45 Los tanques de lastre también pueden estar provistos de tabiques y desviaciones que dirigen el agua que entra para descargar las esquinas y/o otros tramos internos que de lo contrario pueden retener lastre estancado existente. La descarga eficiente también puede efectuarse con boquillas y/o salidas distribuidoras en las conducciones conectadas curso abajo de los empalmes en T y/o válvulas de entrada.

50 El caudal de agua de intercambio de lastre depende de un número de factores que incluyen la velocidad del barco con relación al agua a través de la cual se está moviendo, el diámetro del conducto principal de los respectivos empalmes en T de entrada y tuberías a través de las cuales el agua procedente del conducto principal es admitida en cada uno de los tanques de lastre. En muchos navíos cisterna grandes, los tanques de lastre se extienden alrededor de seis pies entre las placas del casco y las paredes internas de los tanques. De este modo se proporciona un espacio amplio para la instalación de uno o más conductos principales en cada lado de la pared que divide la quilla central. El área total o combinada del desagüe superior de los tanques o salidas de descarga será al menos igual al área total de los conductos de entrada en la base del tanque para minimizar la contrapresión debido a restricciones del caudal.

60 En una realización preferida, un solo conducto principal con un diámetro de aproximadamente 20 pulgadas se extiende desde cada uno de las oberturas de proa de estribor y babor hasta los tanques de lastre de la popa. Un solo empalme en T para una ramificación de 10 pulgadas se proporciona a lo largo del conducto principal a cada uno de los tanques de lastre. La salida de desagüe también tiene preferentemente un diámetro de 10 pulgadas o un conducto más grande con empalmes con resaltes externos adecuados que se posiciona en las proximidades de la parte superior del tanque de lastre. De acuerdo con un diseño convencional, los tanques de lastre también están colocados con respiraderos.

65 Si fuera necesario para cerrar las válvulas de proa, el lastre se retendrá en sus respectivos tanques, tuberías auxiliares, tales como aquel que es convencional en barcos actuales puede proporcionarse si fuera necesario para

reducir el lastre en uno o más tanques. En una realización preferida, un barco que ya esté puesto en servicio con conductos y bombas convencionales se moderniza al proporcionar una o más oberturas de entrada de proa y que extienden las tuberías existentes desde los tanques de lastre de proa para conectarse a las oberturas de proa y válvulas. Este método permite a barcos con diseño y construcción actual que sean modernizados para tomar la ventaja de ahorro en los costes y beneficios ecológicos de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación con mayor detalle y con referencia a las hojas de dibujos adjuntos en los que elementos iguales tienen el mismo número, y donde:

La figura 1 es una vista en alzado lateral de un buque petrolero de la técnica anterior que ilustra una construcción típica;

La figura 2 es una vista en planta superior de un navío marino similar al de la figura 1 equipado con una realización de la invención;

La figura 3 es una vista en alzado lateral aumentada en sección transversal de un tramo de un casco de un navío marino que ilustra de forma esquematizada otra realización preferida de la invención;

La figura 4 es una ilustración esquemática de un tramo de una realización preferida de una entrada de lastre y sistema de control para utilizar con la realización de la figura 3; y

La figura 5 es una vista del extremo en sección transversal de un navío ajustado con la invención de la figura 3, que ilustra de forma esquematizada el flujo del agua de sustitución de sentina.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

En referencia a los dibujos, la figura 1 es un alzado lateral de un cargador típico de la técnica anterior, proporcionando el tramo delantero los compartimentos de carga, con el motor, sala de bombas y otras mecánicas en el tramo de popa del casco.

Una realización del aparato y método de funcionamiento de la invención se ilustra en la figura 2 que representa, visto en planta, un buque petrolero típico 1 que tiene una pluralidad de tanques de lastre de estribor y babor 2A, 2B a través de 6A a 6B. De acuerdo con la construcción marítima estándar, el petrolero presenta un mamparo central 8 que se extiende desde la proa 10 hacia la popa. El posicionamiento de la proa y la superestructura de popa y sala de máquinas de un navío típico de la técnica anterior se muestra en la vista en alzado lateral de la figura 1.

De acuerdo con la invención, la proa del navío está colocada con una o más puertas accionadas hidráulicamente 12 que, cuando están abiertas, permiten que el agua fluya hacia al menos un conducto de entrada 14. En una realización preferida, la toma de entrada de agua de mar 14 se separa en un empalme en Y 16 en conductos principales de estribor y babor 18 y 20, respectivamente, que se extienden hacia abajo en cualquier lado del mamparo central 8 para proporcionar agua de mar fresca al intercambio de lastre en cada uno de los tanques de lastre de estribor y babor.

Cada uno de los tanques de lastre de estribor y babor se unen a un respectivo conducto principal de estribor y babor 18, 20 mediante al menos un empalme en T para ramificación, referido en general con 22. Los conductos de alimentación 22 se unen a los conductos principales 18, 20 con empalmes de despegue que minimizarán pérdidas por rozamiento a medida que el agua cambia de dirección desde su recorrido longitudinal a lo largo de la línea de la quilla a un caudal por lo general transversal que se suministra a los tanques de lastre individuales posicionados a lo largo del casco. En una realización preferida, los conductos de alimentación 22 finalizan en un abocinamiento que tiene una pluralidad de salidas que están posicionadas para dirigir el agua de mar entrante de intercambio que alcanzan toda el área o volumen base del tanque de lastre con el fin de mezclar con el lastre almacenado existente y desplazar y mantener en circulación la vida marina de modo que se descargará desde la parte superior del tanque a medida que se complete el intercambio. El abocinamiento puede tomar la forma de conducciones ramificadas que entren en la base de los respectivos tanques de lastre a través de empalmes separados. Alternativamente, el distribuidor puede tomar la forma de un conducto que tenga solamente un punto de entrada a través de la pared del tanque que esté provisto de una pluralidad de salidas que estén fijadas en la pared interior base del tanque de lastre.

Cada tanque de lastre a lo largo del casco está provisto de al menos un puerto o salida de desagüe de descarga 37 cerca de la parte superior de la pared exterior. El puerto de descarga 37 se comunica a través de una abertura en el casco exterior del barco, permitiendo así que el agua de lastre sea descargada en el mar. El casco puede estar provisto de un empalme apropiado para dirigir el agua hacia fuera lejos del lateral del barco para minimizar la cantidad de agua de lastre que caerá por el casco exterior pintado. También pueden proporcionarse conductos que lleven agua de mar presurizada con empalmes con válvulas apropiadas en las proximidades de los puertos de desagüe de descarga de lastre para lavar la superficie exterior del casco para eliminar cualquier suciedad, vida marina o similar que pueda haberse acumulado en el casco como resultado de la descarga de agua de lastre estancada.

Con la finalidad de controlar el caudal de agua de mar entrante durante el proceso de intercambio de lastre y mantener el lastre en los tanques al final del proceso, se proporcionan válvulas de retroceso principal y secundarias

de acuerdo con las regulaciones y estándares de seguridad marítima actuales. El conducto de entrada 14 en la proa del barco está provisto de un par de válvulas de compuerta 30, y cada uno de los conductos principales de estribor y babor 18 y 20 se proporcionan con un conjunto de dos válvulas mariposa de segregación 34 para cada una de las conducciones de alimentación al tanque 22. Los puertos de descarga o desagüe para cada uno de los tanques de lastre están provistos preferentemente de un par de válvulas de mariposa 36. Las válvulas de retroceso para los puertos de descarga deberían posicionarse tan cerca de la cubierta del barco como sea posible.

En el método de funcionamiento de la invención, la(s) puerta(s) de proa 12 se abren y la presión hidráulica en el extremo curso arriba del conducto 14 se mide y se anota utilizando la instrumentación apropiada mientras el barco está navegando. Una vez la presión hidrodinámica ha conseguido el mínimo predeterminado para iniciar el intercambio de lastre, válvulas de desagüe 36 se abren completamente y uno o más juegos de válvulas 34 se abren para admitir agua a los conductos principales de estribor y/o babor 18 y 20. El intercambio de lastre en uno o más de los tanques de lastre de estribor y/o babor se inicia al abrir las válvulas 22 en una secuencia predeterminada. Por ejemplo, antes de que el barco alcance su velocidad máxima relativa con respecto al mar a través del cual se está moviendo, el diferencial de presión hidráulica o hidrodinámica puede que no sea suficiente para permitir el desagüe de todos los tanques de lastre. Utilizando información derivada de los calibres de presión en los conductos principales 18 y 20 y sobre cada uno de los conductos de alimentación 22, el agua de mar fresca se admite en uno o más tanques para empezar el intercambio de lastre. El caudal volumétrico a través de las vías de transbordo 22 es monitorizado utilizando instrumentación convencional hasta que la cantidad deseada predeterminada de agua de mar fresca ha pasado y atravesado los respectivos tanques de lastre.

Utilizando un ordenador con fines generales apropiadamente programado, los datos relacionados con diferenciales de presión y caudales en posiciones relevantes en cada uno de los conductos principales y conductos de alimentación de los tanques de lastre individuales son recogidos e introducidos para proporcionar al operador con información relacionada con la proporción de intercambio de agua de lastre, tiempo requerido para la culminación y una señal de culminación. Controladores para válvulas automáticos también se programan para responder a los datos de puntas de presión y caudal de modo que cuando se ha completado uno o más intercambios en los tanques de lastre, válvulas de alimentación 34 se cierran y las válvulas de desagüe de los tanques de lastre 36 se cierran cuando el sistema se ha estabilizado.

A medida que la velocidad del barco a través de los mares envolventes incrementa la presión hidrodinámica en los conductos principales 18 y 20 a un nivel suficiente para realizar el intercambio en tanques de lastre adicionales, un número apropiado de válvulas 34 y 36 para los respectivos tanques que se intercambian se abren. El operario o, opcionalmente, el ordenador con fines generales programado, también controla la posición de las válvulas de entrada 30 en el caso que se superen los requisitos de presión curso abajo afectan a la proporción deseada del intercambio de lastre. Si la presión en los conductos principales 18 y 20 cae por debajo de un valor predeterminado debido a un cambio en la velocidad del barco o su velocidad con relación al mar que lo envuelve, controladores de válvula responden para cerrar uno o más juegos de válvulas. Por ejemplo, si el barco se colocase en un modo de paro de emergencia, las válvulas de entrada de proa 12 se cierran con el fin de mantener los contenidos de los tanques de lastre. Cualquier reducción necesaria en los contenidos de los tanques individuales puede realizarse utilizando válvulas y conducciones convencionales en barcos.

Con referencia a la figura 3, se muestra una realización alternativa en el que se incorpora un achicador 50 en la carcasa exterior 46 del casco. El montaje de achicador 50 incluye un orificio base 52, conducto de entrada 54 y válvula de control de entrada 56. Como era el caso con las oberturas de entrada de proa, mientras el barco está navegando, la fuerza hidrodinámica del movimiento relativo del navío a través del mar es suficiente para provocar que el agua de mar fluya hacia y a través del conducto de entrada 54 y hacia el sistema de distribución. La válvula de control de entrada puede cerrarse para evitar el caudal de agua de mar entrante o la liberación del agua de lastre en el caso que la velocidad del barco sea insuficiente para mantener la altura deseada del agua de lastre. El montaje de achicador 50 también puede incluir una puerta o escotilla 58 que puede moverse hacia una posición para cerrar y sellar la obertura de entrada 52.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, un esquema de las conducciones, válvulas y bombas curso abajo relacionados del montaje de achicador 50. En esta realización, dos bombas de lastre 70 y 72 se proporcionan para asegurar el funcionamiento en el caso de una avería o mantenimiento previsto de una de las bombas. La disposición de las tuberías y válvulas curso abajo del montaje de achicador 50 puede proporcionarse de acuerdo con sistemas establecidos para la distribución de agua de lastre conocidos en la técnica anterior. En la realización particular ilustrada, las válvulas identificadas como 74 son válvulas de mariposa, aquellas identificadas como 76 son válvulas de compuerta y válvulas 78 son válvulas de seguridad. También ilustrado curso arriba de cada una de las bombas de lastre 70, 72 hay un receptáculo de separación de vacío opcional 79.

En el método de funcionamiento, la puerta del achicador 58 se abre de modo que el agua de mar sea admitida a través de la obertura 52 y fluya a través del conducto 54 a través de la válvula de entrada abierta 56. Si la presión es insuficiente para provocar que desagüe el agua de mar entrante en las partes superiores de los tanques de lastre, cualquiera o ambas de las bombas de lastre 70, 72 pueden activarse para proporcionar la presión lineal necesaria. Tal como se sobreentenderá por un experto en la materia, el agua de mar que fluye a través del conducto 54 puede

ser conducida directamente a los tanques de lastre como en la realización de la figura 1 sin atravesar las bombas de lastre 70, 72. Esto reducirá las pérdidas de rozamiento. De acuerdo con construcciones conocidas, una toma de agua de mar 73 puede proporcionar un suministro adicional de agua de mar a las bombas auxiliares de lastre 70 y 72.

5 En una realización preferida adicional, se proporciona al menos un montaje de achicador adicional 50 en una posición delantera más cerca de la proa del barco con el fin de reducir el número de empalmes y longitud del conducto a través del cual el agua de mar entrante debe fluir antes de alcanzar los tanques de lastre. Válvulas y conductos adecuados se instalan para proporcionar conexiones en el puerto de la toma de entrada de cada una de las bombas 70, 72.

10 El tamaño, posicionamiento y configuración del achicador o achicadores de esta realización pueden determinarse fácilmente por un experto en la materia en base a los requisitos de caudal y cabeza hidrostática que tiene que proporcionarse con el fin de asegurar una condición de desagüe en cada uno de los tanques de lastre del navío. Como se ha resaltado anteriormente, el caudal del agua de mar entrante a través del achicador también puede conectarse a las bombas de lastre existentes en el navío con el fin de proporcionar presión adicional para conseguir las condiciones de desagüe deseadas.

15 Como se muestra en la ilustración esquematizada de la figura 5, representando un buque carguero en el mar, la mayoría del casco está por debajo del nivel del mar. Suponiendo que los tanques de lastre de estribor y babor A y B están en comunicación fluida con el mar que le rodea, el agua de lastre estará sensiblemente a la misma altura dentro del doble casco del barco que el agua de mar en la parte exterior del casco. En esta configuración, las fuerzas hidrodinámicas de agua de mar admitidas a través de uno o más puertos de entrada combina con la presión estática existente del agua en los tanques de lastre para realizar el intercambio deseado.

20 Tal como será evidente para un experto en la materia, la proporción en la que se cambia el agua en los tanques de lastre del navío dependerá de un número de factores variables, incluyendo el diámetro de los conductos de entrada, velocidad del navío, capacidad de bombas auxiliares de agua de lastre, si se requiere, y similares. La determinación de estas variables y los cálculos necesarios requeridos para realizar la práctica del método y aparato de la invención en un barco particular y bajo condiciones de funcionamiento concretas son bien conocidas por el experto en aquellos trabajos en la materia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para reemplazar agua de lastre en al menos un tanque de lastre (2A) de un barco mientras está navegando en el mar que comprende las etapas de:
- Proporcionar un puerto de entrada de agua de mar (14) en la proa (10) del barco cuando el barco está navegando a través del mar a una presión hidrodinámica que es mayor que la presión hidrostática del agua de lastre que tiene que reemplazarse;
- 10 Medir la presión de agua hidrostática en una zona base de al menos un tanque de lastre (2A);
Dirigir el agua de mar presurizada desde el puerto de entrada (14) hacia el tramo base de al menos un tanque de lastre (2A) cuando la presión hidrodinámica excede la presión hidrostática con un valor predeterminado; y
Descargar agua en el mar desde al menos un puerto de salida (37) situado en un tramo superior del al menos un tanque de lastre (2A).
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el agua de lastre se descarga a través de una pluralidad de puertos de salida (37) en el tramo superior de al menos un tanque de lastre (2A).
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en el que el agua de mar presurizada es distribuida a lo largo de la base de al menos un tanque de lastre (2A).
4. El método de la reivindicación 3, en el que el agua de mar es dirigida hacia al menos un tanque de lastre (2A) a través de una sola abertura en una pared del tanque.
- 25 5. El método de la reivindicación 3, en el que el agua de mar es dirigida hacia al menos un tanque de lastre (2A) a través de una pluralidad de aberturas en una pared del tanque.
6. El método de la reivindicación 1 que comprende las etapas adicionales de:
- 30 Medir el caudal de descarga de agua de mar procedente de al menos un puerto de salida (37);
Continuar la descarga de agua de mar procedente de al menos un puerto de salida (37) durante un periodo de tiempo predeterminado que está basado en el caudal;
Terminar el caudal de agua en el tramo base de al menos un tanque de lastre (2A); y
35 Cerrar el al menos un puerto de salida (37) para sellar el tanque.
7. El método de la reivindicación 6, en el que la descarga es continúa durante un periodo de tiempo que es suficiente para realizar un intercambio mínimo efectivo predeterminado de sustitución de agua de mar con agua de lastre que tiene que ser substituida.
- 40 8. El método de la reivindicación 7, en el que el intercambio efectivo es al menos el ochenta por ciento.
9. El método de la reivindicación 6 que incluye dirigir el agua a otro tanque de lastre en el mismo barco.
- 45 10. El método de la reivindicación 1, en el que al menos un tanque de lastre comprende una pluralidad de tanques de lastre (2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B), comprendiendo dicho método las etapas de:
- Medir la presión hidrostática del agua en la zona base de cada tanque de lastre;
Dirigir el agua de mar presurizada desde el puerto de entrada (14) hacia el tramo base de cada tanque de lastre,
50 y
Descargar agua desde al menos un puerto de salida (37) situado en un tramo superior de cada tanque de lastre en el mar.
11. El método de la reivindicación 10, en el que el agua de mar presurizada se introduce en más de un tanque de lastre simultáneamente.
- 55 12. Aparato para intercambiar dinámicamente el agua de lastre en un barco que tiene una pluralidad de tanques de lastre (2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B), mientras el barco se está moviendo por el mar, comprendiendo el aparato:
- 60 Al menos un puerto de entrada de agua de mar sumergido en el casco del barco;
Al menos un conducto principal (18, 20) en comunicación fluida con al menos un puerto de entrada;
Al menos un conducto de alimentación (22) que se extiende desde un tramo inferior de cada uno de la pluralidad de tanques de lastre en los cuales se realiza un intercambio de lastre dinámico, y en comunicación fluida con al menos un conducto principal (18, 20); y
65 Al menos un puerto de salida (37);
Caracterizado por el hecho de que al menos un puerto de salida (37) se sitúa en la parte superior de cada uno de

la pluralidad de tanques de lastre, estando dichos al menos puertos de salida (37) provistos para la descarga de agua desde el interior de la pluralidad de tanques de lastre hacia el mar, por lo que el agua de mar admitida en al menos un puerto de entrada fluye hacia el tramo inferior de la pluralidad de tanques de lastre, siendo el agua en los tanques de lastre descargada a través de los respectivos puertos de salida.

- 5
13. El aparato de la reivindicación 12, que comprende además al menos una puerta protectora (12) para cubrir al menos un puerto de entrada.
- 10
14. El aparato de la reivindicación 12, que comprende además al menos una válvula posicionada para interrumpir el caudal a través de al menos un conducto principal (18, 20).
- 15
15. El aparato de la reivindicación 12, que incluye además al menos una válvula en cada una de las conducciones de alimentación (22) hacia los tanques de lastre.
- 15
16. El aparato de la reivindicación 12 que incluye además al menos una válvula para interrumpir el caudal de agua a través de al menos un puerto de salida (37) en la parte superior de la pluralidad de tanques de lastre.
- 20
17. El aparato de la reivindicación 12 que comprende además un distribuidor para dirigir agua desde el conducto de alimentación (22) en todo el tramo base de cada uno de los tanques de lastre.
- 20
18. El aparato de la reivindicación 12, en el que un conducto principal atraviesa las paredes de la pluralidad de tanques de lastre.
- 25
19. El aparato de la reivindicación 12, en el que al menos un puerto de entrada (14) se sitúa en la proa (10) del barco.
20. El aparato de la reivindicación 19, en el que al menos un conducto principal (18, 20) se extiende hacia la popa desde el puerto de entrada de proa (14).
- 30
21. El aparato de la reivindicación 20, en el que dos conductos principales (18, 20) se extienden longitudinalmente desde la proa (10) en cualquiera de los lados de la línea de la quilla del barco.
- 35
22. El aparato de la reivindicación 12 en el que al menos un puerto de entrada es un achicador (50) situado en la base del casco.
- 40
23. El aparato de la reivindicación 22 que comprende además al menos una bomba de lastre auxiliar (70, 72) en comunicación fluida con al menos un conducto principal y la al menos una conducción de alimentación de lastre, por lo que la presión hidrodinámica en los tanques de lastre puede incrementarse al accionar al menos una bomba auxiliar.
- 40
24. El aparato de la reivindicación 23 que comprende además una toma de agua de mar (73) colocada en el casco del barco, la toma de agua de mar en comunicación fluida con al menos una bomba de lastre auxiliar (70, 72).
- 45
25. El aparato de la reivindicación 22, en el que dos achicadores están situadas en la posición anterior y de popa en la base del casco.

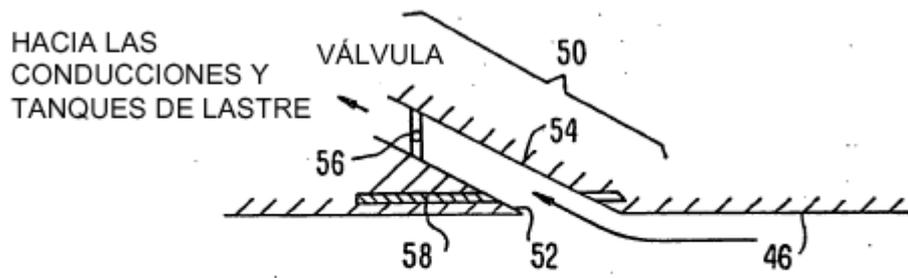


FIG. 3

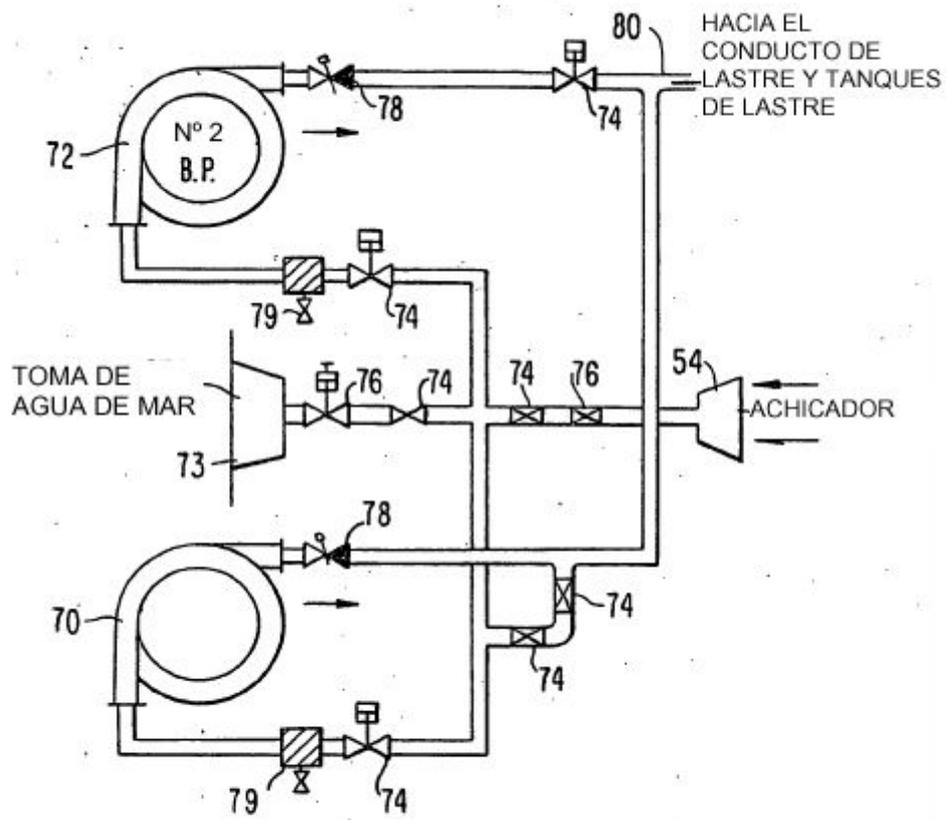


FIG. 4

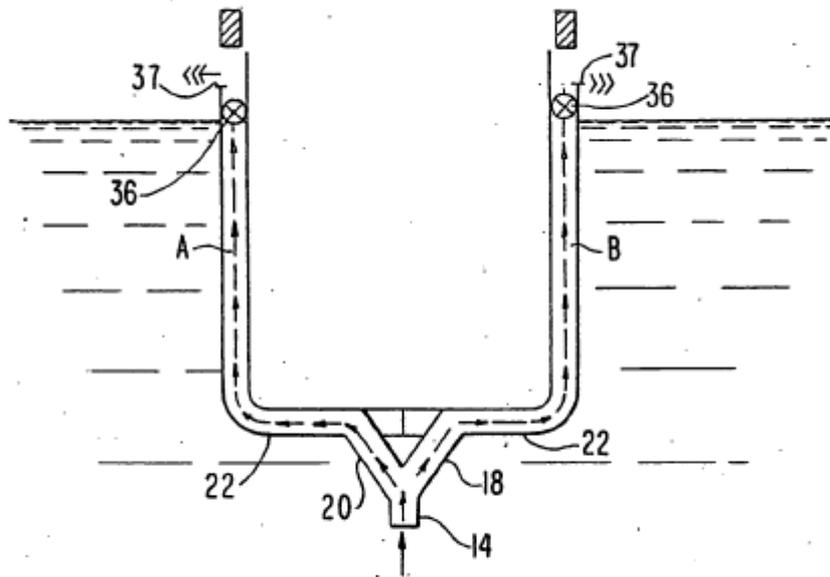


FIG. 5