

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 493**

51 Int. Cl.:

**H02J 50/05** (2006.01)

**B63B 59/04** (2006.01)

**C23F 13/02** (2006.01)

**B08B 17/02** (2006.01)

**E02B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2017 PCT/EP2017/083790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18115108**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2017 E 17829966 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021 EP 3560067**

54 Título: **Sistema de protección catódica de corriente impresa**

30 Prioridad:

**20.12.2016 EP 16205220**

**18.07.2017 EP 17181802**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.10.2021**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)**

**High Tech Campus 52**

**5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**VAN DELDEN, MARC**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 870 493 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 protección catódica de corriente impresa

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere a un sistema de protección catódica por corriente impresa. La invención se refiere además a un procedimiento para la protección catódica por corriente impresa y también a un procedimiento para instalar el sistema.

10

## Antecedentes de la invención

Estructuras que tienen partes metálicas, como barcos, plataformas petrolíferas, pero también muelles, unidades de intercambio de calor, cofres marinos en barcos, turbinas eólicas en el mar, generadores eléctricos de maremotos, etc., que operan en agua natural como agua de mar o agua dulce en lagos o ríos, se denominan estructuras marinas en este documento. Para contrarrestar la corrosión natural, estas estructuras marinas pueden revestirse o pintarse. Además, estas estructuras marinas a menudo están equipadas con sistemas de protección catódica pasivos o activos. Por lo tanto, el metal desnudo está protegido contra la corrosión, también cuando la capa protectora o la pintura fallan localmente. Los sistemas de protección catódica pasiva utilizan ánodos de sacrificio de zinc, aluminio o hierro que se disuelven electroquímicamente con el tiempo, mientras que los sistemas de protección catódica activa imprimen una corriente continua al usar ánodos hechos de MMO-Ti (mezcla de óxidos metálicos) titanio recubiertos o Pt/Ti (Titanio recubierto de platino). El sistema activo que imprime una corriente continua en el agua para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua, se denomina protección catódica por corriente impresa o ICCP.

25

El documento US 2006/0065551 describe un probador de corrosión para probar el nivel de protección de estructuras metálicas protegidas por ICCP. La alimentación de un sistema ICCP no se describe como tal, pero la energía puede provenir de la batería de un barco. La energía para operar el medidor de corrosión puede ser proporcionada por una batería incorporada Documento WO 2016/000980 A1 divulga un sistema de iluminación antiincrustante configurado para prevenir o reducir la bioincrustación en una superficie de suciedad de un objeto que durante el uso está al menos temporalmente expuesto a un líquido. Además, el documento WO 2017/109063 A1 divulga una disposición de carga para su uso en una disposición de energía eléctrica de una estructura marina, en la que de acuerdo con la Figura 5, un electrodo de la disposición de carga se dispone para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir una corriente de suministro a través del agua.

35

## Sumario de la invención

Es posible que sea necesario colocar varios tipos de cargas eléctricas en la superficie de las estructuras marinas. Por ejemplo, tales cargas pueden ser sensores o elementos activos que monitorean o afectan el agua, miden varios parámetros y/o controlan activamente las condiciones en la superficie de la estructura marina. Por ejemplo, las cargas pueden ser fuentes de luz UV como LED UV para contrarrestar la contaminación biológica. Las cargas pueden estar incrustadas en un portador y necesitan ser alimentadas por una fuente de alimentación eléctrica.

40

En este documento, un conjunto de una o más de tales cargas y circuitos eléctricos y cableado para alimentar las cargas se denomina disposición de carga. El conjunto puede tener un portador o cualquier otro tipo de cerramiento como elemento mecánico que transporta físicamente una o más cargas y dicho circuito de potencia. Para conectar las cargas respectivas a una fuente de alimentación, se deben realizar las conexiones, por ejemplo, utilizando líneas de alimentación y conectores de alimentación, lo que es caro y poco fiable.

45

La invención tiene como objetivo proporcionar un sistema ICCP que sea capaz de proporcionar energía a cargas en la superficie de una estructura marina de una manera conveniente y confiable.

50

De acuerdo con la invención, se prevé un sistema de protección catódica por corriente impresa (ICCP) de una estructura marina en contacto con el agua, según reivindicación independiente 1. El sistema comprende la estructura marina y una fuente de alimentación dispuesta para proporcionar una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa, y una disposición de carga dispuesta en la estructura marina y para estar en contacto con el agua. La disposición de carga comprende al menos un electrodo dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir la corriente de suministro a través del agua, al menos un nodo de potencia y al menos una carga acoplada entre el electrodo y el nodo de potencia y dispuesta para obtener una corriente de carga.

60

La fuente de alimentación tiene un primer polo conectado a la estructura marina y un segundo polo conectado al nodo de energía. La disposición de la carga se dispone para utilizar la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga. La disposición de carga puede comprender una hoja portadora que lleva una multitud de dichos electrodos y cargas que están interconectados.

65

Según la invención, se proporciona un procedimiento para la protección catódica por corriente impresa (ICCP) de una estructura marina en contacto con el agua,

- una fuente de alimentación dispuesta en la estructura marina,
- una disposición de carga que se dispone en la estructura marina y en contacto con el agua, comprendiendo la disposición de carga al menos un electrodo dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir una corriente de suministro a través del agua, al menos un nodo de potencia, y al menos una carga acoplada entre el electrodo y el nodo de potencia y dispuesta para obtener una corriente de carga, conectándose un primer polo de la fuente de potencia a la estructura marina y un segundo polo al nodo de potencia. El procedimiento comprende proporcionar una corriente de suministro desde la fuente de alimentación para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa, y usar, en la disposición de carga, la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga.

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para instalar un sistema como se define anteriormente, el procedimiento que comprende unir al menos una disposición de carga a una superficie de una estructura marina para ser expuesta al agua; conectar el segundo polo de la fuente de alimentación al menos un nodo de energía; y conectar el primer polo de la fuente de alimentación a la estructura marina para proporcionar una corriente de suministro desde la fuente de alimentación para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa y para usar, en la disposición de carga, la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga.

Las características anteriores tienen el siguiente efecto, cuando el sistema se instala en una estructura marina que está en contacto con el agua. El sistema ICCP tiene una fuente de alimentación y una disposición de carga dispuesta en una superficie de la estructura marina. La fuente de alimentación proporciona una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa. Para ello, la fuente de alimentación tiene un primer polo conectado a la estructura marina y un segundo polo para conectarse a un nodo de energía de la disposición de carga a través de una conexión galvánica, por ejemplo, una línea o cable de energía.

La disposición de carga tiene al menos un electrodo dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua. La disposición de carga tiene al menos una carga acoplada entre el electrodo y el nodo de potencia. Los circuitos de acoplamiento están dispuestos para llevar una corriente de carga desde la fuente de alimentación a la carga. El electrodo se dispone para transferir la corriente de suministro a través del agua a la estructura marina.

La corriente de suministro de la fuente de alimentación se conduce desde el primer polo a la estructura marina, a través del agua, al electrodo. Posteriormente, en la disposición de carga, la corriente de suministro se conduce a través de los circuitos de acoplamiento y la carga, desde el electrodo hasta el nodo de potencia. Finalmente, la corriente de suministro se conduce desde el nodo de energía, a través de una conexión galvánica, al segundo polo de la fuente de alimentación. Por lo tanto, se forma un circuito conductor de doble función que acopla la carga a la fuente de alimentación para proporcionar una corriente de carga y también proporciona el potencial ICCP. Secuencialmente, en el circuito conductor que comienza en el primer polo de la fuente de alimentación, la corriente de suministro fluye primero a la estructura marina. A continuación, desde la estructura marina sumergida en el agua, la corriente fluye hacia el agua. En este punto se genera el potencial eléctrico para ICCP. A continuación, desde el agua, la corriente fluye hacia el electrodo que se extiende hacia el agua. Luego, la corriente de carga se deriva y fluye desde el electrodo a la carga y luego al nodo de potencia. Finalmente, la corriente fluye desde el nodo de energía al segundo polo de la fuente de alimentación.

Efectivamente, la disposición de carga se dispone para utilizar la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga. De manera correspondiente, la fuente de alimentación se dispone para proporcionar energía adicional para la carga, por ejemplo, un componente de CA y/o un voltaje de CC adicional por encima del voltaje requerido para ICCP. Por ejemplo, parte de la corriente de suministro puede conducirse a través de la carga que constituye la corriente de carga, mientras que otra parte se conduce al electrodo a través de otros elementos del circuito de acoplamiento.

Ventajosamente, la corriente requerida para ICCP se conduce a través de dicha conexión galvánica y la disposición de carga hacia el electrodo. Entonces, el electrodo constituye el ánodo del sistema ICCP, mientras que al mismo tiempo forma un circuito conductor para la corriente de suministro que también se usa para alimentar la carga. En el circuito conductor, el agua constituye un medio eléctricamente conductor del electrodo. El sistema ICCP propuesto solo necesita una única conexión galvánica desde la fuente de alimentación a la disposición de carga para alimentar cargas eléctricas ubicadas en la estructura marina, y también para proporcionar la corriente requerida para ICCP. Además, una conexión galvánica única de este tipo es fácil de instalar y no se pueden cometer errores de cableado durante la instalación.

En una realización, la disposición de carga tiene una superficie frontal para estar en contacto con el agua, y el al menos un electrodo es una multitud de electrodos distribuidos por la superficie frontal. Ventajosamente, la corriente ICCP se proporciona al agua localmente mediante corrientes relativamente bajas en los respectivos electrodos distribuidos a través de dicha superficie, evitando así una alta corriente concentrada en un solo ánodo.

5 En una realización, al menos una carga es una multitud de cargas acopladas a al menos un electrodo, cuyas cargas se distribuyen a través de la disposición de carga. Ventajosamente, se proporcionan cargas distribuidas para realizar su función respectiva a través de la disposición de carga, por ejemplo, a través de una superficie de un barco que está cubierta por la disposición de carga. Además, cuando las cargas y los electrodos correspondientes se distribuyen por la superficie, se forma un electrodo distribuido para producir dicho ICCP.

15 En una realización, la fuente de alimentación se dispone para proporcionar la corriente de suministro que tiene un componente de CC para generar el potencial eléctrico de la estructura marina, y un componente alterno para proporcionar al menos parte de la corriente de carga, alternando el componente alterno a alta frecuencia. que evita una contribución neta a la electroquímica en al menos un electrodo. El componente de CC puede aplicarse con respecto a la estructura marina, es decir, para tener un voltaje de CC entre el agua y las partes conductoras metálicas de esa estructura marina. Efectivamente, el componente de CC proporciona la corriente impresa requerida para el ICCP. El componente alterno no contribuye al ICCP y también evita una contribución neta a la electroquímica en al menos un electrodo al estar a una frecuencia suficientemente alta. Para ello, la fuente de alimentación puede disponerse para proporcionar el componente alterno que tiene una frecuencia en el rango de 20 kHz a 200 kHz, y preferiblemente alrededor de 100 kHz. El acoplamiento galvánico del nodo de energía a la fuente de alimentación permite ventajosamente la transferencia de cualquier tipo de corriente alterna y continua que sea apropiada para la carga. Opcionalmente, el componente de CC se puede proporcionar ajustando un ancho de pulso de pulsos del componente alterno.

25 Además, o alternativamente, el componente de CC puede comprender un desplazamiento de CC. Ventajosamente, el ICCP se proporciona en combinación con cargas que operan en la superficie a proteger, como fuentes de luz ultravioleta para la antiincrustaciones. Además, cuando las cargas y los electrodos correspondientes se distribuyen por la superficie, se forma un electrodo distribuido para producir dicho ICCP. La conexión de la fuente de alimentación a la disposición de carga permite que la fuente de alimentación produzca protección catódica por corriente impresa de la estructura marina a través de la compensación de CC agregada al voltaje de suministro.

35 Opcionalmente, la fuente de alimentación se dispone para, en un intervalo, inhabilitar el componente de CC y/o el componente alterno y medir el potencial eléctrico de la estructura marina. Además, opcionalmente, la corriente requerida para ICCP puede suministrarse en un intervalo ICCP, mientras que la corriente requerida para la carga puede suministrarse en un intervalo adicional, repitiéndose los intervalos según sea necesario para que tanto las cargas como el ICCP funcionen sustancialmente. de forma independiente e intermitente. La medición del potencial eléctrico se puede realizar de forma continua, por ejemplo, mientras se promedian las mediciones, o en uno o más intervalos específicos para reducir la interferencia del componente de CC y/o el componente alterno con la medición.

40 En una realización, la disposición de carga comprende un circuito de suministro para transferir la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de potencia y para conducir al menos parte de la corriente de suministro a través de la carga para proporcionar la corriente de carga. Efectivamente, cuando una carga requiere una corriente menor que la corriente ICCP, el circuito de suministro puede conducir parte de la corriente ICCP directamente desde el nodo de potencia al electrodo. Opcionalmente, el circuito de suministro comprende un diodo Zener para transferir parte de la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de potencia.

50 En una realización, la disposición de carga comprende al menos una hoja portadora que lleva una multitud de dichos electrodos y cargas que están interconectados. Ventajosamente, un soporte en forma de hoja se puede instalar fácilmente en una superficie de una estructura marina. Opcionalmente, la disposición de carga comprende múltiples hojas de soporte y cada hoja tiene al menos un elemento conector para conectar los nodos de energía entre hojas vecinas. Ventajosamente, dicha conexión galvánica se realiza convenientemente a través de los elementos conectores.

55 En una realización, la carga comprende una fuente de luz ultravioleta para emitir luz antiincrustante para la antiincrustación de la disposición de carga y/o una superficie de la estructura marina que debe estar en contacto con el agua, siendo el agua un líquido incrustante que contiene organismos bioincrustantes. Opcionalmente, la disposición de carga puede comprender un medio óptico. En una realización práctica, la disposición de carga puede ser un medio óptico en forma de placa o lámina, en el que la superficie frontal es una superficie de emisión para emitir la luz antiincrustante, mientras que las superficies frontal y posterior del medio óptico son sustancialmente planas y se extienden sustancialmente paralelas entre sí. En tal realización, el medio óptico es muy adecuado para ser aplicado como una cubierta a una superficie expuesta de la estructura marina. La carga puede ser una fuente de luz que se adaptará para emitir luz ultravioleta, como un LED UV. Una ventaja general de usar luz ultravioleta para la antiincrustación es que se evita que los microorganismos se adhieran y arraiguen en la superficie para mantenerse limpios. La fuente de luz puede estar incrustada en el medio óptico, o puede disponerse fuera del medio óptico, en una posición adyacente al medio óptico.

5 Cuando la fuente de luz está adaptada para emitir luz ultravioleta, es ventajoso que el medio óptico comprenda un material transparente ultravioleta tal como silicona transparente ultravioleta. En un sentido general, el hecho de que el medio óptico comprenda material que esté configurado para permitir que al menos parte de la luz antiincrustante se distribuya a través del medio óptico puede entenderse como que implica que el medio óptico comprende material que es sustancialmente transparente. a la luz antiincrustante.

10 Es una posibilidad práctica que la disposición de carga de acuerdo con la invención comprenda un solo medio óptico y una pluralidad de fuentes de luz como cargas. El medio también puede comprender uno o más espejos para reflejar la luz a la superficie de emisión. En tal caso, el medio óptico de la disposición de carga puede ser de cualquier forma y tamaño adecuados, en el que las fuentes de luz como los LED se distribuyen por todo el medio óptico y en el que la luz emitida por cada una de las fuentes de luz se distribuye a través de la emisión. superficie del medio óptico en un grado optimizado. Las fuentes de luz pueden disponerse en una serie de conexiones paralelas a los respectivos electrodos y nodos de potencia.

15 La invención es aplicable en varios contextos. Por ejemplo, la disposición de carga de acuerdo con la invención puede aplicarse en el contexto de una embarcación marina. Opcionalmente, una estructura marina para ser expuesta al agua tiene una superficie que comprende la disposición de carga anterior, en la que la disposición de carga está unida a dicha superficie expuesta, por ejemplo, las cargas que comprenden fuentes de luz UV para antiincrustación de la superficie expuesta cuando se sumerge en un líquido incrustante que contiene organismos bioincrustantes.

Los aspectos descritos anteriormente y otros de la invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones.

25 Breve descripción de las figuras

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán adicionalmente con referencia a las realizaciones descritas a manera de ejemplo en la siguiente descripción y con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales

30 La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 muestra un segundo ejemplo de un sistema que tiene un electrodo frontal capacitivo;

35 La Figura 3 muestra un tercer ejemplo de un sistema que tiene un electrodo frontal galvánico; y

La Figura 4 muestra los componentes de CA y CC.

40 Las figuras son puramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. En las figuras, los elementos que corresponden a elementos ya descritos pueden tener los mismos números de referencia.

Descripción detallada de las realizaciones

45 La invención se refiere a un sistema para la prevención de la corrosión de estructuras metálicas en contacto con el agua, por ejemplo, agua de mar. Cuando dos metales diferentes (por ejemplo, un barco de hierro que tiene una hélice de bronce) se ponen en contacto eléctrico entre sí (por ejemplo, por medio de cojinetes del eje de la hélice o anclajes de hierro diferente) y parte o la totalidad de ambos metales se ponen en contacto con agua (de mar), un material (el casco) se disolverá más fácilmente que el otro (la hélice de bronce). Además, el metal más fácil de disolver desaparecerá antes de que el segundo metal comience a disolverse, lo que generalmente se denomina oxidación. En agua (de mar), el hierro se disuelve lenta pero constantemente. Por lo tanto, sin la protección adecuada, un barco de hierro se disolverá lenta pero constantemente y eventualmente incluso se hundirá debido a los agujeros que penetran en el casco.

55 Una forma de proteger un barco de hierro es pintarlo. Sin embargo, tan pronto como falle el primer parche de pintura, la plancha comenzará a disolverse inmediatamente en ese lugar. Peor aún, incluso una capa de pintura fresca viene con agujeros y la hélice y los timones en contacto con el casco frecuentemente están sin pintar o despojados de su capa de pintura debido a la cavitación en uso. Por lo tanto, la protección contra la corrosión es imprescindible.

60 Para proteger un barco de la disolución, se pueden aplicar diferentes procedimientos de protección. Un procedimiento bien conocido, la protección catódica pasiva, requiere atornillar un metal aún más soluble a la estructura marina, como un bloque de zinc o aluminio. El procedimiento opera debido a la donación de electrones del zinc o aluminio a la estructura marina de hierro, con lo que la estructura marina adquiere un potencial químico inhibidor de la corrosión, es decir, mientras el zinc o el aluminio estén presentes, la protección de la estructura marina está asegurada. y sostenido.

Otro procedimiento para adquirir un potencial químico inhibidor de la corrosión se denomina protección catódica por corriente impresa (ICCP), que suministra los electrones necesarios mediante una fuente de alimentación de CC. ICCP tiene como objetivo detener la corrosión mediante la creación de un potencial eléctrico en el metal a proteger; el potencial requerido es 0,8-0,9 V medido frente a un electrodo de referencia. Los electrones se envían como una corriente continua desde el ánodo de corriente impresa hacia la estructura marina. El material del ánodo se selecciona para que no se disuelva en agua (de mar), por ejemplo, platino o titanio revestido con platino. En el sistema pasivo, el flujo de electrones es en gran parte autocontrolado. En ICCP, el flujo de corriente debe controlarse, por ejemplo, la corriente puede interrumpirse temporalmente para medir si el hierro ha adquirido el potencial eléctrico inhibidor de la corrosión. Se necesita control ya que demasiados electrones enviados al hierro dan como resultado la descomposición del agua. De lo contrario, se puede formar gas hidrógeno que a su vez puede disolverse en el hierro, volviéndolo quebradizo. Debe evitarse la denominada "sobrepotección" por un potencial demasiado alto. Además, cuando se aplica muy poca corriente, la protección contra la corrosión es inadecuada. Como tal, controlar la corriente de la fuente de alimentación en base a la medición de dicho potencial eléctrico es bien conocido en los sistemas ICCP. Los antecedentes generales sobre los sistemas ICCP se pueden encontrar en los documentos de referencia [1] y [2].

La combinación de electricidad y agua, en particular el duro y duro entorno de la industria offshore, plantea un verdadero desafío. El agua se descompone bajo la influencia de una corriente eléctrica. En el caso del agua de mar, se descompone bajo corriente continua en cloro e hidrógeno gaseoso. Bajo corriente alterna, ambos gases se forman alternativamente en cada electrodo. Dichos gases pueden potenciar la corrosión ya natural del casco de acero del barco y acelerar la degradación de otros materiales.

El sistema propuesto logra la protección ICCP en combinación con la alimentación de una carga agregada en serie entre el ánodo y la fuente de alimentación. Aunque el consumo de energía aumenta debido a que la carga usa parte de la energía, se puede obtener el mismo nivel de protección contra la corrosión cuando se genera la misma corriente impresa con o sin carga. Al controlar una corriente CC basada en la medición del potencial eléctrico, la estructura marina adquiere el potencial eléctrico adecuado para ICCP. La carga se alimenta utilizando al menos parte de la corriente de suministro, por ejemplo, una corriente alterna adicional a alta frecuencia para evitar la formación de dichos gases, como se aclara más adelante.

A continuación, la presente invención se explicará con referencia a un escenario de aplicación, en el que la disposición de carga se utiliza para alimentar fuentes de luz ultravioleta (en particular LED), que pueden montarse en la superficie expuesta del casco de un barco para contrarrestar la bioincrustación. Sin embargo, cualquier otra carga en la superficie de una estructura marina puede alimentarse de acuerdo con la invención, por ejemplo, una unidad de sonar u otros sensores. Antes de que se expliquen los detalles de varias realizaciones de la materia objeto divulgada, se discutirán la idea general y los enfoques conocidos para contrarrestar la bioincrustación en tal escenario de aplicación.

La bioincrustación de superficies que están expuestas al agua, durante al menos una parte de su vida, es un fenómeno bien conocido, que causa problemas sustanciales en muchos campos. Por ejemplo, en el campo del transporte marítimo, se sabe que la bioincrustación en el casco de los barcos provoca un aumento severo de la resistencia de los barcos y, por lo tanto, un mayor consumo de combustible de los barcos. En este sentido, se estima que un aumento de hasta un 40% en el consumo de combustible se puede atribuir a la bioincrustación.

En general, la bioincrustación es la acumulación de microorganismos, plantas, algas, animales pequeños y similares en las superficies. De acuerdo con algunas estimaciones, más de 1.800 especies que comprenden más de 4.000 organismos son responsables de la bioincrustación. Por lo tanto, la bioincrustación es causada por una amplia variedad de organismos e involucra mucho más que la unión de percebes y algas marinas a las superficies. La bioincrustación se divide en microincrustaciones que incluyen la formación de biopelículas y la adhesión bacteriana, y macroincrustaciones que incluyen la unión de organismos más grandes. Debido a la química y la biología distintas que determinan qué les impide asentarse, los organismos también se clasifican como duros o blandos. Los organismos de incrustaciones duras incluyen organismos calcáreos como percebes, briozoos incrustantes, moluscos, poliquetos y otros gusanos tubulares, y mejillones cebrá. Los organismos de incrustación blanda incluyen organismos no calcáreos como algas marinas, hidroides, algas y "limo" de biopelícula. Juntos, estos organismos forman una comunidad incrustante.

Como se mencionó anteriormente, la bioincrustación crea problemas sustanciales. La bioincrustación puede hacer que la maquinaria deje de funcionar y que las entradas de agua se obstruyan, por mencionar solo otras dos consecuencias negativas además del aumento de la resistencia de los barcos mencionado anteriormente. Por lo tanto, el tema de la antiincrustación, es decir, el proceso de eliminar o prevenir la bioincrustación, es bien conocido.

Se puede elegir una fuente de luz en la disposición de carga para la antiincrustación para emitir específicamente luz ultravioleta del tipo C, que también se conoce como luz UVC, e incluso más específicamente, luz con una longitud de onda aproximadamente entre 220 nm y 300 nm. En la práctica, la eficiencia máxima se alcanza alrededor de 265 nm, con una caída hacia longitudes de onda más altas y más bajas. A 220 nm y 300 nm, se ha reducido a un -10 % de eficiencia.

Se ha descubierto que la mayoría de los organismos contaminantes mueren, se vuelven inactivos o se vuelven incapaces de reproducirse al exponerlos a una cierta dosis de luz ultravioleta. Una intensidad típica que parece adecuada para realizar un antiincrustante es de 10 mW por metro cuadrado. La luz se puede aplicar de forma continua o con una frecuencia adecuada, lo que sea apropiado en una situación dada, especialmente a una intensidad de luz dada. Un LED es un tipo de lámpara UVC que se puede aplicar como fuente de luz de la disposición de carga. Es un hecho que los LED generalmente se pueden incluir en paquetes relativamente pequeños y consumen menos energía que otros tipos de fuentes de luz. Además, los LED se pueden incrustar muy bien en una placa de material. Además, los LED se pueden fabricar para emitir luz (ultravioleta) de varias longitudes de onda deseadas, y sus parámetros operativos, más notablemente la potencia de salida, se pueden controlar en un alto grado. El LED puede ser un llamado LED de emisión lateral y puede estar dispuesto en el medio óptico para emitir la luz antiincrustante en direcciones a lo largo del plano de la hoja.

La luz antiincrustante se puede distribuir a través de un medio óptico que comprende un material de silicón y/o sílice de grado UV (fundido) y que emite la luz antiincrustante desde el medio óptico y desde la superficie de una estructura marina. La irradiación UV-C evita el asentamiento (inicial) de microorganismos y macroorganismos, por ejemplo, en el casco de un barco. El problema con las biopelículas es que a medida que su grosor aumenta con el tiempo debido al crecimiento de los organismos, su superficie se vuelve áspera. Por lo tanto, la resistencia aumenta, lo que requiere que el motor consuma más combustible para mantener la velocidad de crucero del barco y, por lo tanto, aumentan los costos operativos. Otro impacto de la bioincrustación puede ser una reducción en la capacidad de enfriamiento de un radiador de tubería o una reducción de la capacidad de flujo de los filtros y tuberías de entrada de agua salada. Por lo tanto, aumentan los costos de servicio y mantenimiento.

Una posible solución para contrarrestar la bioincrustación del casco del barco puede ser la cobertura del casco exterior con placas de, por ejemplo, materiales transparentes UV-C que tengan LED UV-C incrustados. Estas losas, o en general cualquier disposición de carga (es decir, elementos o disposiciones que consumen energía eléctrica para generar luz), se encuentran debajo de la línea de flotación. Esto se debe a que las superficies sumergidas son predominantemente sensibles a la bioincrustación y, por lo tanto, son responsables del aumento de la resistencia. Por lo tanto, la energía eléctrica debe entregarse por debajo de la línea de flotación hacia las cargas. Obviamente, las soluciones antiincrustantes no deben hacer que falle el sistema ICCP.

Varias cargas, como los LED UV de un sistema de prevención de bioincrustaciones, requieren energía eléctrica. Los LED UV son dos fuentes de luz sensibles a la polaridad con plomo, que requieren una corriente continua para funcionar. En enfoques convencionales, se pueden usar conductores cableados para proporcionar corriente de suministro por medio de contactos galvánicos. Sin embargo, los enfoques tradicionales de cableado completo requieren esquemas de cableado y conectores complejos para conectar la fuente de alimentación con las cargas. Ahora se describe un enfoque de un solo cable que utiliza el agua de mar como medio conductor común para un transmisor de potencia sumergido en el agua de mar, por ejemplo (partes de) el casco metálico del barco conectado a un polo de una fuente de alimentación. Dicho hilo único está provisto de una disposición de conductores como se describe a continuación, que está aislado de dicho medio conductor.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema ICCP. El sistema tiene una fuente de alimentación 1 y una disposición de carga 100. La fuente de alimentación se dispone para proporcionar una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de una estructura marina 50 con respecto al agua 10 para la protección catódica por corriente impresa. La disposición de carga 100 se dispone sobre la estructura marina y está en contacto con el agua 10. La disposición de carga tiene un electrodo 130 que se extiende desde la disposición de carga al agua, un nodo de energía 120 y una carga 20. La carga se acopla entre el electrodo 130 y el nodo de energía 120 y se dispone para obtener una corriente de carga de la fuente de alimentación.

La fuente de alimentación tiene un primer polo 1b conectado a la estructura marina y un segundo polo 1a para conectarse al nodo de energía a través de una disposición de conductores 110, por ejemplo, una línea de energía. En las diversas realizaciones, la corriente de suministro de la fuente de alimentación se conduce desde el primer polo a la estructura marina, y desde la superficie de la estructura, a través del agua, hasta el electrodo. Posteriormente, en la disposición de carga, la corriente de suministro se conduce desde el electrodo, a través de los circuitos de acoplamiento y la carga, al nodo de potencia. Finalmente, la corriente de suministro se conduce desde el nodo de energía, a través de una conexión galvánica, al segundo polo de la fuente de alimentación. La conexión galvánica puede estar constituida por cualquier conductor aislado, por ejemplo, una línea eléctrica, una regleta de enchufes, un cable o cualquier otra disposición de conductores. En el ejemplo de la Figura 1, el acoplamiento de la carga al electrodo y al nodo de potencia se muestra como conexiones cableadas directas 2a, 2c. El acoplamiento en la disposición de carga se dispone para utilizar la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga. Más adelante se prevén y comentan varios otros circuitos de acoplamiento. La fuente de alimentación se dispone para proporcionar un voltaje de suministro para generar corriente impresa para ICCP y una corriente de carga para alimentar la carga. Por ejemplo, el voltaje de suministro puede tener una compensación de CC para generar la corriente impresa y un componente de CA para alimentar la carga, como se explica a continuación con referencia a la Figura 4. En la práctica, la fuente de alimentación puede tener unidades separadas para generar componentes de CA y/o CC, por ejemplo, un rectificador separado de una fuente de alimentación de CA para proporcionar un componente de CC, y posiblemente otros elementos electrónicos para el control de la potencia total y/o mediciones.

En el ejemplo, la carga es una fuente de luz 20 para la antiincrustación de una superficie 30 de una estructura marina 50 expuesta al agua 10 que constituye un medio eléctricamente conductor, por ejemplo, agua de mar que contiene organismos bioincrustantes. La disposición de carga 100 puede comprender un portador 4 como se indica mediante líneas discontinuas. Se muestra una disposición 110 de conductores para conectar el nodo de energía 120 al segundo polo 1a de la fuente de alimentación. El portador puede tener una superficie frontal 102 que mira hacia el agua y una superficie trasera 101 que cubre, al menos parcialmente, una superficie 30 de la estructura marina. La carga 20 se muestra incrustada en el portador y acoplada entre el nodo de energía 120 y el electrodo 130 para recibir la corriente de suministro desde la fuente de alimentación 1. El electrodo 130 está ubicado en la superficie frontal 101 y se conecta a la carga a través de un conductor 2c. El electrodo frontal 130 se extiende hacia el agua 10 al formar un medio eléctricamente conductor. El nodo de potencia 120 está ubicado en la superficie trasera y se conecta a la carga a través de un conductor 2a.

La disposición de conductores 110 se conecta a un polo de la fuente de alimentación 1 a través de una línea de suministro 1a. Por ejemplo, la disposición de conductores puede tener tiras metálicas, una rejilla o una malla u otra forma de conductores aislados distribuidos por la superficie de la estructura marina y conectados a la fuente de alimentación. El otro polo de la fuente de alimentación está acoplado a la propia estructura marina que tiene partes conductoras sumergidas en el líquido, por ejemplo (partes de) el casco metálico del barco.

El portador puede comprender un medio óptico y tener forma de hoja. La superficie frontal del medio óptico puede constituir una superficie de emisión y puede ser sustancialmente plana con respecto a la superficie posterior del soporte, extendiéndose las superficies sustancialmente paralelas entre sí. La figura muestra esquemáticamente una vista en sección de una parte de un medio óptico, un LED que constituye la carga incrustada en el medio óptico y un espejo 40 que puede estar presente cerca de la superficie trasera del medio óptico. Las posibles trayectorias de los haces de luz se indican esquemáticamente mediante flechas. La fuente de luz puede adaptarse para emitir luz ultravioleta, por ejemplo, un LED UV-C como se explica en la sección anterior. El medio óptico permite que al menos parte de la luz se distribuya a través del medio óptico, como muestran las flechas que emanan de la fuente de luz, propagándose y reflejándose internamente en la capa del medio óptico. En los ejemplos se muestra y explica una fuente de luz. En la práctica, la disposición de carga puede comprender un único medio óptico y una pluralidad de fuentes de luz, y una correspondiente pluralidad asociada de espejos. Cada uno de los espejos se puede acoplar eléctricamente a una o más de las fuentes de luz.

El espejo puede constituir el nodo de potencia, siendo eléctricamente conductor y eléctricamente acoplado a la carga mediante el cable 2a. Por ejemplo, el espejo es una fina capa metálica de un metal conductor reflectante. Al menos parte del espejo puede ser una capa de dispersión.

En la práctica, la disposición de carga puede tener múltiples cargas, por ejemplo, un patrón de múltiples fuentes de luz y electrodos asociados. Múltiples espejos pueden cubrir un área extendida mientras proporcionan sustancialmente una emisión de luz homogénea desde la superficie de emisión. En tal disposición, los electrodos pueden ser compartidos por múltiples cargas.

La Figura 2 muestra una segunda realización de un sistema ICCP que también alimenta una carga. El sistema tiene una fuente de alimentación 201 y una disposición de carga 200. La fuente de alimentación puede incluir un generador de forma de onda de CA y se dispone para proporcionar una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de una estructura marina 50 con respecto al agua 10 para la protección catódica por corriente impresa. Por ejemplo, la estructura marina puede incluir el casco exterior de un barco, una hélice, un timón, un ancla, etc. La disposición de carga 200 se dispone sobre la estructura marina y está en contacto con el agua 10. La disposición de carga tiene un nodo 220 de potencia, una carga 225 y al menos un electrodo 230, por ejemplo, de Pt. Los electrodos constituyen ánodos que se extienden desde la disposición de carga al agua. Se forma un camino conductor de agua (de mar) común entre los electrodos y la estructura marina 50. La carga se acopla entre el electrodo 230 y el nodo de potencia 220 y se dispone para obtener una corriente de carga de la fuente de potencia a través de un circuito rectificador 235, en el ejemplo un puente rectificador del tipo Graetz.

La fuente de alimentación tiene un primer polo 202 conectado a la estructura marina 50 y un segundo polo 203 para conectarse al nodo de potencia a través de una disposición de conductores 210, por ejemplo, una disposición de regleta de tiras metálicas aisladas conectadas al nodo de potencia en la disposición de carga mediante elementos conectores. En la práctica, la disposición del conductor puede necesitar pasar por el exterior de la estructura marina, por ejemplo, a través de un pasacables de casco de barco también conocido como atagüa.

La corriente de suministro de la fuente de alimentación se conduce desde el primer polo a la estructura marina, y desde la superficie de la estructura, a través del agua, al electrodo 230. Posteriormente, en la disposición de carga, la corriente de suministro se conduce desde el electrodo, a través del circuito rectificador y la carga, al nodo 220 de potencia. Finalmente, la corriente de suministro se conduce desde el nodo de energía, a través de la disposición del conductor, al segundo polo 203 de la fuente de alimentación.

El ejemplo de la Figura 2 muestra dos tiras o secciones de LED montadas o adheridas al casco exterior de un barco, que pueden estar pintadas o pueden estar parcialmente desprotegidas. Cada conjunto de LED o tira tiene al menos

un ánodo de contacto con el agua de mar que forma un retorno de agua de mar común y un nodo de suministro de energía común. El agua de mar proporciona un camino conductor eléctrico común a las áreas metálicas no protegidas de la estructura marina 50, por ejemplo, partes del casco de un barco, una hélice o un timón u otro en las regiones metálicas sumergidas en agua de mar de la estructura marina (por ejemplo, túnel de hélice de proa).  
 5 Efectivamente, no importa cómo fluye la corriente desde los transmisores hacia el casco, rayado, ancla, hélice y otros cortos. Los elementos pueden estar incrustados en un soporte, por ejemplo, una carcasa de silicona. Más ánodos de agua de mar y distribución a través de una superficie más grande proporcionan una protección contra la corrosión más uniforme y una firma electrónica más baja del barco.

10 En la Figura 2, el acoplamiento en la disposición de carga se dispone para usar la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga de la siguiente manera. Cualquier componente de CC o CA de la corriente de suministro se rectifica y luego se conduce a la carga, un LED en el ejemplo. El componente de CC proporciona la corriente para la protección ICCP y se puede controlar para generar el potencial eléctrico de aproximadamente 0,8 a 0,9 voltios CC (con respecto a un electrodo de referencia) requerido para ICCP. Para medir el potencial del casco, se  
 15 necesita una referencia hacia la cual se mide ese potencial. Este electrodo es el llamado electrodo de referencia. El potencial de los electrodos de referencia está determinado por la composición química y existen diversas ejecuciones de diferentes productos químicos y materiales de electrodos. Como el agua de mar es sal, contiene cloro y tiene una composición bastante constante, los electrodos de referencia de plata/cloruro de plata son los más adecuados. Para obtener más detalles, consulte <https://www.corrosionpedia.com/an-overview-of-cathodic-protection-potential-measurement/2/2494.1>  
 20

El componente de CA se rectifica y, por lo tanto, proporciona corriente de carga. En el ejemplo, la corriente de carga total es la suma del componente de CC y el componente de CA rectificado. Para evitar una contribución neta a la electroquímica, la disposición de carga se puede operar usando CA a una frecuencia relativamente alta de 20 kHz a  
 25 200 kHz. Los límites se determinan en el extremo inferior por la velocidad de formación de gas en la electrólisis del agua, por lo que, en la práctica, al menos por encima de 20 kHz, y preferiblemente alrededor de 100 kHz.

30 Cuando se trata de interferencia, el límite superior puede determinarse en base a la eslora de un barco o estructura a proteger. Para evitar la transmisión por radio, la longitud de onda de la señal del generador debe ser inferior a aproximadamente 1/10 de la eslora del barco. Por ejemplo, 100 kHz se traduce en una longitud de onda de 3000 m en el aire. La disposición de carga se puede incrustar en silicona con una constante dieléctrica de aproximadamente 2. Entonces, efectivamente, la longitud de onda es adecuada para un barco de hasta 150 m de eslora. Con ataguía de popa y proa se pueden envergar 300 m. Si el barco tiene 75 m de eslora, se pueden utilizar 200 kHz. Dado que los costos del generador pueden aumentar con el nivel de potencia y la frecuencia, se prefiere implementar  
 35 frecuencias más bajas, digamos 100 kHz. Además, se pueden seleccionar frecuencias que no están reservadas para la radiodifusión u otros fines de transmisión, es decir, que pueden utilizarse libremente.

40 De hecho, la electroquímica también ocurre a alta frecuencia, pero cuando la frecuencia es lo suficientemente alta y la forma de onda es simétrica, no hay una contribución neta a la electroquímica que ocurre en los electrodos debido a la alta frecuencia; contribución neta que significa un efecto químico restante. Cuando se introduce cualquier asimetría, por ejemplo, una compensación de CC neta por una polarización de CC o formas de onda asimétricas, se produce una electroquímica neta en ambos electrodos. Entonces, la electroquímica como tal no significa que haya formación o depósito de gas. Para DC hay un efecto restante; un electrodo puede mostrar formación de gas mientras que el otro puede mostrar el depósito de un sólido. En un medio marino de mar salado, el depósito puede ser calcáreo. Este depósito no se formará debido a la CA de alta frecuencia, pero puede formarse debido al  
 45 componente de CC del ICCP. Una descripción más detallada de cómo evitar una contribución neta a la electroquímica se puede encontrar, por ejemplo, en el documento [3], que describe las frecuencias y formas de pulso en relación con la electroquímica.

50 Efectivamente, la activación de los LED a través del componente de CA permite el control independiente de ICCP y LED. Por ejemplo, cuando la forma de onda de los LED es simétrica, no hay una contribución de corriente neta al ICCP, y se puede proporcionar una corriente de compensación de CC separada para el ICCP. Alternativamente, cuando los LED se activan utilizando formas de onda de CA asimétricas, se puede omitir una compensación de CC separada.  
 55

En una realización, la corriente requerida para la carga puede ser aproximadamente igual o menor que la corriente requerida para ICCP. Para ello, la disposición de carga puede tener un circuito de suministro para transferir cualquier exceso de energía de suministro entre el electrodo y el nodo de energía. El exceso de potencia significa una parte de la corriente de suministro que no se requiere para la carga, mientras que una parte útil de la corriente de suministro se conduce a través de la carga para proporcionar la corriente de carga. Entonces, el circuito de suministro tiene la función de protección contra sobrecorriente. Por ejemplo, el circuito de suministro puede tener un circuito de derivación controlable, por ejemplo, un interruptor semiconductor FET controlado, que transfiere directamente una parte sustancial de la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de potencia. En la Figura, el circuito de suministro se forma por un diodo protector 250 que conduce parte de la corriente de suministro si el voltaje a través de la carga excede un máximo predeterminado. En particular, el circuito de suministro puede comprender un diodo Zener para transferir parte de la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de  
 60  
 65

potencia. Además, en caso de que los LED fallen, la protección ICCP aún puede mantenerse mediante el circuito de suministro que proporciona un bypass. En la práctica, esta función a prueba de fallos puede ser una característica importante.

5 En una realización práctica, el circuito de alimentación anterior también se puede aplicar, aunque la corriente ICCP operativa normal es menor que la corriente de carga. Por ejemplo, cuando el revestimiento de un barco se daña sustancialmente, el requisito actual del ICCP puede aumentar considerablemente. La unidad de control ICCP ahora puede aumentar la corriente ICCP, porque el circuito de suministro funcionará como una protección contra sobrecorriente para la carga.

10 Para muchos tipos de carga, la corriente requerida puede ser sustancialmente mayor que la corriente para ICCP. Dicha corriente de carga se puede proporcionar a través de dicho componente de CA, mientras que la carga puede usar la corriente de CA directamente, o agregando un rectificador. La fuente de alimentación puede generar el componente de CA mediante una secuencia de pulsos, por ejemplo, pulsos positivos y negativos. Un componente de CC puede generarse mediante un desplazamiento de CC y una secuencia de pulsos u onda de CA simétrica. Además, un componente de CC se puede lograr mediante modulación de pulsos, por ejemplo, altura, ancho, control de tiempo, a-periódico o cualquier combinación de los mismos.

15 En una realización, el componente de CC para ICCP es proporcionado por una asimetría en pulsos positivos y negativos de la tensión de alimentación. La asimetría se logra modulando los anchos de pulso y/o formas de pulso de los respectivos pulsos. Como resultado, la estructura marina se carga y descarga, teniendo una carga neta resultante debido a la asimetría.

20 En una realización adicional, la fuente de alimentación se dispone para, en un intervalo, inhabilitar el componente de CC y/o el componente alterno y medir el potencial eléctrico de la estructura marina. Las mediciones del potencial eléctrico de un casco solo se pueden realizar cuando el propio casco proporciona el potencial. El barco puede interpretarse como una batería flotante que siempre debe cargarse al potencial requerido. Si el potencial está por debajo del objetivo, el componente de CC puede aumentarse y viceversa.

25 En una realización adicional, la corriente requerida para ICCP se puede suministrar en un intervalo de ICCP, mientras que la corriente requerida para la carga se puede suministrar en un intervalo de carga. El ICCP y los intervalos de carga pueden repetirse según sea necesario para controlar tanto la función de carga como la función ICCP de forma sustancialmente independiente e intermitente. Por ejemplo, apagar temporalmente las fuentes de luz ultravioleta en intervalos cortos no obstaculizará la antiincrustación.

30 En una realización adicional, se pueden insertar intervalos de medición en una secuencia de este tipo en momentos regulares para detectar si el componente de CC debe cambiarse. Además, las mediciones se pueden ejecutar durante intervalos específicos para reducir la interferencia del componente de CC y/o el componente alterno con la medición. Cabe señalar que el componente de CC puede estar constituido por un componente de corriente de CC sustancialmente constante que se ajusta intermitentemente en base a tales mediciones, por ejemplo, en dichos momentos regulares. En la práctica, las grandes estructuras marinas se comportan como una gran batería que se carga y descarga, lo que es un fenómeno relativamente lento. Alternativamente, la medición del potencial eléctrico se puede realizar de forma continua, por ejemplo, mientras se promedian las mediciones.

35 Opcionalmente, el portador puede tener forma de teja y comprender múltiples de dichas cargas. Las cargas pueden tener nodos de energía interconectados. En el caso de múltiples soportes, por ejemplo, un revestimiento de una capa antiincrustante, la disposición de conductores puede tener más cables para conectar de un azulejo a otro. Para este propósito, debajo de la capa de tejas, una disposición de conductores puede tener una capa separada de una malla de alambre, espina de pescado o patrón similar que está acoplado localmente galvánicamente a los nodos de potencia de las tejas antiincrustantes en la parte superior de esta capa conductora.

40 Alternativamente, se puede usar una cuadrícula de parches de interconexión local en una capa debajo de los mosaicos para conectarse con partes complementarias en los mosaicos. Por ejemplo, la disposición de carga puede tener elementos conectores correspondientes a los bordes de la teja para interconectar tejas vecinas. Los soportes pueden estar provistos de elementos conectores en los bordes, mientras que la disposición de conductores tiene elementos conectores complementarios en posiciones correspondientes a los bordes.

45 La Figura 3 muestra un tercer ejemplo de una disposición de carga que tiene un electrodo frontal galvánico. En el ejemplo, la carga es un conjunto 325 de LED UV-C antiparalelos para emitir luz antiincrustante acoplada entre los electrodos y los nodos de potencia mostrados como puntos negros. La disposición de carga comprende un portador 300 como se indica mediante líneas discontinuas y una disposición de conductores 310 mostrada como un conductor acoplado a un conector 320. En una realización práctica, la disposición de conductores puede tener conductores metálicos dispuestos en un patrón distribuido a través de la superficie de la estructura marina para acoplarse a una multitud de elementos conectores de uno o más portadores. Los elementos conectores pueden estar ubicados en la parte trasera y/o en los bordes de la disposición de carga. La disposición de conductores puede tener un cable de múltiples conductores configurado para conectar los conductores a un polo de la fuente de

alimentación y para separar y distribuir los conductores a través de la superficie de la estructura marina para acoplarlos a una multitud de elementos conectores. Alternativamente, la disposición del conductor puede tener una estructura de malla de alambre para acoplarse a una multitud de elementos conectores en una multitud de soportes y distribuir la malla de alambre a través de la superficie de la estructura marina. Los elementos conectores pueden disponerse para acoplamiento galvánico a los conductores metálicos.

La disposición de carga puede ser similar al ejemplo mostrado en la Fig. 2, y tiene electrodos 330 constituidos por electrodos de alambre, por ejemplo, hechos de Pt/Ti, que se extienden hacia el líquido 10. De esta manera, los electrodos constituyen una conexión eléctrica conductora a través del agua de mar a una fuente de alimentación 301.

La alimentación de las cargas se combina en el sistema ICCP, que puede instalarse en la estructura marina. El ICCP se puede alimentar de forma independiente utilizando corriente CC de la fuente de alimentación 301 o una fuente de alimentación ICCP separada. Para evitar situaciones de sobrecorriente y electroquímica, la disposición de carga se puede operar usando CA a una frecuencia relativamente alta, mientras que la parte relacionada con ICCP funciona con CC. Por lo tanto, es posible un control independiente sobre la disposición de la carga y el ICCP mientras se sigue utilizando la misma infraestructura cableada, lo que reduce el costo. La alta frecuencia elegida para la alimentación de los LED evita que la electroquímica se produzca por corrientes de CA a los LED. Por otro lado, el sistema ICCP solo requiere corrientes bajas, que pueden fluir a través de los LED. Por lo tanto, las corrientes ICCP no afectan significativamente la salida del LED UVC para las antiincrustaciones. De manera beneficiosa, la estructura ICCP puede estar provista de un conjunto distribuido de ánodos constituidos por transmisores (electrodos 330) que se extienden hacia el agua de mar, lo que mejora la fiabilidad de la protección contra la corrosión. Además, en lugar de unos pocos ánodos discretos que conducen corrientes ICCP altamente concentradas, dichos ánodos múltiples que conducen corrientes ICCP bajas se distribuyen a través del casco, reduciendo así las firmas electromagnéticas y magnéticas de una embarcación.

Para seguridad eléctrica y operación continua cuando está dañado, el cableado de suministro común en la disposición del conductor puede volverse redundante, bien aislado y protegido con fusibles. En el caso de daños en el cable de alimentación, pueden surgir uno o más cortocircuitos no limitados por corriente hacia el agua de mar y, por tanto, al timón y/o la hélice (vástago) o directamente al casco. Las líneas de alimentación redundantes y/o con fusibles pueden desactivarse, por ejemplo, desconectarse de las líneas de alimentación de la disposición de conductores. Por ejemplo, los portadores que tienen múltiples cargas también pueden tener múltiples conexiones a través de elementos conectores a diferentes partes de la disposición de conductores. Cuando algunas de estas partes están inhabilitadas, la energía aún se puede proporcionar a través de otras partes de la disposición del conductor o mediante una o más conexiones en bucle a otros portadores. El bucle puede proporcionar un procedimiento para mantener la conexión eléctrica a la mayoría de las baldosas mientras algunas conexiones internas o hacia otras baldosas están rotas. Se produce una redundancia similar si se rompen partes de un alambre de malla en la capa de soporte. Sin embargo, un daño también puede provocar una conexión eléctrica directa entre un cable de alimentación principal y el agua de mar o el casco. Para esta situación, se propone un enfoque de fusión o limitación actual.

La Figura 4 muestra el voltaje de salida de una fuente de alimentación. En un diagrama esquemático, el voltaje de suministro 400 se muestra en dirección vertical a lo largo del eje Y, y el tiempo se muestra horizontalmente a lo largo del eje X. El voltaje de salida puede ser generado por la fuente de alimentación 1, 201, 301 como se muestra en las Figs. 1, 2 o 3. La Figura 4 muestra un componente de CA 410 como una onda sinusoidal simétrica y un componente de CC 420 como un desplazamiento de CC de voltaje constante para producir ICCP. La frecuencia de la onda sinusoidal puede rondar los 100 kHz.

Será evidente para un experto en la técnica que la invención no se limita a los ejemplos discutidos anteriormente, sino que son posibles varias enmiendas y modificaciones de la misma. Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en las figuras y la descripción, dicha ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o únicamente a modo de ejemplo, y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones divulgadas. 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.

Un experto en la técnica puede comprender y realizar variaciones de las realizaciones divulgadas 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. Una persona experta en la técnica entenderá que el término "comprende", tal como se utiliza en este texto, cubre el término "consta de". Por tanto, el término "comprende" puede significar, en una realización, "consta de", pero en otra realización puede significar "contener/incluir al menos las especies definidas y opcionalmente una o más especies distintas". Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como una limitación del ámbito de la invención.

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 tanto, el mero hecho de que se mencionen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse ventajosamente.

5 Finalmente, se prevé el uso del sistema anterior, en particular el uso de la disposición de carga instalada en una superficie expuesta de una estructura marina para antiincrustación de la superficie expuesta cuando se sumerge en un líquido incrustante que contiene organismos bioincrustantes. Por tanto, la disposición de carga de acuerdo con la invención puede aplicarse al casco de un barco. Otros ejemplos de la superficie expuesta incluyen la superficie exterior de enfriadores de caja, superficies de equipos submarinos en alta mar, paredes interiores de depósitos de agua como tanques de lastre de embarcaciones y superficies de filtrado de sistemas de filtrado en plantas desalinizadoras.  
10

En resumen, un sistema ICCP proporciona protección catódica por corriente impresa de una estructura marina y alimenta una carga en una disposición de carga dispuesta en la estructura marina y en contacto con el agua. La fuente de alimentación proporciona una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de la estructura marina. La disposición de carga tiene un electrodo dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir la corriente de suministro a través del agua. La carga se acopla entre el electrodo y un nodo de potencia. La fuente de alimentación se conecta a la estructura marina y al nodo de energía. La disposición de la carga se dispone para utilizar la corriente de suministro para proporcionar energía a la carga. Para ello, la tensión de alimentación puede tener un componente de CA a alta frecuencia. La carga puede ser un LED UV-C para emitir luz antiincrustante.  
15  
20

Documentos de referencia:

[1] "The 10 most frequently asked questions about corrosion" por David Moran, Corrintec Ltd (artículo presentado en el Seminario internacional para la construcción, gestión y operación de yates de lujo; Proyecto 2002 - Amsterdam - Holanda 2002)  
25

[2] "'Low Signature Impressed Current Cathodic Protection - New Developments - Future Concepts "por Barry Torrance, Aish Technologies Limited, Poole Reino Unido (Documento presentado en ' Underwater Defense Technology Europe ', Amsterdam, junio de 2005 y en 'Recent Advances in Cathodic Protection', Universidad de Manchester, febrero de 2006)  
30

[3] "Transient nanobubbles in short-time electrolysis" por Vitaly B Svetovoy, Remco GP Sanders y Miko C Elwenspoek; Journal of Physics: Materia condensada 25 (18.04.2013)  
35

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un sistema para la protección catódica por corriente impresa de una estructura marina (50) para estar en contacto con el agua (10), comprendiendo el sistema la estructura marina y comprendiendo, además
- 10 - una fuente de alimentación (1,201,301) dispuesta para proporcionar una corriente de suministro para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa, y
- 15 - una disposición de carga (100) dispuesta sobre la estructura marina (50) y para estar en contacto con el agua (10), comprendiendo la disposición de carga
- al menos un electrodo (130) dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir la corriente de suministro a través del agua,
- 20 - al menos un nodo de energía (120, 220, 320), y
- 15 - al menos una carga (20) acoplada entre el electrodo y el nodo de potencia y dispuesta para recibir una corriente de carga,
- la fuente de alimentación que tiene un primer polo (1b) conectado a la estructura marina y un segundo polo (1a); en el que la disposición de carga se dispone para utilizar la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga,
- 20 caracterizado porque el segundo polo (1a) de la fuente de alimentación (1, 201, 301) se conecta galvánicamente al menos a un nodo de energía (120, 220, 320).
- 25 2. Sistema como se reivindicó en la reivindicación 1, en el que la disposición de carga (100) tiene una superficie frontal (102) para estar en contacto con el agua, y el al menos un electrodo es una multitud de electrodos distribuidos por la superficie frontal.
- 30 3. Sistema como se reivindicó en la reivindicación 1 o 2, en el que al menos una carga (20) es una multitud de cargas acopladas a al menos un electrodo, cuyas cargas se distribuyen a través de la disposición de carga.
- 35 4. Sistema como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de alimentación (1,201,301) se dispone para proporcionar la corriente de suministro que tiene
- un componente de CC (420) para generar el potencial eléctrico de la estructura marina, y
- 40 - un componente alterno (410) para proporcionar al menos parte de la corriente de carga, alternándose el componente alterno a una alta frecuencia que evita una contribución neta a la electroquímica en el al menos un electrodo.
- 45 5. Sistema como se reivindicó en la reivindicación 4, en el que la fuente de alimentación está configurada de manera que el componente de CC comprende un desplazamiento de CC y/o el componente de CC se proporciona ajustando un ancho de pulso de pulsos del componente alterno.
6. Sistema como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 4-5, en el que la fuente de alimentación se dispone para proporcionar el componente alterno que tiene una frecuencia en el intervalo de 20 kHz a 200 kHz, y preferiblemente de aproximadamente 100 kHz.
- 50 7. Sistema como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que la fuente de alimentación se dispone para, en un intervalo, inhabilitar el componente de CC y/o el componente alterno para permitir la medición del potencial eléctrico de la estructura marina.
8. Sistema como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de carga comprende un circuito de suministro (250) para transferir la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de potencia y para conducir al menos parte de la corriente de suministro a través de la carga para proporcionar la corriente de la carga.
- 55 9. Sistema como se reivindicó en la reivindicación 8, en el que el circuito de suministro (250) comprende un diodo Zener para transferir parte de la corriente de suministro entre el electrodo y el nodo de potencia.
- 60 10. Sistema como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carga comprende una fuente de luz UV para emitir luz antiincrustante para la antiincrustación de la disposición de carga y/o una superficie de la estructura marina para estar en contacto con el agua, siendo el agua un líquido incrustante que contiene organismos bioincrustantes.
- 65 11. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior,

en el que la disposición de carga (100, 200, 300) comprende una hoja portadora (4) que lleva una multitud de dichos electrodos y cargas que están interconectados.

- 5 12. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la disposición de carga comprende múltiples hojas de soporte y teniendo cada hoja al menos un elemento conector (320) para conectar los nodos de potencia de las hojas vecinas.
- 10 13. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que
- la disposición de carga (100,200,300) se dispone sobre una superficie de la estructura marina.
- 15 14. Procedimiento para la protección catódica por corriente impresa (ICCP) de una estructura marina (50) en contacto con el agua (10),
- una fuente de alimentación (1, 201, 301) dispuesta en la estructura marina,
- una disposición de carga (100, 200, 300) que se dispone en la estructura marina (50) y que está en contacto con el agua (10), comprendiendo la disposición de carga
- 20 - al menos un electrodo (130, 230, 330) dispuesto para extenderse desde la disposición de carga al agua para transferir una corriente de suministro a través del agua,
- al menos un nodo de energía (120, 220, 320), y
- al menos una carga (20) acoplada entre el electrodo y el nodo de potencia y dispuesta para recibir una corriente de carga,
- 25 - un primer polo de la fuente de alimentación se conecta a la estructura marina y un segundo polo se conecta galvánicamente al nodo de energía; comprendiendo el procedimiento
- proporcionar una corriente de suministro desde la fuente de alimentación para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa, y
- 30 - utilizar, en la disposición de carga, la corriente de alimentación para proporcionar la corriente de carga.
15. Procedimiento de instalación de un sistema como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo el procedimiento
- 35 - unir al menos una de dichas disposiciones de carga (100, 200, 300) a una superficie de dicha estructura marina (50) para exponerla al agua (10);
- conectar galvánicamente el segundo polo de la fuente de alimentación a al menos un nodo de energía (120, 220, 320); y
- 40 - conectar el primer polo de la fuente de alimentación a la estructura marina para proporcionar una corriente de suministro desde la fuente de alimentación para generar un potencial eléctrico de la estructura marina con respecto al agua para la protección catódica por corriente impresa y para usar, en la disposición de carga, la corriente de suministro para proporcionar la corriente de carga.

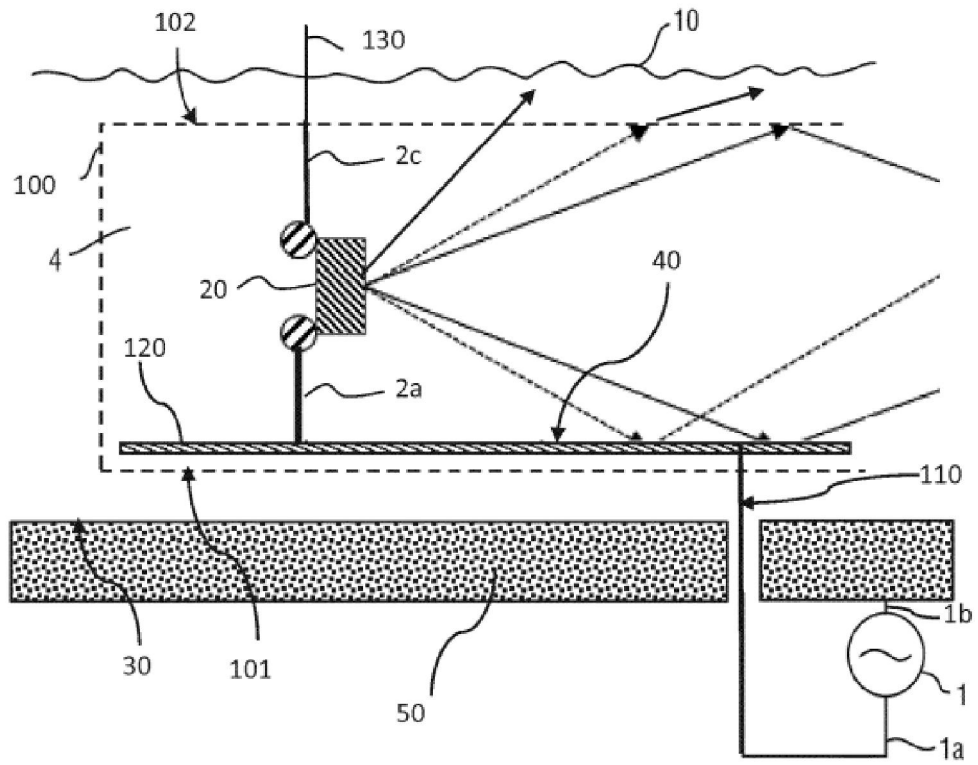


FIGURA 1

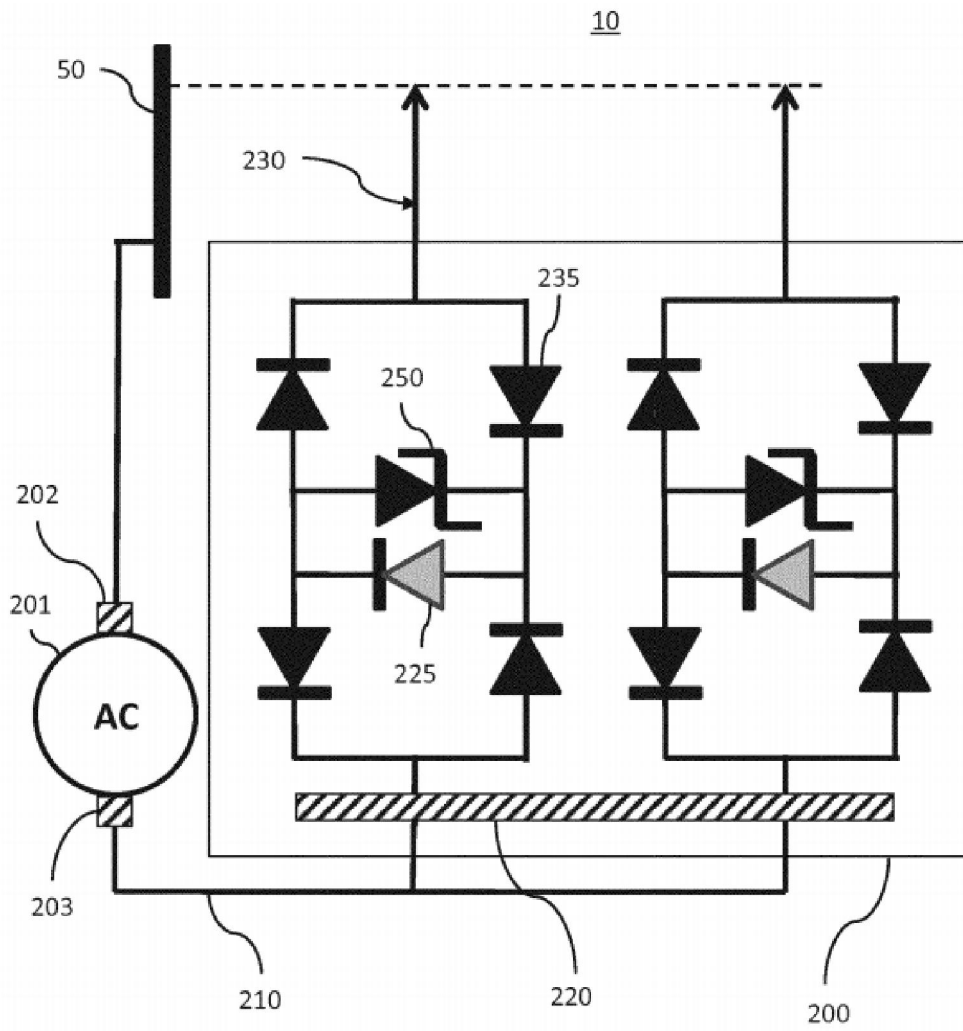


FIGURA 2

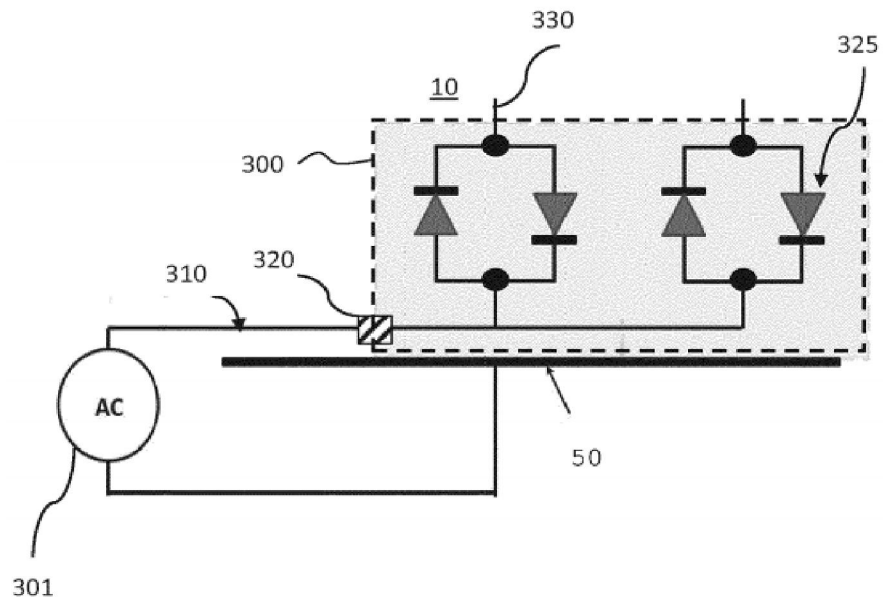


FIGURA 3

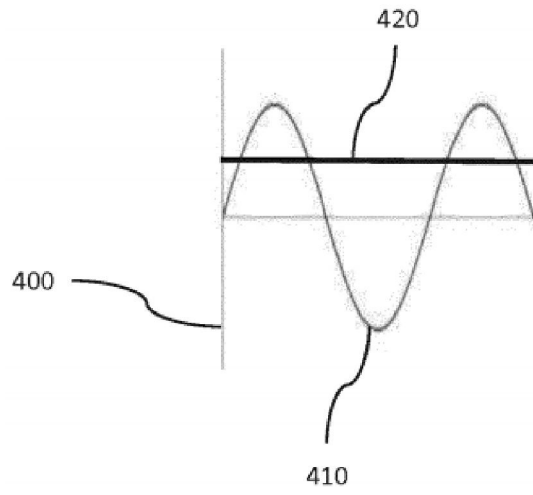


FIGURA 4