

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 286**

51 Int. Cl.:

**F28F 19/00** (2006.01)  
**A61L 2/10** (2006.01)  
**B08B 7/00** (2006.01)  
**C02F 1/32** (2006.01)  
**F01P 3/20** (2006.01)  
**F01P 11/06** (2006.01)  
**F28D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2016 PCT/EP2016/062240**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016 WO16198280**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2016 E 16727423 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3308097**

54 Título: **Conjunto que comprende un compartimento húmedo y al menos una fuente de energía antiincrustante**

30 Prioridad:

**09.06.2015 EP 15171197**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.02.2020**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 52  
5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**SALTERS, BART, ANDRE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 745 286 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**

Conjunto que comprende un compartimento húmedo y al menos una fuente de energía antiincrustante

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un conjunto que comprende un compartimento húmedo que tiene al menos una abertura de entrada para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo, una unidad funcional ubicada en el compartimento húmedo, y al menos una fuente de energía que está adaptada para emitir energía para evitar la incrustación biológica de al menos una superficie que está presente en el compartimento húmedo, que incluye una superficie exterior de la unidad funcional.

La invención se refiere además a un recipiente que comprende el conjunto que se menciona.

15 Antecedentes de la invención

Una aplicación práctica de un conjunto que se menciona es en una embarcación impulsada por motor que está equipada con un enfriador de caja para enfriar el fluido de un sistema de enfriamiento del motor de la embarcación, comprendiendo el enfriador de caja una pluralidad de tubos para contener y transportar el fluido a ser enfriado en su interior. Normalmente, dicha embarcación tiene un compartimento para alojar los tubos del enfriador de caja, en el que el compartimento está definido por una porción del casco de la embarcación y las placas divisorias, y en el que las aberturas de entrada y salida están dispuestas en el casco en la posición del compartimento, de manera que el agua pueda entrar en el compartimento, fluya sobre los tubos en el compartimento, y salga del compartimento a través del flujo natural y/o bajo la influencia del movimiento de la embarcación.

Un enfriador de caja es un tipo específico de intercambiador de calor que está diseñado para su uso en una embarcación impulsada por motor. Por ejemplo, en el caso de un barco remolcador con una potencia motriz instalada de 15 MW, uno o más enfriadores de caja se aplican para transferir calor del orden de 5 MW al agua de mar. Normalmente, un enfriador de caja comprende haces de tubos con forma de U para conducir un fluido a enfriar, en el que los extremos de las porciones de pata de los tubos están fijados a una placa común que tiene aberturas para permitir el acceso a ambas porciones de pata de cada uno de los tubos. Es una opción muy práctica para permitir que el enfriador de caja realice su función de enfriamiento exponiendo continuamente sus tubos al agua de mar fresca. Sin embargo, el entorno de un enfriador de caja es idealmente adecuado para un fenómeno conocido como incrustación biológica o bioincrustación, ya que el agua de mar se calienta a una temperatura media en la vecindad de los tubos como resultado del intercambio de calor con el fluido relativamente caliente en el interior de los tubos, y el flujo constante de agua introduce continuamente nuevos nutrientes y organismos, que se sabe que causan la bioincrustación.

En general, la bioincrustación es la acumulación de microorganismos, plantas, algas, pequeños animales y similares en las superficies. Según algunas estimaciones, más de 1.800 especies que comprenden más de 4.000 organismos son responsables de la bioincrustación. Por ende, la bioincrustación es causada por una amplia variedad de organismos e implica mucho más que un acoplamiento de percebes y algas marinas a las superficies. La bioincrustación se divide en microincrustación que incluye la formación de biopelículas y la adhesión bacteriana, y la macroincrustación que incluye el acoplamiento de organismos más grandes. Debido a la química y la biología distintas que determinan lo que les impide asentarse, los organismos también se clasifican como duros o blandos. Los organismos incrustantes duros incluyen organismos calcáreos, tales como percebes, briozoos incrustantes, moluscos, poliquetos y otros gusanos tubulares y mejillones cebra. Los organismos incrustantes blandos incluyen organismos no calcáreos, tales como algas marinas, hidroides, algas y "babaza" de biopelícula. En conjunto, estos organismos forman una comunidad incrustante.

En varias situaciones, la bioincrustación crea problemas sustanciales. La bioincrustación puede hacer que la maquinaria deje de funcionar, que las entradas de agua se obstruyan, y que los intercambiadores de calor experimenten un rendimiento reducido. Por ende, el tema del antiincrustante, es decir, el proceso de eliminación o prevención de la bioincrustación, es bien conocido. En procesos industriales que involucran superficies húmedas, pueden usarse biodispersantes para controlar la bioincrustación. En ambientes menos controlados, los organismos incrustantes son destruidos o repelidos con recubrimientos usando biocidas, tratamientos térmicos o pulsos de energía. Las estrategias mecánicas no tóxicas que evitan que los organismos se adhieran a una superficie incluyen elegir un material o revestimiento para hacer que la superficie sea resbaladiza o crear topologías de superficie a nanoescala similares a la piel de tiburones y delfines, que solo ofrecen escasos puntos de anclaje.

La bioincrustación de los enfriadores de caja causa problemas graves. El problema principal es una capacidad de transferencia de calor reducida, ya que las capas de bioincrustación son aislantes de calor eficaces. Cuando las capas de bioincrustación son tan gruesas que el agua de mar ya no puede circular entre los tubos adyacentes del enfriador de caja, se obtiene un efecto de deterioro adicional en la transferencia de calor. Por lo tanto, la bioincrustación de los enfriadores de caja aumenta el riesgo de sobrecalentamiento del motor, por lo que las embarcaciones necesitan reducir la velocidad o los motores de las embarcaciones se dañan.

En la técnica se conocen disposiciones antiincrustantes para unidades de enfriamiento que enfrían el agua de un sistema de agua de enfriamiento de una embarcación impulsada por motor mediante agua de mar. Por ejemplo, el documento DE 102008029464 se refiere a un enfriador de caja para su uso en embarcaciones y en plataformas de alta mar, que comprende un sistema antiincrustante integrado para destruir organismos incrustantes mediante un proceso de sobrecalentamiento que puede repetirse regularmente. En particular, el enfriador de caja está protegido contra la incrustación de microorganismos al sobrecalentar continuamente un número definido de tubos de intercambiador de calor sin interrumpir el proceso de enfriamiento, en el que puede usarse calor residual del agua de enfriamiento para hacerlo.

En general, es conocido en la técnica usar luz ultravioleta para eliminar/prevenir la formación de biopelículas en superficies húmedas. Por ejemplo, el documento WO 2014/014779 desvela un sistema para reducir la incrustación de una superficie de un elemento ópticamente transparente sometido a un entorno marino, que incluye un LED para emitir radiación ultravioleta, un montaje para dirigir la radiación ultravioleta emitida hacia el elemento ópticamente transparente y un conjunto de circuitos de control para accionar el LED.

El documento WO 2007/096057 desvela un módulo helicoidal limpiable para la irradiación de fluidos, que comprende los siguientes componentes: un tubo de cubierta transparente a UV, una fuente de radiación y una carcasa del reactor montada en el exterior, lo que da lugar a la formación de un camello helicoidal en el que los componentes pueden moverse unos respecto a otros.

Cuando se trata de mantener los tubos de un enfriador de caja libres de bioincrustación, es posible tener un enfriador de caja que esté equipado con una pluralidad de fuentes de luz ultravioleta que se colocan en una disposición eficaz con respecto a los tubos, para que sea capaz de emitir luz ultravioleta sobre toda la superficie exterior de los tubos con una intensidad suficiente para obtener el efecto deseado de mantener los tubos limpios. Tal tipo de enfriador de caja es muy adecuado para ser usado en la práctica. Sin embargo, hay una serie de problemas asociados con el uso de las fuentes de luz ultravioleta en las posiciones del enfriador de caja y justo afuera del enfriador de caja. En primer lugar, es un hecho que las fuentes de luz ultravioleta, o las carcasas de las fuentes ultravioleta, si se aplica un tipo de fuente de energía que comprende una fuente de luz ultravioleta y una carcasa para alojar la fuente de luz, se ponen en contacto con el agua, a saber, el agua que se usa para enfriar los tubos del enfriador de caja. Incluso puede ser que las fuentes de energía estén sumergidas en el agua la mayor parte de su vida útil. En base a este hecho, es necesario usar cables eléctricos impermeables y proporcionar conexiones impermeables al agua. Además, en base a este hecho, las fuentes de energía son susceptibles de incrustación, especialmente las incrustaciones causadas por depósitos minerales. En segundo lugar, las fuentes de energía son muy difíciles de reemplazar, en caso de que sea posible hacerlo. El compartimiento de la embarcación en el que está presente el enfriador de caja solo puede ser alcanzado por buzos desde debajo de la embarcación o durante la entrada en dique seco de la embarcación. El reemplazo de las fuentes de energía bajo el agua es un trabajo molesto e incluye desafíos en el campo de las conexiones eléctricas.

#### Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar medidas para aliviar los problemas asociados con el enfriador de caja que está equipado con la pluralidad de fuentes de energía como se ha mencionado anteriormente. En general, un objeto de la invención es proporcionar medidas que impliquen mejoras con respecto a un conjunto que comprende un compartimento húmedo que tiene al menos una abertura de entrada para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo, y al menos una fuente de energía que está adaptada para emitir energía para evitar la bioincrustación de al menos una superficie que está presente en el compartimento húmedo.

Según la invención, se proporciona un conjunto que comprende un compartimento húmedo que tiene al menos una abertura de entrada para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo, una unidad funcional ubicada en el compartimento húmedo, un área seca a la que no puede llegar el agua y que está fuera del compartimento húmedo, una barrera situada entre el área seca y el compartimento húmedo, y al menos una fuente de energía que está dispuesta y configurada para emitir energía para evitar la bioincrustación de al menos una superficie presente en el compartimento húmedo, que incluye una superficie exterior de la unidad funcional, en la que la fuente de energía está dispuesta en el área seca, estando presente un camino entre el área seca y el compartimento húmedo para permitir que la energía emitida por la fuente de energía durante su funcionamiento alcance el compartimento húmedo, a través de la barrera.

En el conjunto según la invención, la fuente de energía está dispuesta fuera del compartimento húmedo. En base a la disposición de la fuente de energía en un área seca del conjunto, que es separada del compartimento húmedo mediante una barrera, se resuelven los problemas asociados con la exposición de la fuente de energía al agua. Además, es muy posible tener un acceso mucho más fácil a la fuente de energía cuando la fuente de energía está presente en un área seca en lugar de un compartimento húmedo. En aras de la exhaustividad, se observa que la definición de área seca como un área que no puede ser alcanzada por el agua, debe entenderse que se basa en la suposición de circunstancias normales. De hecho, el área seca es un área que no se supone que sea alcanzada por el agua, lo que no altera el hecho de que el área seca podría mojarse en circunstancias anormales, tales como un naufragio, en caso de que el conjunto se aplique a una embarcación. Además, se debe tener en cuenta que la

definición del área seca como fuera del compartimento húmedo, debe entenderse de manera tal que excluya cualquier área seca aislada que se extienda a través del compartimento húmedo, es decir, dentro del compartimento húmedo, tal como el interior de una carcasa que puede formar parte de la fuente de energía. En particular, en el conjunto según la invención, el área seca puede estar presente justo afuera del compartimento húmedo, adyacente al compartimento húmedo, rodeando al menos parcialmente el compartimento húmedo si es apropiado, o puede estar presente a una distancia del compartimento húmedo, por mencionar algunos ejemplos prácticos. En el contexto de la invención, el término "compartimento" debería entenderse preferentemente como que significa algo así como una habitación, sección o cámara separada.

La nueva disposición ventajosa de la fuente de energía no necesita tener un efecto decreciente sobre la eficacia del tratamiento de la(s) superficie(s) en el compartimento húmedo que se va a mantener limpio, ya que la invención también proporciona un camino presente entre el área seca y el compartimento húmedo para permitir que la energía emitida por la fuente de energía durante su funcionamiento alcance el compartimento húmedo, a través de la barrera. En muchos casos prácticos, el material de la barrera está adaptado para evitar la exposición del área seca al agua presente en el compartimento húmedo, y necesita tener una cierta resistencia, que implica una función en el bloqueo de la transferencia de energía emitida por la fuente de energía durante el funcionamiento de la misma desde el área seca al compartimento húmedo como efecto secundario. Cuando se aplica la invención, se realiza un camino que permite que la energía viaje desde el área seca al compartimento húmedo, de modo que la invención ofrece una posibilidad ventajosa de minimizar la influencia decreciente de este efecto secundario sobre la transferencia de energía desde el área seca al compartimento húmedo.

En general, el camino como se ha mencionado puede realizarse cuando al menos una porción de la barrera está adaptada para permitir que la energía emitida por la fuente de energía durante el funcionamiento de la misma pase a través de ella. Por lo tanto, en una realización práctica, la barrera puede comprender una porción que está adaptada para permitir que la energía pase a través de ella en una extensión mucho mayor que el resto de la barrera, en la que la extensión mucho mayor es incluso una extensión infinita si el resto de la barrera tiene una función en bloquear por completo una transferencia de energía. En aras de la exhaustividad, se observa que la invención también incluye una barrera que es completamente permeable a la energía. Sin embargo, en muchos casos prácticos, no se puede encontrar un material que cumpla con todos los requisitos de impermeabilidad, resistencia y permeabilidad a la energía o es muy costoso, por lo que se prefiere tener una barrera que sea permeable a la energía solo en una o más posiciones para permitir el transporte eficaz de la energía a la superficie en el compartimento húmedo que se va a mantener libre de bioincrustación.

La constitución general de la barrera como se explica en lo anterior puede realizarse proporcionando a la barrera una ventana que sea permeable a la energía emitida por la fuente de energía durante el funcionamiento de la misma. En el marco de esta posibilidad de tener una ventana en la barrera, la fuente de energía y la ventana pueden colocarse de manera que permitan que la energía llegue a la superficie en el compartimento húmedo que se va a mantener libre de bioincrustación. En la práctica, la fuente de energía puede tener una forma generalmente alargada. Por ejemplo, la fuente de energía puede ser una lámpara tubular para emitir luz ultravioleta durante el funcionamiento de la misma. En ese caso, resulta ventajoso si la ventana tiene una forma similar generalmente alargada, en la que la fuente de energía está dispuesta cerca de la ventana para tener una exposición máxima de la fuente de energía al compartimento húmedo a través de la ventana.

En muchos casos prácticos, resulta ventajoso que el conjunto comprenda una pluralidad de fuentes de energía. En tales casos, la barrera puede estar provista de una pluralidad de ventanas que son permeables a la energía emitida por las fuentes de energía durante el funcionamiento de las mismas, en el que es posible pero no esencial que cada ventana esté asociada con otra de las fuentes de energía. Todas las opciones mencionadas anteriormente con respecto a la posible presencia de una ventana en la barrera son igualmente aplicables si la barrera está provista de una pluralidad de ventanas. La invención también cubre una situación en la que la barrera está provista de una pluralidad de ventanas, y en la que se usa una sola fuente de energía, y una situación en la que la barrera está provista de una sola ventana, y en la que se usa más de una fuente de energía.

Para tener la máxima eficacia de la función antiincrustante de la fuente de energía, puede ser práctico que el conjunto comprenda una disposición de reflector para dirigir la energía emitida por la fuente de energía durante su funcionamiento hacia el compartimento húmedo. Por ejemplo, la barrera puede comprender una ventana, en la que la fuente de energía está dispuesta cerca de la ventana, y en la que un reflector está dispuesto en una posición detrás de la fuente de energía, para reflejar la energía emitida por la fuente de energía en una dirección alejada de la ventana hacia la ventana.

Como una opción alternativa para ser provista con al menos una ventana, la barrera puede estar provista de al menos un orificio, en el que el conjunto puede comprender al menos una fibra óptica que se extiende a través del orificio en la barrera, constituyendo una trayectoria óptica entre el área seca y el compartimento húmedo. Esta opción es especialmente aplicable en caso de que la fuente de energía esté adaptada para emitir energía de naturaleza óptica, tal como luz ultravioleta como se ha mencionado anteriormente. Como se sabe *per se*, un tipo adecuado de fibra óptica es fibra de vidrio. En términos generales, la barrera puede estar provista de al menos un orificio, en la que el conjunto puede comprender al menos un elemento que se extiende entre el compartimento

húmedo y el área seca, a través del orificio en la barrera, siendo el elemento capaz de transmitir la energía emitida por la fuente de energía durante su funcionamiento. En un caso en el que la unidad funcional presente en el compartimento húmedo comprende varios tubos de un aparato de enfriamiento o similares, es ventajoso que el elemento tenga una porción que esté presente también dentro del compartimento húmedo y que esté envuelta alrededor y/o entre los tubos. Por ejemplo, la porción del elemento puede estar envuelta alrededor de los tubos en forma de espiral. La disposición del elemento como se menciona aquí puede realizarse en la práctica si el elemento es suficientemente flexible, como es el caso cuando el elemento comprende una fibra de vidrio, por ejemplo.

El caso en el que la fuente de energía comprende una fuente de luz que está adaptada para emitir luz ultravioleta es uno muy práctico, ya que la luz ultravioleta es adecuada para usarse para mantener las superficies limpias de bioincrustación. En tal caso, es práctico que la barrera esté provista de una ventana óptica que sea permeable a la luz ultravioleta. Dicha ventana óptica puede comprender cualquier tipo de material adecuado, en el que es posible que la ventana óptica comprenda material que también esté presente en una carcasa de la fuente de luz, en la situación en que la fuente de energía comprenda tanto una fuente de luz como una carcasa para alojar la fuente de luz. Por ejemplo, la ventana óptica puede comprender una placa de vidrio, que puede ser particularmente una placa de vidrio de cuarzo. Dependiendo del tamaño de la ventana óptica, incluso es posible que la ventana óptica comprenda un material especial tal como  $\text{CaF}_2$ .

La fuente de luz puede ser una lámpara tubular para emitir luz ultravioleta como se ha mencionado anteriormente. Otras realizaciones de la fuente de luz también son factibles dentro del marco de la invención, incluyendo una realización en la que la fuente de luz es un láser ultravioleta, en cuyo caso el área de la ventana óptica no necesita ser mayor que aproximadamente  $1 \text{ mm}^2$ , y una realización en la que la fuente de luz es un LED ultravioleta o comprende una combinación de varios LED ultravioletas.

Una aplicación factible del conjunto según la invención es en un barco, como se ha mencionado anteriormente, en cuyo caso el barco puede estar equipado con un aparato de enfriamiento, especialmente un enfriador de caja, en el que se puede usar al menos una fuente de energía del conjunto para evitar la bioincrustación de una superficie exterior de los tubos del aparato de enfriamiento. Como es conocido del campo de los enfriadores de caja, al menos una parte del aparato de enfriamiento puede tener una estructura en capas en la que los tubos están dispuestos en capas de tubo, cada capa de tubo incluye al menos un tubo. En particular, las capas de tubo pueden incluir varios tubos en forma de U que tienen una porción inferior curva y dos porciones de pata esencialmente rectas, en las los tubos de una capa de tubo tienen tamaños mutuamente diferentes, que varían de un tubo más pequeño a un tubo más grande, teniendo el tubo más pequeño un radio más pequeño de la porción inferior, y teniendo el tubo más grande un radio más grande de la porción inferior, en el que los lados superiores de las porciones de pata de los tubos están a un nivel similar en el aparato de enfriamiento, y en el que las porciones de pata de los tubos se extienden esencialmente paralelas entre sí. Para que las medidas antiincrustantes de la invención sean lo más eficaces posible, es ventajoso que el diseño del enfriador de caja se adapte de tal manera que se obtengan menos capas de tubos y que se tengan más tubos que se extiendan a lo largo entre sí, de modo que se minimiza el grado en que un tubo está en el camino de la energía antiincrustante a otro tubo. En caso de que la fuente de energía antiincrustante tenga una forma generalmente alargada, se prefiere que la fuente de energía esté orientada esencialmente perpendicular a la orientación de los tubos. Con respecto a la posible aplicación del conjunto según la invención en un barco, se observa además que, en ese caso, la barrera puede ser parte de una estructura de pared interior del barco, cuya estructura de pared sirve para delimitar los compartimentos del barco entre sí.

En aras de la exhaustividad, se observa lo siguiente con respecto al antiincrustante mediante el uso de luz ultravioleta. Los medios antiincrustantes para producir la luz ultravioleta pueden comprender fuentes de luz que se eligen para emitir específicamente luz ultravioleta del tipo c, que también se conoce como luz UVC, y aún más específicamente, luz con una longitud de onda de entre aproximadamente  $250 \text{ nm}$  y  $300$ . Se ha descubierto que la mayoría de los organismos incrustantes son destruidos, se vuelven inactivos o se vuelven incapaces de reproducirse al exponerlos a una cierta dosis de luz ultravioleta. Una intensidad típica que parece ser adecuada para realizar antiincrustación es de  $10 \text{ mW}$  por metro cuadrado, que será aplicada continuamente o a una frecuencia adecuada. Una fuente muy eficaz para producir luz UVC es una lámpara de descarga de mercurio de baja presión, en la que un promedio del  $35\%$  de la potencia de entrada se convierte en energía UVC. Otro tipo útil de lámpara es una lámpara de descarga de mercurio de presión media. La lámpara puede estar equipada con una envoltura de vidrio especial para filtrar la radiación que forma ozono. Además, se puede usar un amortiguador de luz con la lámpara, si se desea. Otros tipos de lámparas UVC útiles son las lámparas de descarga de barrera dieléctrica, que son conocidas por proporcionar una luz ultravioleta muy potente a varias longitudes de onda y con una alta eficiencia en potencia eléctrica a óptica, y LED. Con respecto a los LED, se observa que generalmente se pueden incluir en paquetes relativamente pequeños y consumen menos energía que otros tipos de fuentes de luz. Los LED se pueden fabricar para emitir luz (ultravioleta) de varias longitudes de onda deseadas, y sus parámetros de funcionamiento, especialmente la potencia de salida, se pueden controlar a un alto grado.

Las fuentes de luz para emitir luz ultravioleta pueden proporcionarse en forma de una lámpara tubular, más o menos comparable a una lámpara de TL conocida (tubo luminiscente/fluorescente). Para varias lámparas UVC tubulares germicidas conocidas, las propiedades eléctricas y mecánicas son comparables con las propiedades de las lámparas tubulares para producir luz visible. Esto permite que las lámparas UVC funcionen de la misma manera que

las lámparas bien conocidas, en las que se puede usar, por ejemplo, un circuito balasto/arranque electrónico o magnético.

Una ventaja general de usar luz ultravioleta para realizar antiincrustaciones es que se evita que los microorganismos se adhieran y arraiguen en la superficie de la unidad funcional a mantener limpia. Por el contrario, cuando se aplican recubrimientos de dispersión de veneno conocidos, el efecto antiincrustante se logra al destruir los microorganismos después de que se hayan adherido y arraigado en la superficie. Se prefiere prevenir la bioincrustación por medio del tratamiento con luz antes de la eliminación de la bioincrustación por medio del tratamiento con luz, ya que este último requiere más potencia de entrada e implica un mayor riesgo de que el tratamiento con luz no sea suficientemente eficaz. En vista del hecho de que las fuentes de luz para producir luz ultravioleta pueden estar dispuestas y configuradas de manera tal que solo se necesita un nivel relativamente bajo de potencia de entrada, las fuentes de luz pueden funcionar para producir continuamente luz antiincrustante a través de una superficie grande sin requisitos de energía extrema, o las fuentes de luz pueden funcionar en un ciclo de trabajo, en el que las fuentes de luz están encendidas durante un cierto porcentaje de un intervalo de tiempo, y apagadas durante el resto del intervalo de tiempo, en el que el intervalo de tiempo puede elegirse para estar en el orden de magnitud de minutos, horas o lo que sea apropiado en una situación dada. Como no se requiere mucha energía adicional, las fuentes de luz se pueden aplicar fácilmente en las estructuras existentes.

Cuando se aplica la invención, la al menos una fuente de energía que se usa para evitar la bioincrustación de una superficie está dispuesta en un área seca, mientras que la superficie está presente en un compartimento húmedo. En base a este hecho, se resuelven muchos problemas prácticos relacionados con la disposición de la fuente de energía en el compartimento húmedo, incluidos los problemas relacionados con el mantenimiento y la reparación de la fuente de energía, la vida útil de la fuente de energía, la fiabilidad de la fuente de energía y los costos. No se necesitan medidas adicionales para realizar conexiones eléctricas de la fuente de energía de manera segura y confiable, o para cambiar la fuente de energía. Además, dado que la fuente de energía está en el área seca, la fuente de energía no es susceptible a incrustaciones.

Los aspectos descritos anteriormente y otros aspectos de la invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a la siguiente descripción detallada de dos realizaciones de una porción de una embarcación que comprende, entre otras cosas, un compartimento húmedo, un área seca, un enfriador de caja que comprende una pluralidad de tubos y una fuente de luz para emitir luz antiincrustante en una superficie exterior de los tubos del enfriador de caja.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará ahora con mayor detalle con referencia a las figuras, en las que partes iguales o similares se indican con los mismos signos de referencia, y en las que:

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un ejemplo general de un enfriador de caja y una porción de paredes que delimitan un compartimento húmedo de una embarcación en la que se disponen una totalidad de tubos del enfriador de caja;

La Fig. 2 muestra esquemáticamente el compartimento húmedo de la embarcación, un área seca fuera del compartimento húmedo, el enfriador de caja y una fuente de luz para emitir luz antiincrustante sobre la superficie exterior de los tubos del enfriador de caja, en una primera posible disposición según la invención; y

La Fig. 3 muestra esquemáticamente el compartimento húmedo de la embarcación, el área seca, el enfriador de caja y la fuente de luz, en una segunda posible disposición según la invención.

Descripción detallada de las realizaciones

La Fig. 1 muestra un ejemplo general de un enfriador de caja 1 que comprende una pluralidad de tubos 10 para contener y transportar un fluido que se enfriará en su interior. El enfriador de caja 1 está destinado a ser usado en una embarcación impulsada por un motor, en la que el fluido a enfriar es fluido de un sistema de enfriamiento del motor de la embarcación, y en la que el enfriador de caja 1 está habilitado para realizar su función de enfriamiento del fluido al exponer los tubos 10 del enfriador de caja 1 al agua del entorno exterior inmediato de la embarcación, que en lo sucesivo se denominará agua de mar. En particular, los tubos 10 del enfriador de caja 1 están alojados dentro de un compartimento húmedo 100 de la embarcación, estando el compartimento húmedo 100 delimitado por una porción del casco de la embarcación 101 y varias placas divisorias 102, 103. En el ejemplo mostrado, las placas divisorias 102, 103 constituyen una disposición de pared o barrera 110 entre el compartimento húmedo 100 y un área seca 200 de la embarcación, es decir, un área 200 de la embarcación que no puede ser alcanzada por el agua de mar, ya que el agua de mar está bloqueada por medio de las placas divisorias 102, 103.

En el casco de la embarcación 101, se disponen varias aberturas de entrada 104 para permitir que el agua de mar entre en el compartimento húmedo 100 desde el exterior, y también se disponen varias aberturas de salida 105 en el casco de la embarcación 101, para permitir que el agua de mar salga del compartimento húmedo 100 y fluya hacia el exterior de la embarcación. Normalmente, las aberturas de entrada 104 y las aberturas de salida 105 están dispuestas en diferentes niveles, en las que el nivel de las aberturas de entrada 104 es más bajo que el nivel de las

aberturas de salida 105, suponiendo una orientación normal y vertical de la embarcación, el compartimento húmedo 100 y el enfriador de caja 1 de conformidad con la figura 1. En aras de la exhaustividad, se observa que las indicaciones de direcciones, tanto explícitas como implícitas, tal como se usan en la siguiente descripción, deben entenderse de manera que tengan la orientación vertical y normal de la embarcación, el compartimento húmedo 100 y el enfriador de caja 1 como se menciona como supuesto subyacente.

Los tubos 10 del enfriador de caja 1 tienen una forma curva, particularmente una forma de U, que comprende una porción inferior curvada 11 y dos porciones de pata esencialmente rectas 12 que se extienden esencialmente paralelas entre sí, en una dirección ascendente con respecto a la porción inferior 11. Durante el funcionamiento del enfriador de caja 1, el fluido a enfriar, es decir, fluido caliente, fluye a través de los tubos 10, mientras que el agua de mar entra en el compartimento húmedo 100 a través de las aberturas de entrada 104. En base a la interacción del agua de mar con los tubos 10 que contienen el fluido caliente, se produce el enfriamiento de los tubos 10 y el fluido, y el agua de mar se calienta. En base a este último efecto, se obtiene un flujo natural de agua de mar elevado en el compartimento húmedo 100, en el que el agua de mar fría entra en el compartimento húmedo 100 a través de las aberturas de entrada 104, y en el que el agua de mar a una temperatura más alta sale del compartimento húmedo 100 a través de las aberturas de salida 105. Además, el movimiento de la embarcación puede contribuir al flujo de agua de mar a través del compartimento húmedo 100. Ventajosamente, los tubos 10 están fabricados a partir de un material que tiene buenas capacidades de transferencia de calor, tal como cobre.

Los tubos 10 del enfriador de caja 1 están dispuestos en capas de tubo similares, esencialmente paralelas 5, comprendiendo cada una de esas capas de tubo 5 un número de tubos 10 de diferente tamaño dispuestos en un haz, en el que un tubo más pequeño 10 está dispuesto dentro de la forma curvada de un tubo más grande 10, de modo que esté abarcado por un tubo más grande 10 a una cierta distancia para dejar espacio entre los tubos 10 en la capa de tubo 5 en la que puede fluir el agua de mar. Por ende, cada capa de tubo comprende varios tubos de tipo horquilla 10 que comprenden dos porciones de patas rectas 12 y una porción curva 11. Los tubos 10 están dispuestos con sus porciones curvas 11 en una disposición esencialmente concéntrica y sus porciones de pata 12 en una disposición esencialmente paralela, de modo que las porciones curvas más internas 11 tienen un radio de curvatura relativamente pequeño y las porciones curvas más externas 11 tienen un radio de curvatura relativamente grande, con al menos una porción curva intermedia restante 11 dispuesta entre ellas. En caso de que haya al menos dos porciones curvas intermedias 11, esas porciones 11 tienen un radio de curvatura progresivamente graduado.

Los lados superiores de las porciones de pata 12 de los tubos 10 están a un nivel similar en vista del hecho de que los lados superiores de las porciones de pata 12 de los tubos 10 están conectadas a una placa de tubo común 13. La placa de tubo 13 está cubierta por un cabezal de fluido 14 que comprende al menos un muñón de entrada 15 y al menos un muñón de salida 16 para la entrada y la salida de fluido hacia y desde los tubos 10, respectivamente. Por ende, las porciones de pata 12 de los tubos 10 que están al lado del muñón de entrada 15 están a la temperatura más alta, mientras que las porciones de pata 12 de los tubos 10 que están al lado del muñón de salida 16 están a una temperatura más baja, y lo mismo es aplicable al fluido que fluye a través de los tubos 10.

Durante el proceso de enfriamiento continuo de los tubos 10 y el fluido presente en los tubos 10, cualquier microorganismo que esté presente en el agua de mar tiende a adherirse a los tubos 10, especialmente las porciones de los tubos 10 que están a una temperatura ideal para proporcionar un entorno adecuado para que los microorganismos vivan, el fenómeno es conocido como bioincrustación. A fin de evitar este fenómeno, se propone usar al menos una fuente de luz 20 para emitir luz antiincrustante sobre una superficie exterior 17 de los tubos 10. Por ejemplo, la luz puede ser luz UVC, que se sabe que es eficaz para realizar la antiincrustación.

La Fig. 2 y la Fig. 3 ilustran el hecho de que la fuente de luz 20 está dispuesta en el área seca 200, fuera del compartimento húmedo 100.

La fuente de luz 20 puede ser una lámpara tubular que tiene una forma generalmente alargada. La Fig. 2 ilustra una disposición en la que se usa dicho tipo de fuente de luz 20. En esta disposición, la fuente de luz 20 está situada cerca de la barrera 110, y una ventana 111 está presente en la barrera 110 para permitir que la luz ultravioleta pase a través de la barrera 110 en la posición de la ventana 111. Por ende, la ventana 111 es una ventana óptica que es permeable a la luz ultravioleta. Una trayectoria de la luz ultravioleta desde el área seca 200 al compartimento húmedo 100 se indica esquemáticamente en la Fig. 2 por medio de una serie de flechas 112. Ventajosamente, la forma de la ventana 111 está adaptada a la forma de la fuente de luz 20. Por ende, en el ejemplo mostrado, la ventana 111 tiene una forma generalmente alargada, de manera similar a la fuente de luz 20. En una situación práctica, las dimensiones de la ventana 111 pueden ser algo como 20 x 100 cm, o 30 x 150 cm, por ejemplo. La ventana 111 puede comprender una placa de vidrio, posiblemente fabricada de material de cuarzo.

Opcionalmente, en una posición que está detrás de la fuente de luz 20 como se ve desde el compartimento húmedo 100, está presente una disposición de reflector 113 para garantizar una eficacia óptima del proceso de irradiación de la superficie exterior 17 de los tubos 10 del enfriador de caja 1. En general, son posibles varios diseños ventajosos para garantizar que una parte sustancial/máxima de la luz ultravioleta se dirija a los tubos 10. Además, se pueden usar una o más ventanas 111, en combinación con una o más fuentes de luz 20.

La Fig. 3 ilustra otra posible disposición existente dentro del marco de la invención. En esta disposición, la fuente de luz 20 es un láser ultravioleta. Se usa una fibra óptica 114, particularmente una fibra de vidrio, para proporcionar una trayectoria óptica entre el área seca 200 y el compartimento húmedo 100, y se extiende entre una posición cercana a la fuente de luz 20 en el área seca 200 a una posición cercana a los tubos 10 del enfriador de caja 1 en el compartimento húmedo 100. La trayectoria de la luz ultravioleta desde el área seca 200 al compartimento húmedo 100 se indica esquemáticamente en la Fig. 3 por medio de una flecha 112. En aras de la exhaustividad, se observa que en esta disposición, la barrera 110 está provista de un orificio 115 para permitir que la fibra óptica 114 pase a través de la barrera 110 en la posición del orificio 115. Además, se observa que para evitar fugas de agua desde el compartimento húmedo 100 al área seca 200 a través del orificio 115 en la barrera 110, se pueden adoptar medidas adecuadas para tener un sello hermético en la posición de la periferia de la fibra óptica 114.

Las disposiciones que se muestran en las Figs. 2 y 3 son solo dos de los muchos ejemplos existentes dentro del marco de la invención. La superficie exterior 17 de los tubos 10 de un enfriador de caja 1 es solo un ejemplo de una superficie exterior de una unidad funcional 2 que puede estar presente en un compartimento húmedo 100, que debe mantenerse libre de bioincrustación. Una superficie interior 106 de la porción del casco de la embarcación 101 asociada con el compartimento húmedo 100 y/o las placas divisorias 102, 103 es un ejemplo de una superficie adicional que se debe mantener limpia de bioincrustación. Además, la luz ultravioleta es solo un ejemplo de un tipo de energía que es adecuada para ser usada con fines antiincrustantes. Por ende, la invención no se limita al uso de una o más fuentes de luz 20, sino que cubre el uso de cualquier posible fuente de energía antiincrustante. Aunque se prefiere tener una disposición en la que todas las fuentes de energía usadas con fines antiincrustantes estén situadas en el área seca 200, la invención también cubre una disposición en la que tales fuentes de energía están presentes tanto en el compartimento húmedo 100 como en el área seca 200.

La invención es aplicable a una embarcación como se ha descrito anteriormente, a cualquier otro tipo de barco que comprende un compartimento húmedo 100 y un área seca 200, o a cualquier otro conjunto que comprende un compartimento húmedo 100 y un área seca 200, en el que al menos una unidad funcional 2 está presente en el compartimento húmedo 100, y en el que una superficie exterior 17 de la(s) unidad(es) 2 necesita(n) mantenerse limpia(s) de bioincrustación. En una embarcación u otro tipo de embarcación, el área seca 200 es un área que está presente en la embarcación y que no puede ser alcanzada por el agua. El área seca 200 puede estar presente directamente adyacente al compartimento húmedo 100, pero esto no es necesario dentro del marco de la invención. Cuando el área seca 200 está situada a cierta distancia del compartimento húmedo 100, la distancia puede ser puenteada por medio de un elemento, tal como una fibra óptica como se ha mencionado anteriormente. La embarcación u otro tipo de embarcación, o el conjunto en un sentido más general, puede comprender más de un compartimento húmedo 100 en el que se aplica la invención, es decir, en el que se dispone al menos una fuente de energía 20 para emitir energía con fines antiincrustantes en un área seca 200 y todavía es capaz de actuar sobre la superficie exterior de una unidad funcional 2 en el compartimento húmedo 100, a través de una trayectoria 112 que se extiende desde el área seca 200 al compartimento húmedo 100.

Para un experto en la materia, será evidente que el alcance de la invención no se limita a los ejemplos discutidos anteriormente, sino que son posibles varias enmiendas y modificaciones de los mismos sin desviarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Se pretende que la invención se interprete incluyendo todas esas enmiendas y modificaciones en la medida en que estén dentro del alcance de las reivindicaciones o sus equivalentes. Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en las figuras y la descripción, dicha ilustración y descripción deben considerarse solo ilustrativas o ejemplares, y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones descritas. Los dibujos son esquemáticos, en los que los detalles que no son necesarios para comprender la invención pueden haberse omitido, y no necesariamente a escala.

Las variaciones de las realizaciones desveladas pueden ser entendidas y efectuadas por un experto en la técnica en la práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de las figuras, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otras etapas o elementos, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance de la invención. La frase "una pluralidad de" como se usa en este texto debe entenderse como que significa "al menos dos".

Los elementos y aspectos discutidos para o en relación con una realización particular pueden combinarse adecuadamente con elementos y aspectos de otras realizaciones, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Por lo tanto, el mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda usar con ventaja.

Un experto en la materia entenderá que el término "esencialmente", como se usa en este texto, es aplicable a situaciones en las que se pretende un cierto efecto que puede realizarse por completo en teoría pero que implica márgenes prácticos para su implementación factual. Ejemplos de tal efecto incluyen una disposición paralela de objetos y una disposición perpendicular de objetos. Cuando corresponda, el término "esencialmente" puede entenderse como un adjetivo que es indicativo de un porcentaje de 90 % o más, tal como 95 % o más, especialmente 99 % o más, incluso más especialmente 99,5 % o más, incluso 100 %.

El término "comprender", como se usa en este texto, será entendido por un experto en la materia que comprende el término "consistir en". Por ende, el término "comprender" puede con respecto a una realización significar "consistir en, pero puede en otra realización significar "contener/incluir al menos las especies definidas y opcionalmente una o otras diferentes".

5 En vista del hecho de que la bioincrustación no solo se produce en el mar, sino también en ríos, lagos y similares, la invención es generalmente aplicable en un contexto en el que está presente un compartimento húmedo 100, que puede llenarse con cualquier tipo de agua. Este contexto puede ser el contexto de un barco, como se ha mencionado anteriormente, o incluso más general, el contexto de objetos marinos como plataformas petrolíferas u otros tipos de edificios en el océano cerca del mismo.

15 Con respecto a la posible aplicación de la invención en el contexto de un compartimento húmedo 100 que aloja un enfriador de caja 1, se observa que la invención no está restringida de ninguna manera al diseño del enfriador de caja 1 como se ha descrito anteriormente e ilustra en las figuras como ejemplo. Para un experto en la materia, está claro que las características de la invención no dependen de ninguna característica de la superficie 17, 106 a proteger contra el efecto incrustante del agua. Además, la aplicación de fuentes de luz ultravioleta 20 para realizar efectos antiincrustantes durante su funcionamiento es solo una de las muchas posibilidades existentes en el marco de la invención. En las realizaciones de la invención como se muestra, el compartimento húmedo 100 se usa para alojar una totalidad 2 de los tubos 10 de un enfriador de caja 1, cuya totalidad 2 es solo un ejemplo de una unidad funcional. Adicional o alternativamente, el compartimento húmedo 100 del conjunto según la invención puede usarse para alojar una o más unidades funcionales, en el que se observa que una unidad funcional debe entenderse como una unidad que está configurada para realizar una o más funciones técnicas en el compartimento húmedo 100 que no sean, por ejemplo, simplemente funciones de construcción (funciones directamente relacionadas con la presencia misma de una unidad como parte de una construcción, tales como funciones de soporte pasivas o funciones de delimitación pasivas). En caso de que el conjunto se aplique en una embarcación, el compartimento húmedo 100 puede ser la denominada caja de mar.

30 En la realización mostrada del conjunto según la invención, el compartimento húmedo 100 está provisto de al menos una abertura de entrada 104 para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo 100 y al menos una abertura de salida 105 para permitir que el agua salga del compartimento húmedo 100. Esto no altera el hecho de que la opción de que solo esté presente una única abertura, en la que la abertura tiene una función combinada de ser una abertura de entrada y una abertura de salida, también está incluida por la invención. En aras de la exhaustividad, se observa que no es esencial tener al menos una abertura de salida 105, en base al hecho de que existen casos prácticos en los que no es necesario vaciar el compartimento húmedo 100 a través de una o más salidas aberturas 105 después del llenado inicial del compartimento húmedo 100.

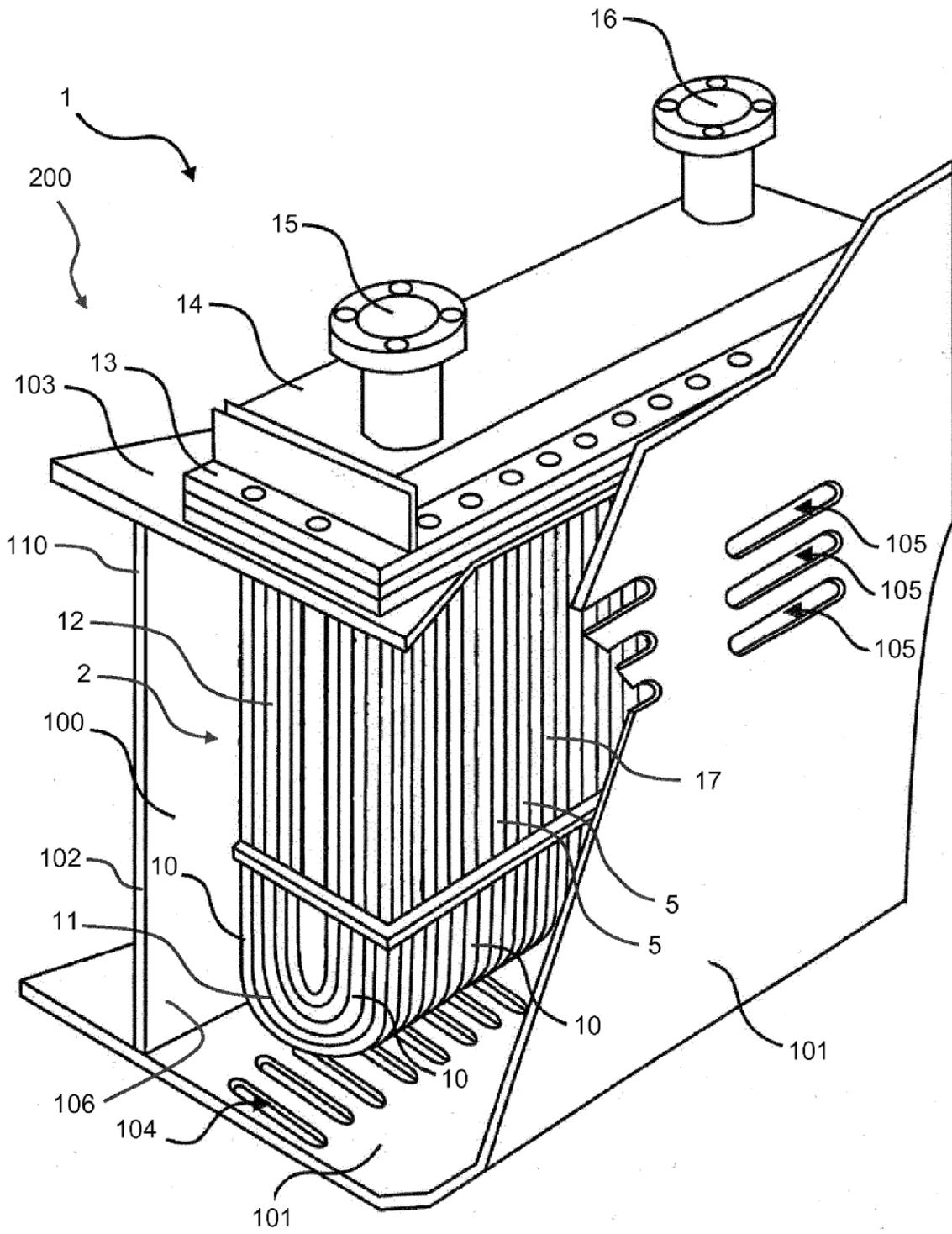
40 En resumen, un conjunto comprende un compartimento húmedo 100 que tiene al menos una abertura de entrada 104 para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo 100, una unidad funcional 2 ubicada en el compartimento húmedo 100, un área seca 200 que no puede ser alcanzada por el agua y que está fuera del compartimento húmedo 100, una barrera 110 situada entre el área seca 200 y el compartimento húmedo 100, y al menos una fuente de energía 20 que está dispuesta y configurada para emitir energía para evitar la bioincrustación de al menos una superficie exterior 17 de la unidad funcional 2, que incluye una superficie exterior de la unidad funcional, en la que la fuente de energía 20 está dispuesta en el área seca 200, estando presente una trayectoria 112 entre el área seca 200 y el compartimento húmedo 100 para permitir que la energía emitida por la fuente de energía 20 durante su funcionamiento alcance el compartimento húmedo 100, a través de la barrera 110. En base a estas características del conjunto, se logra evitar cualquier desventaja asociada con tener la fuente de energía 20 en un entorno húmedo, mientras que se elimina el posible efecto de bloqueo de la barrera 110 en el transporte de energía desde la fuente de energía 20 al compartimento húmedo 100.

## REIVINDICACIONES

1. Un conjunto que comprende un compartimento húmedo (100) que tiene al menos una abertura de entrada (104) para permitir que el agua entre en el compartimento húmedo (100), una unidad funcional (2) ubicada en el compartimento húmedo (100), un área seca (200) que no puede ser alcanzada por el agua, una barrera (110) situada entre el área seca (200) y el compartimento húmedo (100), y al menos una fuente de energía (20) que está dispuesta y configurada para emitir energía para evitar la bioincrustación de al menos una superficie (17, 106) presente en el compartimento húmedo (100), que incluye una superficie exterior (17) de la unidad funcional (2), en el que la fuente de energía (20) está dispuesta en el área seca (200), estando una trayectoria (112) presente entre el área seca (200) y el compartimento húmedo (100) para permitir que la energía emitida por la fuente de energía (20) durante su funcionamiento alcance el compartimento húmedo (100), a través de la barrera (110), caracterizado por que el área seca (200) está fuera del compartimento húmedo (100).
2. El conjunto según la reivindicación 1, en el que al menos una porción de la barrera (110) está adaptada para permitir que la energía emitida por la fuente de energía (20) durante el funcionamiento de la misma pase a través de la misma.
3. El conjunto según la reivindicación 1, en el que la barrera (110) está provista de una ventana (111) que es permeable a la energía emitida por la fuente de energía (20) durante el funcionamiento de la misma.
4. El conjunto según la reivindicación 3, en el que la fuente de energía (20) y la ventana (111) están colocadas para permitir que la energía emitida por la fuente de energía (20) durante su funcionamiento alcance la superficie (17, 106) en el compartimento húmedo (100) que se va a mantener libre de bioincrustación.
5. El conjunto según la reivindicación 3, en el que la fuente de energía (20) tiene una forma generalmente alargada, en el que la ventana (111) tiene una forma similar generalmente alargada, y en el que la fuente de energía (20) está dispuesta cerca de la ventana (111) para tener una exposición máxima de la fuente de energía (20) al compartimento húmedo (100) a través de la ventana (111).
6. El conjunto según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de fuentes de energía (20), en el que la barrera (110) está provista de una pluralidad de ventanas (111) que son permeables a la energía emitida por las fuentes de energía (20) durante su funcionamiento.
7. El conjunto según la reivindicación 1, que comprende una disposición de reflector (113) para dirigir la energía emitida por la fuente de energía (20) durante su funcionamiento hacia el compartimento húmedo (100).
8. El conjunto según la reivindicación 1, en el que la barrera (110) está provista de al menos un orificio (115), y en el que el conjunto comprende al menos un elemento (114) que se extiende entre el compartimento húmedo (100) y el área seca (200), a través del orificio (115) en la barrera (110), siendo el elemento (114) capaz de transmitir la energía emitida por la fuente de energía (20) durante su funcionamiento, y en el que opcionalmente el elemento comprende una fibra óptica (114) para constituir una trayectoria óptica (112) entre el área seca (200) y el compartimento húmedo (100).
9. El conjunto según la reivindicación 8, en el que la unidad funcional (2) comprende una pluralidad de tubos (10), estando una porción del elemento (114) envuelta alrededor y/o entre los tubos (10).
10. El conjunto según la reivindicación 1, en el que la fuente de energía comprende una fuente de luz (20) que está adaptada para emitir luz ultravioleta, estando la barrera (110) provista de una ventana óptica (111) que es permeable a la luz ultravioleta.
11. El conjunto según la reivindicación 10, en el que la fuente de energía comprende además una carcasa para alojar la fuente de luz (20), y en el que opcionalmente la ventana (111) comprende material que también está presente en la carcasa de la fuente de luz (20).
12. El conjunto según la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u 11, en el que la superficie (17, 106) en el compartimento húmedo (100) que se va a mantener libre de bioincrustación incluye además una superficie interior (106) de paredes (101, 102, 103) que delimita el compartimento húmedo (100).
13. Un barco que comprende el conjunto según la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 u 11, en el que la barrera (110) comprende una disposición de pared (102, 103) que delimita el compartimento húmedo (100) en combinación con una porción del casco de la embarcación (101).
14. El barco según la reivindicación 13, que comprende además un motor para impulsar el barco, y un sistema de enfriamiento del motor que incluye un aparato de enfriamiento (1), en el que el aparato de enfriamiento (1) comprende una pluralidad de tubos (10) para contener y transportar el fluido a enfriar en su interior, estando los tubos (10) destinados a ser expuestos al menos parcialmente al agua durante el funcionamiento del aparato de

enfriamiento (1), en el que la unidad funcional (2) ubicada en el compartimento húmedo (100) comprende una totalidad (2) de los tubos (10) del aparato de enfriamiento.

- 5 15. El barco según la reivindicación 14, en el que la superficie (17, 106) en el compartimento húmedo (100) que se va a mantener libre de bioincrustación incluye además una superficie interior (106) de paredes (101, 102, 103) que delimitan el compartimento húmedo (100).



**Fig. 1**

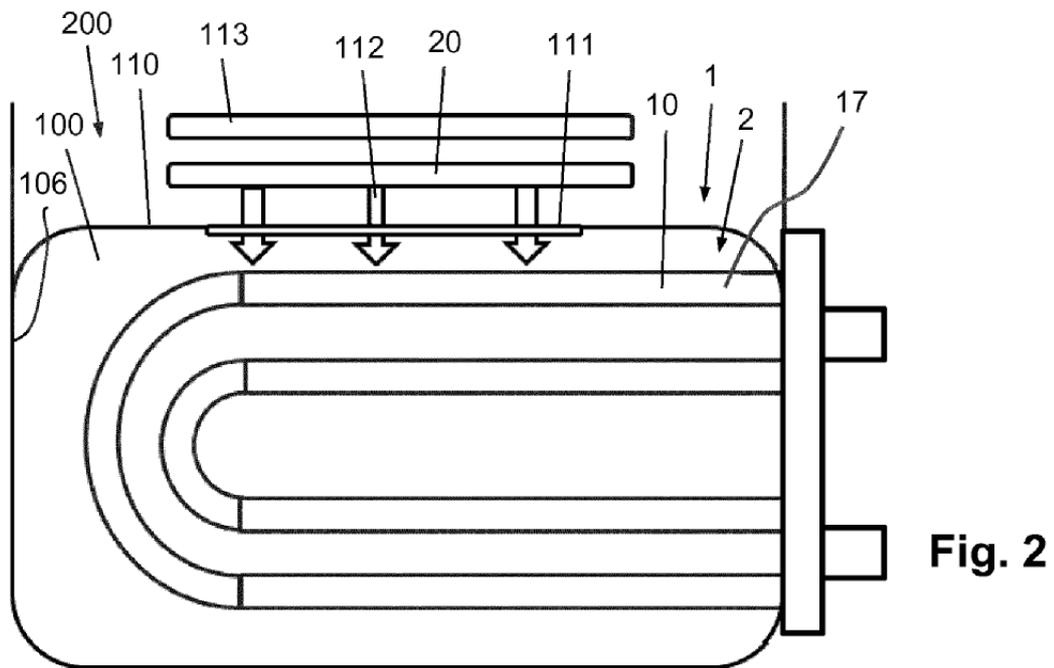


Fig. 2

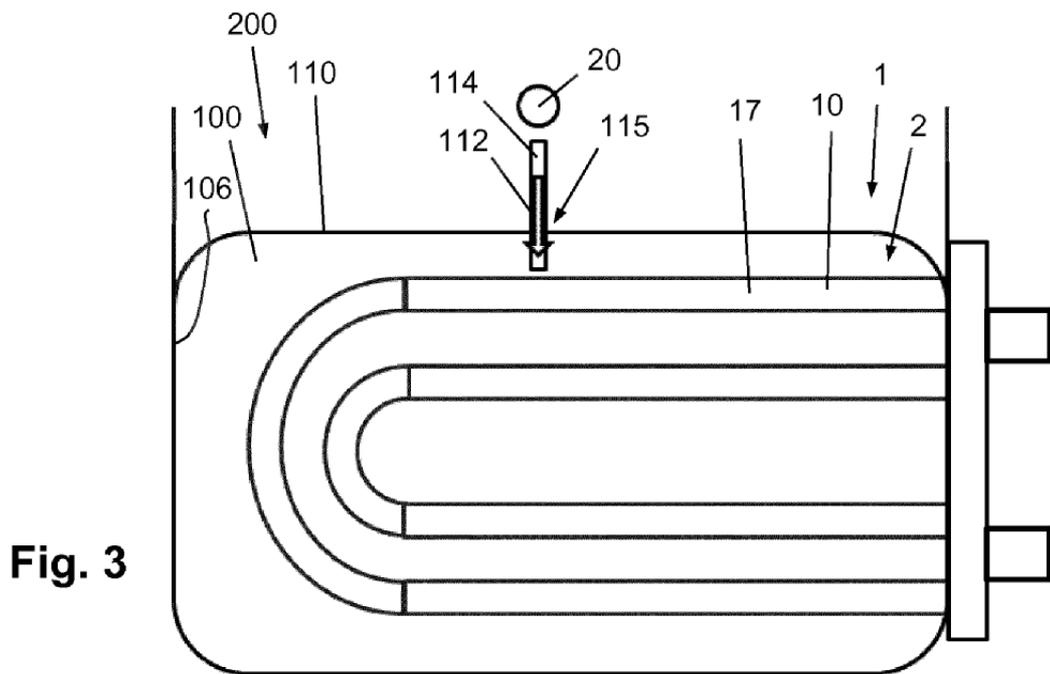


Fig. 3