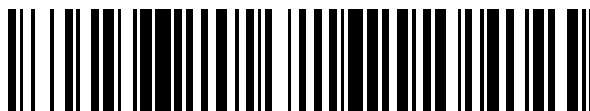


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 026**

51 Int. Cl.:

B32B 15/08 (2006.01)
B32B 15/088 (2006.01)
B32B 1/08 (2006.01)
E02D 27/52 (2006.01)
F16L 57/00 (2006.01)
F16L 58/00 (2006.01)
F16L 9/02 (2006.01)
F16L 9/147 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2013** **E 13163842 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 2660044**

54 Título: **Sistema indicador de desgaste para sistemas de revestimiento de protección contra la corrosión mar adentro**

30 Prioridad:

30.04.2012 DE 102012207179

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

29.05.2018

73 Titular/es:

EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE

72 Inventor/es:

BERGER, JAN;
HÄGER, HARALD;
HARTMANN, MARKUS y
NITSCHKE, JASMIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 670 026 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 indicador de desgaste para sistemas de revestimiento de protección contra la corrosión mar adentro

- 5 La invención se refiere a un sistema indicador de desgaste para tuberías metálicas, que forman parte de una construcción mar adentro o de un conducto tubular y están revestidas con un sistema de protección contra la corrosión.
- 10 Como construcción mar adentro se denominan construcciones estacionarias, que se levantan en mar abierto frente a la costa. Ejemplos de tales construcciones mar adentro son instalaciones de energía eólica, plataformas de perforación y faros. Los conductos tubulares en cuestión son tuberías rígidas con una pared maciza de metal, a diferencia de tuberías flexibles de estructura multicapa.
- 15 Las tuberías metálicas forman por ejemplo parte de la estructura de cimentación de construcciones mar adentro. La estructura de cimentación de construcciones mar adentro es la zona, que soporta la verdadera unidad funcional. En las instalaciones de energía eólica, la estructura de cimentación soporta la torre incluyendo la turbina y los rotores. En las plataformas de perforación, la estructura de cimentación soporta la plataforma incluyendo las estructuras sobre la misma. En los faros, la estructura de cimentación soporta la torre, siempre que esté presente, así como la luz. La estructura de cimentación se encuentra bajo el agua, en la zona de agua cambiante, en la zona de espuma
- 20 así como dado el caso en la zona de aerosol. La estructura de cimentación incluye los elementos de cimentación, con los que está anclada al fondo marino. Un ejemplo de la cimentación de una instalación de energía eólica mar adentro se describe en el documento DE 103 49 109 B4.
- 25 En el transcurso de la ampliación planificada del aprovechamiento de la energía eólica se han planificado para los próximos años tanto en el mar del Norte como en otros mares así como lagos un gran número de instalaciones de energía eólica mar adentro. El sistema mecánico total de una instalación de energía eólica mar adentro consiste en los componentes turbina, rotores, torre y estructura de cimentación.
- 30 Para la cimentación de estas instalaciones en el fondo de la masa de agua, en emplazamientos alejados hasta más de 100 km de la costa, se requieren construcciones especiales, que difieren enormemente de las construcciones en el campo en tierra. Regiones parciales de estas construcciones complejas, tales como por ejemplo monopilotes, camisas, tripodes, tripilotes, etc., están expuestas a altas cargas estáticas y sobre todo dinámicas así como corrosivas. Según la situación y la profundidad del agua en el emplazamiento considerado en cada caso deben tenerse en cuenta la denominada ola de los 50 años así como la amplitud de la marea. A esto se le añaden una
- 35 fuerte radiación UV, rociación salada, espuma, aerosoles, cambios de temperatura, cargas mecánicas, cobertura con conchas y otros seres vivos y la erosión mecánica asociada con ello por animales así como la erosión química por segregaciones de secreciones de animales y otros seres vivos marinos. Para estas construcciones se utilizan tuberías de acero, que por motivos de protección contra la corrosión pueden estar o bien cerradas herméticamente o bien estar llenas de hormigón. Además, las conducciones de corriente u otros conductos de abastecimiento
- 40 discurren a través de las tuberías de construcción de acero.
- Hasta ahora, las tuberías metálicas necesarias para la construcción se diseñan con grosores de pared esencialmente más gruesos (de hasta el 25%) que lo directamente necesario y en este caso se utilizan barnices convencionales, en la mayoría de los casos a base de resina epoxídica o a base de poliuretano, para la protección
- 45 contra la corrosión. Por regla general, estos sistemas de barniz no ofrecen una protección especial contra cargas mecánicas. Además, estos tienen que aplicarse frecuentemente a mano en grandes alturas, lo que tiene como consecuencia que el control de calidad es difícil. La calidad de un recubrimiento de este tipo no es comparable con el recubrimiento llevado a cabo en fábrica.
- 50 En el documento EP 2 511 430 se describe que pueden usarse tuberías de construcción de acero, que están revestidas con una capa extruida a partir de una masa de moldeo de poliamida, en la estructura de cimentación de construcciones mar adentro. Con ello se consigue una mejor protección contra cargas mecánicas así como contra la corrosión y la irradiación UV que en las tuberías pertinentes conocidas hasta el momento. El revestimiento también puede estar configurado en múltiples capas.
- 55 Los conductos tubulares de metal se revisten en la actualidad frecuentemente con una poliolefina, tal como por ejemplo polietileno o polipropileno (documentos WO 2002/094922; US 2002/0066491; EPA-0 346 101). Los recubrimientos o revestimientos sirven principalmente para la protección contra la corrosión; se describen mediante las normas correspondientes. Para los revestimientos de poliolefina estas son, por ejemplo, la norma DIN EN 10288 o la norma DIN 30678. En el caso del revestimiento de poliolefina, esta capa se produce, por ejemplo, por medio de extrusión de tubo flexible o por arrollamiento. Para la adhesión pueden aplicarse sucesivamente antes de la extrusión capas de epoxi y de adhesivo.
- 60 Otro estado de la técnica, que está regulado mediante la norma DIN EN 10310 (versión alemana de la norma EN 10310:2003), prevé el recubrimiento de tuberías de acero para conductos tubulares tendidos en tierra y en agua por medio de polvo de poliamida. El recubrimiento de poliamida se aplica mediante inmersión en un lecho fluidizado,
- 65

pulverización o en el procedimiento de aplicación por rodillos. En función del procedimiento, por medio de un recubrimiento con polvo pueden aplicarse solo capas relativamente delgadas sobre el metal. En particular resulta desventajoso que para el recubrimiento tenga que utilizarse un polvo de una poliamida de peso molecular relativamente bajo, para garantizar una buena marcha de la masa fundida sobre la superficie de metal caliente. Un recubrimiento obtenido de este modo sirve en primera línea para la protección contra la corrosión. Además, también se conocen recubrimientos duroméricos a base de epóxido o de poliuretano.

En la construcción de conductos tubulares se plantean cada vez más requisitos técnicos mayores al recubrimiento de las tuberías, dado que las condiciones medioambientales, de tendido y de funcionamiento son cada vez más exigentes. Uno de los métodos más efectivos para la protección de conductos tubulares tendidos en tierra frente a la corrosión, en particular en la protección contra la corrosión catódica, es una envoltura de múltiples capas. Esta consiste en una capa de resina epoxídica como primera capa, un copolímero como adhesivo como segunda capa y una capa de poliolefina externa de polietileno o polipropileno. Este método de revestimiento puede aplicarse para de tuberías pequeñas a tuberías grandes. Sin embargo, en el campo mar adentro y en tierra se plantean a menudo adicionalmente requisitos elevados para la resistencia con respecto a solicitaciones mecánicas. Para considerar este problema adicionalmente, el documento WO 2010/094528 recomienda el uso de una tubería de conducción metálica, que está revestida con una capa extruida a partir de una masa de moldeo de poliamida, para la producción de un conducto tubular tendido en el agua. El documento DE 10 2007 040683 A1 describe un conducto tubular tendido sin zanjas y/o libre de un lecho de arena, que se produce usando una tubería, que contiene una capa metálica así como una capa extruida a partir de una masa de moldeo de poliamida.

Un daño de recubrimientos de protección contra la corrosión de este tipo conduce a la corrosión de la construcción de acero que debe protegerse y puede conducir así a un peligro estructural de la construcción o del conducto tubular. Por tanto, el estado de la técnica es por un lado, sobre todo en el caso de construcciones mar adentro, una inspección *in situ* regular de la protección contra la corrosión; por otro lado, la construcción de acero se diseña incluyendo un factor de seguridad, que permite una corrosión de la construcción de acero limitada temporalmente, condicionada por las capas de protección dañadas.

Dado que, por ejemplo, las instalaciones de energía eólica mar adentro no están ocupadas constantemente, la inspección de estas instalaciones de energía eólica va asociada con un esfuerzo claramente aumentado; siempre es necesario desplazarse a la instalación. Sin embargo, debido a las influencias externas de la climatología y del mar no siempre es posible un desplazamiento o una inspección óptica de la instalación, lo que dificulta adicionalmente la inspección.

Por tanto, el objetivo de la invención es desarrollar un sistema indicador de desgaste para sistemas de revestimiento de protección contra la corrosión, que también en el caso de una ocupación no regular de construcciones mar adentro posibilite una evaluación fiable de la protección contra la corrosión. En particular, con ello deberían limitarse a un mínimo los desplazamientos a estas construcciones así como también reducirse el recargo de seguridad durante el diseño de estas construcciones.

Este objetivo se alcanzó mediante el uso de una tubería metálica para su montaje en una construcción mar adentro o para la producción de un conducto tubular tendido en el agua, en los que puede detectarse un daño del recubrimiento mediante el cortocircuito que se produce entonces por medio de mantenimiento remoto, presentando la tubería metálica un revestimiento de protección contra la corrosión de al menos dos capas con una capa superior y una inferior, que están compuestas en cada caso de un material polimérico, estando equipada la capa inferior de tal manera que en el caso de un daño de la capa o capas suprayacentes puede detectarse una señal eléctrica, al diseñar la capa inferior de manera eléctricamente conductora y la capa superior de manera eléctricamente aislante.

Mediante la aplicación de una tensión eléctrica contra el agua es posible así detectar un daño del recubrimiento mediante el cortocircuito que se produce entonces por medio de mantenimiento remoto. En el caso del agua se trata preferiblemente de agua que contiene sales disueltas, por ejemplo agua de mar o agua salobre. La capa eléctricamente conductora puede estar aislada contra el metal. Sin embargo, también puede estar conectada de manera conductora con el metal, de modo que la construcción de metal se encuentra al mismo potencial.

En una forma de realización adicional, se representan adicionalmente dos capas superpuestas de manera que contrasten ópticamente. En general se diferencian en el color. Si por ejemplo la capa superior se ajusta de amarillo y la capa inferior de rojo, entonces mediante la aparición de regiones rojas puede establecerse un daño de la capa superior. El contraste corresponde preferiblemente al menos al grado de la escala de grises (según la norma DIN EN 20105-A02) de 4, de manera especialmente preferible al menos al grado de la escala de grises de 3 y en particular preferiblemente al menos al grado de la escala de grises de 2/3. La medición tiene lugar según la norma DIN EN ISO 11664-4 con un espectrofotómetro (esférico). Un daño se detecta mediante la aparición de un cortocircuito y se notifica por mantenimiento remoto; *in situ* el daño puede encontrarse entonces rápidamente mediante el contraste óptico y repararse. El principio se ilustra en la Figura 1.

En la Figura 1 se representa una tubería de acero con relleno de hormigón, que está recubierto con una capa de un plástico eléctricamente conductor y a continuación con una capa de un plástico eléctricamente aislante. Ambos

materiales de plástico están teñidos de diferente manera. La capa de revestimiento externa, eléctricamente aislante, están dañada en un punto, de modo que la capa eléctricamente conductora entra en contacto con agua de mar. De este modo se detecta un cortocircuito a través de una medida de resistencia eléctrica. El punto dañado puede encontrarse gracias al contraste óptico.

5 El diseño eléctricamente conductor de la capa inferior puede tener lugar de manera conocida, por ejemplo mediante el uso de una masa de moldeo cargada con negro de carbón conductor o mediante la incrustación de conductores eléctricos que discurren axialmente o arrollados, por ejemplo alambres, cables o cintas.

10 La construcción mar adentro es preferiblemente una instalación de energía eólica mar adentro, una plataforma de perforación o un faro.

La estructura de cimentación de una instalación de energía eólica mar adentro es la estructura, que soporta la torre. Se extiende desde los elementos de cimentación, que están anclados en el fondo marino, a través de la estructura, que se encuentra bajo el agua, hasta el punto en el que empieza la torre y que puede encontrarse por encima del nivel del agua en calma.

Como estructura de cimentación se usan, por ejemplo, los siguientes tipos:

20 La construcción de monopilote consiste en un poste hueco cilíndrico. El monopilote se usa en muchos parques eólicos mar adentro europeos en la proximidad de la costa; es adecuado para cimientos en profundidades de agua de hasta el momento aproximadamente 20 metros. Los monopilotes pueden instalarse de manera sencilla y rápida; sin embargo, para la construcción se requieren pilotadoras pesadas. Entretanto se realizan ensayos de una instalación protectora con cabezal de perforación.

25 La camisa es una construcción de entramado de acero, que se asemeja a la construcción de postes de electricidad habituales. En sus cuatro pies se ancla la camisa con postes en el fondo marino. La construcción de camisas ya ha dado buen resultado en la industria petrolífera en profundidades de agua mayores. Mediante la construcción de entramado puede ahorrarse del 40 al 50% de acero con respecto al monopilote. Así, los costes de proyecto solo aumentan de manera relativamente reducida en el caso de utilizar esta construcción a profundidades del agua mayores. Dado que los elementos constructivos individuales son relativamente pequeños, pueden producirse fácilmente y pueden transportarse y montarse de manera sencilla.

35 En el trípode, la estructura consiste en una cabrilla formada por tuberías de acero, sobre la que se coloca de manera centrada la tubería central. Los pies de la cabrilla pueden asentarse en cada poste o también en varios. Para el hundimiento de los postes, en los puntos de esquina del triángulo equilátero que se obtiene como resultado, están dispuestos casquillos de centrado. Los postes están conectados entre sí mediante puntales horizontales y conectarse a la tubería central a través de arriostramientos diagonales. La tubería central no se integra en el fondo marino. Dado que en este caso se usan tuberías de acero con diámetros menores, el trípode puede utilizarse para profundidades del agua de más de 20 metros.

40 En el caso del cuadrúpede se trata de una modificación del concepto del trípode con cuatro en lugar de tres riostras. A este respecto se consigue una rigidez aumentada de la cimentación en el caso de profundidades del agua grandes.

45 El tripilote consiste en tres pilares de acero, que se anclan bajo el agua. Por encima del agua se coloca sobre estos pilares de acero una construcción de tres pies. Según las indicaciones del fabricante, los cimientos de tripilote son adecuados para profundidades del agua de desde 25 hasta 50 metros.

50 Tales construcciones se describen por ejemplo en las siguientes publicaciones:

- Fundamente für Offshore-Windenergieanlagen, Deutsche Energie-Agentur GmbH, versión 12/09;
- Florian Biehl, Kollisionssicherheit von Offshore-Windenergieanlagen, Stahlbau, tomo 78 (6), págs. 402 - 409 (2009);
- K. Lesny, W. Richwien (Editores), Gründung von Offshore-Windenergieanlagen - Werkzeuge für Planung und Bemessung, VGE Verlag Glückauf 2008, ISBN: 978-3-86797-035-8;
- documento DE 103 10 708 A1.

65 La capa superior y la inferior del revestimiento de protección contra la corrosión están compuestas de un material polimérico, por ejemplo de una masa de moldeo de poliamida, de una masa de moldeo de poliolefina, de una masa de moldeo de fluoropolímero (por ejemplo a base de PVDF), de una masa de moldeo a base de un poliuretano termoplástico, de un poliuretano reticulado o de una resina epoxídica reticulada.

En una forma de realización preferida, la capa superior está compuesta de una masa de moldeo de poliamida aplicada mediante extrusión. La capa inferior puede estar compuesta entonces o bien igualmente de una masa de moldeo de poliamida, de una masa de moldeo de poliolefina o bien de otro material polimérico. El material de esta capa inferior puede contener una resina adhesiva, por ejemplo resina epoxídica (por ejemplo Araldit®); en este caso, esta capa puede estar aplicada directamente sobre la superficie de metal.

Sin embargo, en general entre la superficie de metal y la capa inferior se encuentra al menos una capa adicional. Por ejemplo puede tratarse de las siguientes capas:

- 10 - una capa de cerámica, por ejemplo según el documento WO 03/093374;
- una capa de imprimación, por ejemplo de resina epoxídica (documento US 5 580 659) o de una mezcla a base de agua de resina epoxídica y látex de poliácrlato (documento WO 00/04106);
- 15 - una capa de agente adherente de un adhesivo por fusión de poliamida, que puede aplicarse por ejemplo como polvo mediante pulverización, etc. (documento EP 1 808 468 A2), o a partir de una poliolefina, que porta grupos funcionales. Como grupos funcionales se consideran, por ejemplo, grupos carboxilo o grupos anhídrido de ácido (documento WO 02/094922), grupos epoxi o grupos alcoxisilano (documento EP-A-0 346 101). La capa de poliolefina también puede estar espumada. La poliolefina es preferiblemente polietileno o polipropileno;
- 20 - un agente adherente de otra composición, que debe garantizar que en el caso de una sollicitación mecánica el material compuesto de capa de poliamida y material de base no se vea perjudicado;
- 25 - un refuerzo textil en forma de tejido o esteras, por ejemplo de fibras de vidrio o fibras de aramida (Kevlar).

Una eventual capa de cerámica, capa de imprimación, capa de agente adherente y/o refuerzo textil se aplica sobre la tubería tras cada procedimiento aleatorio. Procedimientos adecuados son el estado de la técnica.

30 Los materiales de la capa superior y la inferior se aplican según procedimientos conocidos, por ejemplo por medio de extrusión de tubo flexible o por arrollamiento. En una variante posible, ambas capas, dado el caso junto con una capa de agente adherente, pueden generarse mediante coextrusión de un material compuesto de múltiples capas y aplicarse.

35 La extrusión de tubo flexible la extrusión por arrollamiento son procedimientos de revestimiento probados desde hace mucho tiempo para tuberías. Estos procedimientos se describen más detalladamente en Stahlrohr-Handbuch, 12ª Edición, págs. 392-409, Vulkan-Verlag Essen, 1995.

40 Las capas aplicadas tienen que tener al menos un grosor tal, que en las condiciones de aplicación puedan generarse como capa cerrada. Preferiblemente, el grosor de capa asciende al menos a 0,5 mm, de manera especialmente preferible al menos a 1,0 mm y en particular preferiblemente al menos a 1,2 mm.

45 Habitualmente han dado buen resultado grosores de capa de hasta 8 mm, preferiblemente hasta aproximadamente 7 mm, de manera especialmente preferible hasta aproximadamente 6 mm y en particular preferiblemente hasta aproximadamente 5 mm. Sin embargo, en caso necesario la capa también puede seleccionarse más gruesa, por ejemplo hasta 30 mm o más.

50 La tubería metálica consiste por ejemplo en acero, acero inoxidable, cobre, aluminio, hierro fundido, cinc, aleaciones con uno de estos metales como componente principal, latón, acero cincado, acero cadmiado, metal recubierto con aluminio, con aleaciones metálicas tal como por ejemplo acero recubierto con GALFAN o de cualquier otro metal. La tubería puede producirse según todos los métodos del estado de la técnica, por ejemplo como tubería soldada o sin costuras. Los procedimientos de producción correspondientes son estado de la técnica conocido en general.

55 El diámetro externo de la tubería metálica asciende preferiblemente al menos a 20 mm y como máximo a 8000 mm.

Las tuberías individuales se unen entre sí constructivamente de manera conocida, por ejemplo mediante soldadura.

60 Una ventaja especial de la invención es que el daño ya puede establecerse y repararse, cuando la propia construcción de metal todavía no ha empezado a corroerse. En este caso, la reparación es en general considerablemente menos compleja.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Uso de una tubería metálica para su montaje en una construcción mar adentro o para la producción de un conducto tubular tendido en el agua, en los que puede detectarse un daño del recubrimiento mediante el cortocircuito que se produce entonces por medio de mantenimiento remoto, presentando la tubería metálica un revestimiento de protección contra la corrosión de al menos dos capas con una capa superior y una inferior, que están compuestas en cada caso de un material polimérico, estando equipada la capa inferior de tal manera que en el caso de un daño de la capa o capas suprayacentes puede detectarse una señal eléctrica, al diseñar la capa inferior de manera eléctricamente conductora y la capa superior de manera eléctricamente aislante.
- 10 2.- Uso según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa inferior y la superior se ajustan de manera que contrastan ópticamente, de modo que el contraste corresponde al menos al grado 4 en la escala de grises según la norma DIN EN 20105-A02.
- 15 3.- Uso según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa superior está compuesta por una masa de moldeo de poliamida aplicada mediante extrusión.
- 20 4.- Uso según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el montaje tiene lugar en la estructura de cimentación de una construcción mar adentro.
- 5.- Uso según una reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la construcción mar adentro es una instalación de energía eólica, una plataforma de perforación o un faro.
- 25 6.- Uso según la reivindicación 5, caracterizado porque la construcción mar adentro es una instalación de energía eólica y la estructura de cimentación es un monopilote, una camisa, un trípode, un cuadrúpede o un tripilote.

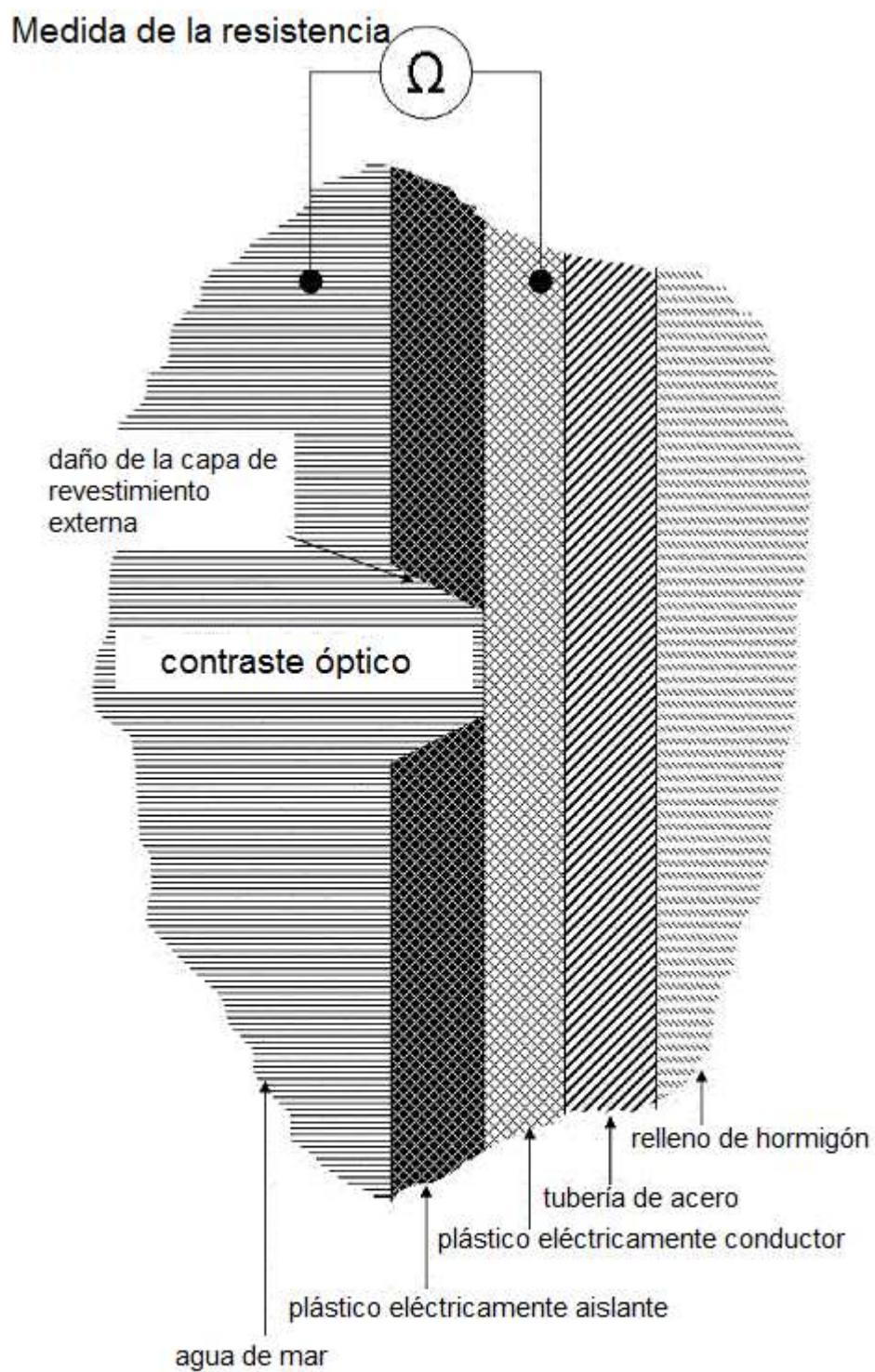


Fig. 1