

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 549**

51 Int. Cl.:

H02G 9/04 (2006.01)

H02G 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2011 PCT/EP2011/005063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13053368**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2011 E 11773185 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 2766965**

54 Título: **Línea de transmisión de energía eléctrica que comprende un conducto eléctrico protegido contra la corrosión y un procedimiento para proteger un conducto eléctrico de la corrosión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2021

73 Titular/es:
PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Via Chiese, 6
20126 Milano , IT

72 Inventor/es:
MAIOLI, PAOLO;
SICA, RODOLFO y
ANELLI, PIETRO

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 822 549 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

Línea de transmisión de energía eléctrica que comprende un conducto eléctrico protegido contra la corrosión y un procedimiento para proteger un conducto eléctrico de la corrosión

5

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a una línea de transmisión de energía eléctrica que comprende un conducto eléctrico protegido contra la corrosión

10

y a un procedimiento para proteger dicho conducto eléctrico de la corrosión.

Antecedentes de la invención

15 **[0002]** Generalmente, una línea de transmisión eléctrica subterránea de alta potencia está diseñada para operar a media tensión (típicamente de 10 a 60 kV) y alta tensión (típicamente superior a 60 kV), y corrientes del orden de cientos de amperios (típicamente de 500 a 2000 A). La energía eléctrica transportada en estas líneas puede alcanzar valores del orden de cientos de MVA, típicamente 400 MVA. Normalmente, la corriente transportada es una corriente alterna a baja frecuencia, en otras palabras, generalmente por debajo de 400 Hz, y típicamente a 50-60 Hz.

20 En general, estas líneas se utilizan para transferir energía desde las centrales eléctricas a los centros urbanos, a distancias del orden de decenas de km (normalmente 10-100 km).

25 **[0003]** Típicamente, las líneas de transmisión de energía eléctrica son líneas trifásicas que comprenden tres cables enterrados en una zanja a una profundidad de 1-1,5 m. En el espacio que rodea los cables, el campo magnético H puede alcanzar valores relativamente altos y, a nivel del suelo (es decir, a una distancia de 1-1,5 m de la línea), se puede medir una inducción magnética de hasta 20-60 μT (dependiendo de la disposición geométrica de los cables entre sí).

30 **[0004]** Para evitar posibles efectos biológicos debido a la exposición a campos magnéticos de este tamaño generados por fuentes de baja frecuencia (50 Hz), se considera un "umbral de seguridad", por debajo del cual se puede reducir al mínimo la probabilidad de daño biológico, si no eliminarla. Un umbral de inducción magnética sobre el que algunas legislaciones nacionales tienden a armonizarse es de 0,2 μT , valor que es aproximadamente 100 veces menor que el generado por una línea trifásica sin blindaje como se ha indicado anteriormente.

35 Técnica relacionada

[0005] Como es sabido, el blindaje de los conductos eléctricos puede mitigar el campo magnético generado por los cables eléctricos alojados en los mismos.

40 **[0006]** Convenientemente, se pueden utilizar conductos eléctricos de dos piezas, hechos de material ferromagnético que comprenden una base y una cubierta que definen un espacio de alojamiento interno para alojar uno o más cables eléctricos que están incorporados en un material de relleno húmedo, tal como hormigón o arena, vertido en el espacio de alojamiento interno definido en el conducto eléctrico.

45 **[0007]** Los dos componentes (base y cubierta) del conducto eléctrico permiten la inspección de los cables tanto durante el tendido de la línea como, posteriormente, cuando la línea está en uso.

50 **[0008]** El material de relleno se moja adecuadamente para mantener firmemente en su lugar los cables eléctricos alojados dentro del espacio de alojamiento interno. Además, el material de relleno húmedo ayuda a disipar el calor generado por el efecto Joule por los cables durante el uso para mantener su temperatura operativa por debajo de un umbral de temperatura, por ejemplo, por debajo de 90 °C, para mantener dentro de límites aceptables la potencia disipada debido al efecto Joule.

55 **[0009]** Un conducto eléctrico de dos piezas de este tipo se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente internacional WO 04/034539 a nombre del mismo Solicitante.

[0010] Se conoce una línea de transmisión de energía eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1 a partir del documento EP 2 280 462.

60 **[0011]** Se describen otras líneas de transmisión de energía eléctrica de este tipo en los documentos WO 2004/034539 y WO 2007/110145.

Resumen

65 **[0012]** El Solicitante ha observado que un tendido inadecuado del conducto eléctrico en una zanja o un llenado

inadecuado del espacio de alojamiento interno definido dentro del conducto eléctrico (causado a su vez, por ejemplo, por un tendido inadecuado del conducto eléctrico y/o un vertido y compactación inapropiados del material de relleno húmedo en el conducto eléctrico) pueden dar como resultado la creación de un espacio de aire entre la superficie superior libre del material de relleno húmedo y la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico.

5

[0013] Si esto ocurre, la cubierta del conducto eléctrico no está en contacto con el material de relleno húmedo (hormigón u otro material) a lo largo de su superficie inferior de modo que, durante los ciclos térmicos que tienen lugar cuando la línea de transmisión está en uso, parte del agua contenida en el material de relleno puede evaporarse y condensarse en las áreas expuestas de la superficie inferior de la cubierta creando una película delgada de agua pura condensada sobre las mismas.

10

[0014] El Solicitante también ha observado que la diferencia de salinidad entre el agua pura condensada que humedece la superficie inferior desnuda de la cubierta del conducto eléctrico y la solución acuosa que impregna el material de relleno puede provocar una diferencia de potencial electroquímico que desencadena fenómenos de corrosión dañinos de la cubierta.

15

[0015] El Solicitante se ha dado cuenta de que estos fenómenos de corrosión de la cubierta se pueden prevenir eficazmente o al menos minimizar durante la vida útil de la línea de transmisión poniendo en contacto la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico con un material pasivante adecuado.

20

[0016] En particular, el Solicitante se dio cuenta de que la presencia de un material pasivante básico en la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico, es decir, la superficie orientada hacia el espacio de alojamiento, proporciona una barrera a los fenómenos de corrosión que afectan actualmente a los conductos eléctricos conocidos.

25

[0017] Según un primer aspecto, la presente invención se refiere, por lo tanto, a una línea de transmisión de energía eléctrica como se define en la reivindicación 1.

[0018] Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cifras, cantidades, porcentajes, y así sucesivamente, deben entenderse como modificados, en todos los casos, por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que puede o no enumerarse específicamente en esta invención.

30

[0019] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: agua pura se usa para indicar agua de condensación sustancialmente sin impurezas (por ejemplo, iones minerales).

35

[0020] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: material de relleno básico húmedo se utiliza para indicar un material de relleno impregnado por un medio acuoso humectante, tal como agua, incluyendo especies de iones, tal como, por ejemplo, iones metálicos M^+ e iones de hidróxido OH^- , liberados por el propio material de relleno básico.

40

[0021] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: material pasivante básico se usa para indicar un material adecuado como se define en esta invención, que tiene un valor de pH capaz de pasivar la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico (o el cinc de la cubierta, si está presente), manteniendo dicha superficie a un pH básico.

45

[0022] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: capa pasivante básica se usa para indicar una capa hecha de un material pasivante adecuado como se define en esta invención.

50

[0023] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: pasivación se usa para indicar la formación espontánea de una película superficial protectora compacta, hecha, por ejemplo, de hidroxidocincato de calcio y/o $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, sobre la superficie metálica que inhibe la corrosión adicional.

[0024] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, se pretende que el valor de pH de cualquier material como se describe en esta invención se mida con un medidor del pH en contacto con el material, más precisamente con la solución acuosa humedeciendo o impregnando el propio material, a temperatura ambiente (típicamente de 20 °C a 27 °C). Por consiguiente, cualquier valor de pH se refiere realmente a la solución acuosa que impregna el material y que le confiere el valor de pH medido.

55

[0025] El Solicitante ha encontrado experimentalmente que, gracias a la provisión de un material pasivante básico a lo largo de la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico orientada hacia el material de relleno básico, más preferentemente a lo largo de toda la superficie interna orientada hacia el material de relleno básico, resulta ventajosamente posible evitar de forma bastante sencilla y rentable la formación de diferencias de potencial electroquímico que puedan desencadenar fenómenos de corrosión de la cubierta.

60

65

[0026] Esto aporta, a su vez, la ventaja de simplificar las operaciones de tendido del conducto eléctrico en la zanja que se pueden realizar sin tomar medidas especiales incluso en condiciones de pendiente moderada, o cuando el fondo de la zanja está particularmente desconectado.

5 **[0027]** En una realización preferida, el material ferromagnético del conducto eléctrico es acero galvanizado en caliente con bajo contenido de carbono (HDG) con una capa de cinc unida firmemente al mismo.

[0028] De esta manera, el conducto eléctrico puede fabricarse utilizando materiales fácilmente disponibles en el mercado como artículos básicos.

10

[0029] Además, el conducto eléctrico de la presente descripción puede protegerse ventajosamente contra la corrosión adoptando una capa de cinc relativamente delgada logrando una ventajosa reducción de costes.

15 **[0030]** De hecho, el Solicitante ha observado que, en ausencia de la presente pasivación, un conducto eléctrico destinado a dejarse en el suelo durante 30 años debería estar dotado de una capa de cinc con un espesor de 150-300 μm (siendo la tasa de corrosión de aproximadamente 5-10 $\mu\text{m}/\text{año}$). El conducto eléctrico protegido según la descripción, en marcado contraste, puede cubrirse con una capa de cinc que tenga un espesor igual o inferior a 30 μm .

20 **[0031]** Más preferentemente, la capa de cinc tiene un espesor de 15 a 30 μm .

[0032] Preferentemente, el material de relleno básico del conducto eléctrico se selecciona del grupo que comprende: mortero de cemento, arena alcalina o mezclas de los mismos.

25 **[0033]** Preferentemente, un mortero de cemento adecuado para los propósitos de la presente descripción se obtiene mezclando cemento Portland ordinario (OPC) con arena y agua en proporciones que pueden determinarse por un experto en la técnica.

30 **[0034]** Preferentemente, la arena tiene un grado de humedad del 10 al 15 % en peso. Preferentemente, la cantidad total de CaO en el OPC es del 55 % en peso al 65 % en peso, y en el mortero de cemento es del 2,7 al 3 % en peso.

35 **[0035]** El Solicitante ha encontrado que tal cantidad de CaO, precursor de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que se genera tras la disolución de los componentes iónicos principales de la solución acuosa de poros que impregna mezclas de hormigón (Ca^{++} y OH^-), es suficiente para promover una pasivación adecuada de cinc y acero, y para evitar el aumento de la tasa de corrosión de la capa de cinc, como quedará más claro a partir de la siguiente descripción.

40 **[0036]** Preferentemente, la composición del mortero de cemento es: arena al 85-87 % en peso, OPC al 4,3-4,7 % en peso y agua al 8,7-9,6 % en peso.

[0037] La composición más preferida del mortero de cemento es (en partes en peso): arena silíceo al 86 % en peso, OPC al 4,5 % en peso y agua del grifo al 9,5 % en peso.

45 **[0038]** Preferentemente, el mortero de cemento tiene un pH comprendido entre 11 y 12.

[0039] El Solicitante ha descubierto experimentalmente que se puede optimizar el efecto de protección contra la corrosión de la cubierta del conducto eléctrico.

50 **[0040]** Las arenas alcalinas adecuadas para la presente invención son las descritas en la solicitud de patente de EE.UU. N.º 2002/0044836 a nombre del mismo Solicitante, por ejemplo, arenas de sílice, calcáreas, de cuarzo o feldespato, ya sea que se encuentren en la naturaleza o artificiales.

55 **[0041]** Dichas arenas se pueden mezclar con pequeñas cantidades de cemento, como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. descrita anteriormente (2-12 % en peso), que ayudan a crear enlaces mecánicos entre los diversos granos de arena.

60 **[0042]** Preferentemente, el material hinchable en agua es un polímero superabsorbente (SAP) seleccionado del grupo que comprende: poliacrilato de sodio, copolímero de poliacrilamida, copolímero de etileno anhídrido maleico, carboximetilcelulosa reticulada (CMC) o sal sódica del mismo (por ejemplo, los productos Blanose® de Hercules), copolímeros de alcohol polivinílico (PVA), polietilenglicol reticulado (PEG), copolímero de poliacrilonitrilo (PAN) injertado con almidón o acrilamida/acrilato de sodio (por ejemplo, los productos SGP Absorbent Polymer® de Henkel AG).

65 **[0043]** En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: poliacrilato de sodio se utiliza para indicar poliacrilato parcial o totalmente neutralizado (es decir, ácido poliacrílico que ha sido reticulado y al

menos parcial o totalmente salificado, por ejemplo, los productos Cabloc® de Evonik Stockhausen GmbH, o Waterlock® de Sanyo, o Viscomate™ de SHOWA DENKO KK)

5 **[0044]** El Solicitante ha observado que cuando el material pasivante básico está formado por un material hinchable en agua, la cubierta del conducto eléctrico se pone ventajosamente en contacto iónico con el material de relleno básico húmedo de una manera muy sencilla simplemente colocando el material hinchable en agua sobre la superficie libre superior del material de relleno.

10 **[0045]** Posteriormente, el material hinchable en agua absorbe espontáneamente la solución acuosa básica cargada de iones que impregna el material de relleno básico húmedo expandiéndose y formando una capa pasivante básica de tipo gel que tiene el mismo pH del material de relleno húmedo y que entra en contacto con toda la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico.

15 **[0046]** Por lo tanto, cualquier espacio de aire que pueda formarse entre la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico y la superficie superior del material de relleno húmedo se llena con el material hinchable en agua una vez que este último se ha expandido tras la absorción de la solución acuosa de poros básica drenada por la capilaridad del material de relleno.

20 **[0047]** De esta manera, la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico se humedece únicamente con la solución acuosa de poros alcalina del material de relleno que ventajosamente pasiva la cubierta, que puede ser de acero galvanizado o desnudo, eliminando, o al menos minimizando, cualquier fenómeno de corrosión.

25 **[0048]** Aunque sin desear quedar ligado a ninguna teoría, los presentes inventores creen que el mecanismo de pasivación puede atribuirse a la formación de un compuesto intermetálico en la capa de cinc de la cubierta o de un óxido protector en la cubierta, si este último está hecho de acero desnudo, debido a una interacción de la solución acuosa de poros básica que impregna el material de relleno con la superficie interna de la cubierta.

30 **[0049]** Un ejemplo de un compuesto intermetálico de este tipo es el hidroxincinato de calcio que puede formarse mediante la reacción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y cinc, mientras que un ejemplo de óxido protector es $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ que puede formarse sobre superficies de acero desnudo en un entorno básico.

[0050] En una realización preferida, el material hinchable en agua está en forma de polvo.

35 **[0051]** De esta manera, las operaciones de tendido del material hinchable en agua sobre la superficie libre superior del material de relleno húmedo se pueden simplificar ventajosamente.

40 **[0052]** Preferentemente, dichos materiales hinchables en agua son capaces de asumir una forma de gel cuando se ponen en contacto con un medio acuoso. Ventajosamente, una forma de gel de este tipo muestra una buena elasticidad, una estabilidad termoquímica adecuada a largo plazo, así como la capacidad de repararse en caso de rotura del material de relleno.

45 **[0053]** Preferentemente, dicho al menos un material hinchable en agua tiene un grado de expansión de 5 a 500 volumen/volumen, preferentemente de 10 a 200 volumen/volumen, y más preferentemente de 10 a 50 volumen/volumen.

50 **[0054]** En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término: grado de expansión se utiliza para indicar la relación entre el volumen después de la expansión y el volumen antes de la expansión según se mide de la siguiente manera.

55 **[0055]** Una capa de polvo absorbente distribuida uniformemente sobre un plano de referencia se pone en contacto con una película de agua descansando un disco de peso conocido sobre la capa. La absorción de agua y la expansión de la capa del mismo levantan el disco y el movimiento, controlado por un transductor de desplazamiento, proporciona la expansión del material debido a la absorción de agua frente al tiempo. En el siguiente Ejemplo 1 se describirá un procedimiento preferido para medir el grado de expansión de un material hinchable en agua.

60 **[0056]** De esta manera, el grado de expansión del material hinchable en agua evita ventajosamente que se pueda crear un espacio de aire entre la superficie inferior de la cubierta del conector eléctrico y la superficie superior del material de relleno húmedo.

65 **[0057]** Preferentemente, dicho al menos un material hinchable en agua tiene un espesor, después de la expansión dentro del conducto eléctrico, de 0,3 mm a 10 mm, preferentemente de 3 mm a 6 mm para hacer frente a tantas situaciones como sea posible que puedan tener lugar en la práctica, en términos de extensión del espacio de aire entre la superficie superior libre del material de relleno húmedo y la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico.

[0058] Preferentemente, la cantidad antes del hinchamiento de dicho material hinchable en agua con respecto

al área de la superficie superior del material de relleno puede variar de 2 g/m² a 200 g/m² en función de las condiciones de tendido del conducto eléctrico en la zanja que pueden determinar la formación del espacio de aire mencionado anteriormente entre la superficie superior libre del material de relleno húmedo y la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico.

5

[0059] Preferentemente, la cantidad antes del hinchamiento de dicho material hinchable en agua con respecto al área de la superficie superior libre del material de relleno varía para la mayoría de las aplicaciones prácticas de 60 g/m² a 140 g/m², más preferentemente de 90 g/m² a 130 g/m².

10 **[0060]** En una realización preferida, dicho material pasivante básico comprende además al menos una capa de soporte de dicho al menos un material hinchable en agua.

[0061] Preferentemente, dicha capa de soporte está hecha de una cinta de soporte, de modo que el material pasivante está formado en este caso por una cinta hinchable en agua que comprende un material hinchable en agua
15 soportado por la capa de cinta.

[0062] Para los fines de la invención, generalmente las cintas hinchables en agua comprenden preferentemente una capa de cinta base polimérica sobre cuya superficie se adhiere química o térmicamente un material superabsorbente hinchable (por ejemplo, poliacrilato, polimetilmetacrilato o alcohol polivinílico) en forma de polvo.
20

[0063] La cinta hinchable en agua puede ser una cinta de doble capa, por ejemplo hecha de una primera capa hecha de material tejido (por ejemplo, tereftalato de polietileno) o no tejido (por ejemplo, poliéster), sobre la cual se adhiere una segunda capa de material superabsorbente, o una cinta de tres capas, por ejemplo que comprende una primera capa hecha de material tejido o no tejido, una segunda capa hecha de material tejido o no tejido, y una tercera
25 capa interpuesta hecha de un material superabsorbente.

[0064] Las cintas hinchables en agua adecuadas para los propósitos de la presente invención son preferentemente las comercializadas por Freudenberg bajo la marca comercial Viledon®, por ejemplo, Viledon® K3415, K3416, K3417 o K3516, y las comercializadas por Geca-Tapes bajo la marca comercial TopSwell®, por ejemplo, GTI1220 y GFS1120. Se ha demostrado que las cintas hinchables en agua comercializadas con los nombres
30 comerciales de Viledon® K3415 y GFS1120 son particularmente adecuadas.

[0065] En una realización no según la presente invención, el material pasivante básico mencionado anteriormente puede estar hecho de mortero básico que comprende una mezcla que incluye una base de cemento y
35 un componente inerte. Cuando se añade con agua, dicha mezcla se vuelve pastosa y fácilmente untable, también en posición invertida, sobre la superficie a proteger, y tiene una fuerte reacción alcalina cuando entra en contacto con el agua.

[0066] Por ejemplo, dicha mezcla de base de cemento y componente inerte, cuando se añade con agua, tiene
40 una viscosidad Brookfield de 10 a 100 Pa.s (# C rpm 10; 23 °C) preferentemente de 50 a 60 Pa.s.

[0067] El componente inerte puede ser un componente reactivo con el cemento, tal como, por ejemplo, una arena adecuada y/o un componente no reactivo con el cemento, tal como, por ejemplo, polvos poliméricos o fibrillas.

45 **[0068]** En una realización no según la presente invención, el material pasivante básico mencionado anteriormente puede estar hecho de un mortero básico que es un mortero cementoso anticorrosión monocomponente.

[0069] Ejemplos de morteros cementosos anticorrosión monocomponente son los comercializados por Mapei S.p.A. (Milán, Italia) con el nombre comercial de Mapefer® 1K. Dichos morteros comprenden aglutinantes de cemento,
50 un componente inerte de naturaleza polimérica e inhibidores de la corrosión y tienen una viscosidad Brookfield de 40 a 70 Pa.s y un pH de 12 a 13.

[0070] En una realización preferida, el material poroso polimérico mencionado anteriormente es del tipo conocido como espumas o esponjas poliméricas de celdas abiertas obtenidas mediante la introducción de agentes
55 espumantes adaptados en una matriz polimérica.

[0071] Como se ha mencionado anteriormente, el material poroso polimérico tiene una estructura porosa que tiene un diámetro de poro medio comprendido entre 10 y 200 μm, más preferentemente entre 20 y 100 μm y, aún más preferentemente, entre 40 y 100 μm.
60

[0072] Esta característica preferida es particularmente ventajosa ya que evita sustancialmente que cualquier efecto osmótico pueda provocar una transferencia de agua pura desde el material de relleno hacia la cubierta. De hecho, cualquier transferencia de este tipo puede reducir desventajosamente el efecto de pasivación del material pasivante reduciendo, a través de dilución, el pH de la solución en contacto con la superficie interna de la cubierta del
65 conducto eléctrico.

- [0073]** Los ejemplos preferidos de un material poroso polimérico adecuado son: espumas derivadas de látex de caucho natural; celulosa; copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA); poliuretano, en particular materiales expandidos a base de poliuretano en forma de espuma o esponja como los descritos en los documentos US 4.638.017 (titulado "Hydrophilic polyurethane/polyurea sponge"), US 4.738.992 (titulado "Hydrophilic polyurethane/polyurea sponge"), US 4.377.645 (titulado "Dimensionally-stable polyurethane sponge and sponge-forming prepolymer"), US 3.463.745 (titulado "Polyurethane sponge and processes therefor"), US 3.873.476 (titulado "Hydrophilic polyurethane foam") y US 2009/0264549 (titulado "Variable felted polyurethane foams for sponges and wipes").
- 10 **[0074]** De esta manera, cuando se inserta una capa de espesor, sorptividad y porosidad adecuados de dicho material en forma de espuma o esponja entre la cubierta y la superficie superior del material de relleno húmedo, la solución acuosa alcalina que impregna este último se eleva de los poros del material de relleno en el material poroso polimérico debido a la capilaridad y, a continuación, puede entrar en contacto con la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico pasivando la misma.
- 15 **[0075]** Preferentemente, el espesor del material poroso polimérico es igual o preferentemente mayor que el espesor de cualquier espacio que pueda crearse entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico.
- 20 **[0076]** Más preferentemente, el espesor de la capa de material poroso polimérico antes de cerrar el conducto eléctrico con la cubierta tiene un valor de 0,5 a 2 cm.
- [0077]** Según la invención, dicho material poroso polimérico tiene un valor de sorptividad comprendido entre 5 y 50 (mm/min^{1/2}), preferentemente entre 10 y 15 (mm/min^{1/2}).
- 25 **[0078]** En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el valor de sorptividad se determina mediante el siguiente procedimiento.
- 30 A) Se coloca una esponja que tiene una forma paralelepípeda de 48 mm x 48 mm x 50 mm sobre su cara de 23 cm² sobre el fondo plano de una cápsula de Petri de 90 mm de diámetro.
- B) A continuación, se mantiene cuidadosamente una película de agua o solución alcalina con un pH de 11,5 y una altura de aproximadamente 0,5 mm en el fondo del recipiente hasta que la absorción por la esponja se vuelve asintótica en el tiempo.
- 35 C) El pesaje periódico de la muestra o la medición directa de la altura de la esponja humedecida para cuantificar dicha absorción se realiza a intervalos de tiempo de 0,1 a 0,5 min.
- [0079]** De esta forma, debido al hecho de que el material de relleno tiene una sorptividad mucho menor (del orden de 0,2 mm/minuto^{1/2}) que el material poroso polimérico en forma de espuma o esponja, el agua tiende a permanecer en los poros del material poroso polimérico en lugar de en los poros del material de relleno, evitando así que durante el funcionamiento tenga lugar cualquier efecto osmótico dañino que provoque la transferencia de agua pura desde la cubierta hacia el material de relleno.
- 40 **[0080]** En una realización preferida, dicho material poroso polimérico tiene un diámetro de poro medio comprendido entre 20 y 200 µm, preferentemente entre 40 y 100 µm.
- [0081]** De esta forma, se puede conseguir un efecto capilar que permite una elevación del orden de 1 cm en el material poroso polimérico.
- 50 **[0082]** En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, la elevación capilar se calcula mediante la siguiente fórmula
- $$h = 2t \cos\theta / \rho g r$$
- 55 en la que:
h es la elevación capilar (m); t es la tensión superficial del agua (N/m); θ es el ángulo de contacto; ρ es la densidad del agua (kg/m³); g es la aceleración por gravedad (9,8 m/s²); y r es el radio de poro (mm).
- [0083]** Por ejemplo, con una espuma de poliuretano que tenga las siguientes características: t = 0,037 N/m, θ = 77°, ρ = 1000 kg/m³, la elevación capilar frente al diámetro de poro tiene la tendencia expuesta en la Tabla 1.

Tabla 1

Diámetro de poro (µm)	Elevación capilar (cm)
50	6,8
100	3,4
150	2,3
200	1,7
300	1,1

5 **[0084]** De esta forma, una capa de material poroso con un espesor de 1 cm y un grado de compresión igual al 50 % de su altura inicial, permite llevar la solución acuosa que impregna el material de relleno en contacto con la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico teniendo en cuenta que el espacio que puede formarse entre la superficie superior del material de relleno y la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico no excede generalmente de 5 mm.

10 **[0085]** En una realización preferida, dicho material poroso polimérico tiene un módulo de compresión K de 10 a 10.000 N/m².

[0086] En el marco de la descripción y en las reivindicaciones posteriores, el módulo de compresión de un material poroso polimérico viene dado por la fórmula

$$K = \Delta P \times V / \Delta V$$

15

donde ΔP es la variación de presión que actúa sobre un elemento de material de volumen inicial V y ΔV la correspondiente variación de volumen.

20 **[0087]** Como ejemplo, en el caso de la parte blanda de una esponja de cocina Vileda® VILSP004 Glitzi Superstark, se evaluó el módulo de compresión K con el siguiente procedimiento.

25 **[0088]** Se cortó una muestra circular de 24 mm de diámetro de una capa de material poroso polimérico de un espesor inicial de 13,5 mm. La muestra que descansaba sobre un plano que era plano se comprimió a continuación uniformemente con un disco cilíndrico que tenía un peso de 100 g y un diámetro de 24 mm. En la medida en que la compresión es limitada (<80 %), la deformación se produce principalmente en la dirección vertical y el espesor de la muestra se reduce a 5,5 mm.

30 **[0089]** Por lo tanto, $\Delta V/V = 8/13,5 = 0,59$ y la presión aplicada es $\Delta P = 0,981 \text{ (N)}/4,52^{-4} \text{ (m}^2\text{)} = 2170 \text{ Pa}$.

[0090] El módulo resultante fue $K = 2170/0,59 = 3670 \text{ Pa}$.

35 **[0091]** Conociendo el módulo de compresión K de un material poroso polimérico dado, es posible calcular a continuación la fuerza de sujeción, si la hubiera, necesaria para cerrar la cubierta en función del espacio y del espesor inicial de la capa de material poroso polimérico.

40 **[0092]** A modo de ejemplo, una espuma a base de poliuretano con un módulo de compresión K de 3680 Pa, un peso de cubierta de 23 kg/m² y un espesor inicial de 1 cm se puede comprimir fácilmente para llenar un espacio de 7 mm aplicando una fuerza de sujeción total de 180 Kgf.

[0093] De esta manera, para cualquier combinación dada de espacio esperado y propiedades del material, el espesor inicial se puede adaptar para optimizar la fuerza de sujeción.

45 **[0094]** En una realización preferida, dicha capa pasivante básica está directamente en contacto con dicho material de relleno básico húmedo que incorpora dicho al menos un cable eléctrico.

[0095] Esta característica es particularmente ventajosa ya que evita la formación de cualquier espacio de aire entre la superficie inferior de la cubierta del conducto eléctrico y la superficie superior del material de relleno básico húmedo que podría dificultar la disipación de calor del cable.

50

[0096] Sorprendentemente, el Solicitante ha encontrado experimentalmente que colocando la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico en contacto con el material pasivante básico descrito anteriormente, se pueden conseguir tasas de corrosión inferiores a 1 µm por año.

[0097] En particular y como se describirá con más detalle a continuación, se midieron tasas de corrosión entre 0,45 y 0,75 $\mu\text{m/año}$ con procedimientos gravimétricos y de resistencia a la polarización en acero galvanizado incorporado en mortero de cemento durante 7 meses.

5

[0098] Según una realización preferida de la línea de transmisión de energía eléctrica de la invención, la línea comprende tres cables, preferentemente dispuestos según una configuración de trébol.

[0099] La configuración de trébol de los cables permite ventajosamente obtener una reducción del campo magnético que es aproximadamente el doble de la reducción del campo magnético obtenible mediante tres cables dispuestos uno al lado del otro en un plano.

[0100] En el marco de la presente descripción y en las siguientes reivindicaciones, el término: configuración de trébol se utiliza para indicar una configuración en la que los centros de los tres cables ocupan los vértices de un triángulo sustancialmente equilátero.

[0101] Más en particular, la configuración de trébol puede ser del tipo llamado "abierto" o del tipo llamado "cerrado", dependiendo de que haya un contacto recíproco entre los cables o no. En otras palabras, en el caso de una configuración de trébol de tipo abierto, la longitud de cada lado del triángulo equilátero en cuyos vértices se colocan los cables, es mayor que el diámetro de cada cable, mientras que, en el caso de una configuración de trébol de tipo cerrado, la longitud de cada lado del triángulo equilátero en cuyos vértices se colocan los cables, es sustancialmente igual al diámetro de cada cable.

[0102] Preferentemente, la base del conducto eléctrico comprende una pared inferior, por ejemplo, sustancialmente plana, y un par de paredes laterales, por ejemplo, sustancialmente planas. De esta manera, la fabricación de la base se simplifica ventajosamente.

[0103] Preferentemente, la cubierta del conducto eléctrico es sustancialmente plana.

[0104] Preferentemente, las paredes laterales de la base se extienden en una dirección sustancialmente perpendicular a la pared inferior.

[0105] Preferentemente, en una configuración de trébol de los cables del tipo cerrado, el ancho de la pared inferior está comprendido entre 1,9-3 veces el diámetro de los cables eléctricos alojados dentro del conducto eléctrico, y más preferentemente es igual a aproximadamente 2,1 veces el diámetro de los cables eléctricos alojados dentro del conducto eléctrico.

[0106] Preferentemente, en una disposición de trébol de los cables del tipo cerrado, la altura de las paredes laterales, que define la altura del elemento de blindaje, está comprendida entre 1,8-3 veces el diámetro de los cables eléctricos alojados dentro del conducto eléctrico, y más preferentemente es igual a aproximadamente 2,2 veces el diámetro del cable eléctrico alojado dentro del conducto eléctrico.

[0107] La base del conducto eléctrico puede tener una forma de U dotada de esquinas biseladas según un radio de curvatura predeterminado, lo que permite conservar ventajosamente las características ferromagnéticas del material del conducto eléctrico, o una sección transversal en forma de V dotada de esquinas.

[0108] En el caso de la realización con una sección transversal en forma de U dotada de esquinas biseladas, el radio de curvatura es preferentemente igual a aproximadamente 0,4-0,7 veces el diámetro de los cables eléctricos alojados dentro del conducto eléctrico como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. N.º 2007/0144754 del mismo Solicitante.

[0109] En una realización preferida, la línea de transmisión de energía eléctrica según la presente descripción puede colocarse bajo tierra, preferentemente de 1 a 1,5 metros por debajo del nivel del suelo, para maximizar el efecto de mitigación del campo magnético generado por el cable.

55

[0110] La línea de transmisión de energía eléctrica según esta invención también se puede colocar dentro de las construcciones de muros de edificios de gran escala, en los que la energía eléctrica se transmite a media o alta tensión a lo largo de una línea principal antes de convertirse en baja tensión en cada punto de usuario individual.

[0111] En una realización preferida, tanto la base como la cubierta de la línea de transmisión de energía eléctrica de la invención son sustancialmente continuas, es decir, la superficie externa de dicha base y de dicha cubierta está sustancialmente desprovista de cualquier interrupción macroscópica.

[0112] En un segundo aspecto de la misma, la presente invención también se refiere a un procedimiento para proteger de la corrosión un conducto eléctrico hecho de material ferromagnético de una línea de transmisión de energía

65

eléctrica que comprende al menos un cable eléctrico, comprendiendo dicho conducto eléctrico una base y una cubierta que definen un espacio de alojamiento interno para alojar dicho al menos un cable eléctrico como se define en la reivindicación 11.

- 5 **[0113]** Más ventajosamente, el procedimiento de la invención permite proteger de la corrosión el conducto eléctrico y, más específicamente, su cubierta, de una manera muy sencilla y rentable, simplificando también las operaciones de tendido del conducto eléctrico en una zanja.
- 10 **[0114]** Preferentemente, el material pasivante básico tiene un pH de 10 a 14, más preferentemente de 11 a 13.
- [0115]** En una realización preferida, llenar dicho espacio de alojamiento interno comprende:
- depositar una primera capa del material de relleno básico húmedo en dicho espacio de alojamiento interno;
- 15 - colocar dicho al menos un cable eléctrico sobre dicha primera capa; y
- depositar al menos una segunda capa del material de relleno básico húmedo alrededor de dicho al menos un cable eléctrico.
- 20 **[0116]** De esta manera, es posible ventajosamente disponer el al menos un cable eléctrico dentro del espacio de alojamiento interno definido en el conducto eléctrico de una manera muy sencilla.
- [0117]** Preferentemente, el material de relleno básico húmedo es un material de relleno básico como se describe en esta invención.
- 25 **[0118]** Preferentemente, el material pasivante básico es un material pasivante como se describe en esta invención.
- [0119]** Preferentemente, el acoplamiento del material pasivante básico a la superficie interna de la cubierta comprende acoplar el material pasivante básico a toda la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico orientada hacia el material de relleno básico.
- 30 **[0120]** De esta manera, resulta ventajosamente posible evitar de una manera bastante sencilla y rentable la formación de diferencias de potencial electroquímico que pueden desencadenar fenómenos de corrosión de la cubierta.
- 35 **[0121]** En una realización preferida del procedimiento, el material pasivante básico es el material hinchable en agua mencionado anteriormente, y el acoplamiento del material pasivante básico a la cubierta del conducto eléctrico comprende: aplicar una capa de dicho material hinchable en agua sobre una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo, acoplar la cubierta a la base del conducto eléctrico y dejar que el material hinchable en agua se hinche en un espacio definido entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y la superficie interna de la cubierta.
- 40 **[0122]** De esta forma, y como ya se ha señalado anteriormente, el material hinchable en agua pasiva ventajosamente la cubierta del conducto eléctrico poniendo este último en contacto iónico con el material de relleno básico húmedo mediante un mecanismo espontáneo, es decir, en virtud de los fenómenos de hinchamiento que tienen lugar una vez que el material hinchable en agua se coloca sobre la superficie libre superior del material de relleno húmedo.
- 45 **[0123]** El material hinchable en agua, de hecho, absorbe espontáneamente la solución acuosa básica cargada de iones que impregna el material de relleno básico húmedo expandiéndose y formando una capa pasivante básica de tipo gel que tiene el mismo pH del material de relleno húmedo y que entra en contacto con toda la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico pasivándola y eliminando, o al menos minimizando, cualquier fenómeno de corrosión.
- 50 **[0124]** En una realización de un procedimiento no según la presente invención, el material pasivante básico puede ser el mortero básico mencionado anteriormente que tiene un pH comprendido entre 11 y 13, y el acoplamiento del material pasivante básico a la cubierta del conducto eléctrico puede comprender aplicar un capa del mortero básico a la superficie interna de la cubierta y acoplar la cubierta a la base del conducto eléctrico.
- 55 **[0125]** De esta forma, el mortero básico o el mortero cementoso anticorrosión monocomponente pasivan directamente la cubierta del conducto eléctrico mediante contacto directo con la misma.
- 60 **[0126]** En otra realización preferida del procedimiento, el material pasivante básico es el material poroso polimérico mencionado anteriormente, y el acoplamiento del material pasivante básico a la cubierta del conducto
- 65

eléctrico comprende: aplicar una capa de dicho material poroso polimérico sobre una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo, y acoplar la cubierta a la base del conducto eléctrico para comprimir el material poroso polimérico en un espacio definido entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y la superficie interna de la cubierta.

5

[0127] De esta manera y como ya se ha señalado anteriormente, una capa de material poroso polimérico que tiene un espesor adecuado igual o preferentemente mayor que el espesor de cualquier espacio que pueda crearse entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y la superficie interna de la cubierta, preferentemente de un espesor comprendido entre 0,5 cm y 2 cm, pasiva ventajosamente la cubierta del conducto eléctrico poniendo esta última en contacto iónico con el material de relleno básico húmedo por medio de un mecanismo espontáneo, es decir, en virtud de la elevación del líquido por capilaridad que tiene lugar una vez que el material poroso polimérico se dispone entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y la superficie interna de la cubierta.

15 Breve descripción de los dibujos

[0128] Las características y ventajas adicionales serán más evidentes a la luz de la descripción detallada de algunos ejemplos de la presente invención. Esta descripción, proporcionada a continuación, se refiere a los dibujos adjuntos proporcionados únicamente a modo de ejemplo y sin intención restrictiva, en los que:

20

- La figura 1 es una vista en perspectiva de una línea de transmisión de energía eléctrica que comprende un conducto eléctrico protegido contra la corrosión según una primera realización preferida de la invención;

25 - la figura 2 es una vista en sección transversal de la línea de transmisión de energía eléctrica mostrada en la figura 1;

- la figura 3 muestra un aparato de prueba para la medición del valor de absorción/hinchamiento y sorptividad del agua en un material hinchable en agua según una realización preferida de la invención;

30 - las figuras 4a y 4b muestran los resultados de las pruebas experimentales de absorción y sorptividad;

- la figura 5 muestra un aparato de prueba para medir la pasivación de HDG y muestras de acero desnudo incorporadas en mortero de cemento;

35 - la figura 6 muestra los valores del potencial del electrodo durante la pasivación de HDG y acero desnudo incorporado en mortero de cemento;

- la figura 7 muestra un aparato de prueba para medir la pasivación de HDG y muestras de acero desnudo en contacto con cintas hinchables en agua colocadas en la parte superior de mortero de cemento;

40

- la figura 8 muestra los valores del potencial del electrodo durante la pasivación de HDG y acero desnudo en contacto con cintas hinchables en agua colocadas en la parte superior de mortero de cemento;

- la figura 9 muestra un aparato para probar el envejecimiento de un polvo de SAP;

45

- la figura 10 muestra los resultados de una prueba de envejecimiento realizada sobre un polvo de poliacrilato de sodio; y

50 - la figura 11 muestra un aparato de prueba para realizar mediciones de elevación capilar en una muestra de esponja de poliuretano.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

[0129] Con referencia a las figuras 1 y 2, una línea de transmisión de energía eléctrica para transmisión trifásica a media o alta potencia según una realización preferida de la invención, se indica generalmente con 1.

[0130] La línea de transmisión de energía eléctrica 1 comprende tres cables 3 y un conducto eléctrico 2 hecho de material ferromagnético que comprende una base 5 y una cubierta 6 que definen juntas un espacio de alojamiento interno 9 para alojar los tres cables 3.

60

[0131] Un material de relleno básico húmedo 7 también está alojado en el espacio de alojamiento interno 9 llenando el espacio no ocupado por los cables 3, mientras que una capa 8 de un material pasivante básico está en contacto con toda la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico 6 orientada hacia el material de relleno básico húmedo 7.

65

[0132] Los cables 3 son adecuados para transportar una corriente alterna a una frecuencia típicamente comprendida entre 50 y 60 Hz, y están dispuestos en contacto entre sí en una configuración de trébol (en otras palabras, con sus centros geométricos posicionados como los vértices de un triángulo equilátero).

5 **[0133]** La línea de transmisión de energía eléctrica 1 es, por ejemplo, una línea de alta potencia adecuada para operar a una tensión de aproximadamente 132 kV y una corriente de aproximadamente 400 A, y capaz de transportar corrientes de hasta 860 A. La línea de transmisión de energía eléctrica 1 está particularmente prevista para aplicaciones subterráneas, aunque sus propiedades de blindaje la hacen adecuada también para su uso en la superficie.

10

[0134] Cada uno de los cables 3 puede comprender, por ejemplo, un conductor Milliken de cobre esmaltado, aislado con aislamiento de polímero extruido, por ejemplo, de tipo polietileno reticulado (XLPE). El conductor Milliken puede tener, por ejemplo, una sección transversal de 1600 mm². La superficie externa de cada cable también puede estar dotada de una envoltura metálica para protegerlo de la humedad. El diámetro externo total de cada cable es

15

[0135] Los cables 3 se pueden atar en la configuración de trébol por medio de sujeciones o similares. Como alternativa, con una selección adecuada de las dimensiones del conducto eléctrico 2, se pueden colocar uno o más elementos de cuña, preferentemente de madera, entre los cables 3 y las paredes internas del conducto eléctrico 2, a

20

[0136] Además, los cables 3 dispuestos en configuración de trébol pueden estar en contacto directo con el fondo del conducto eléctrico 2, o pueden elevarse con respecto al mismo, en una posición más cercana al centro geométrico de la sección transversal del conducto eléctrico 2. Para elevar los cables 3 dispuestos en la configuración

25

[0137] El conducto eléctrico 2 es un conducto modular que comprende una pluralidad de secciones longitudinales 4 (solo tres de las cuales se muestran en la figura 1), que tienen una longitud típica de unos pocos metros (2-4 m), unidas de extremo a extremo para formar un conducto eléctrico extendido 2.

30

[0138] La longitud de cada sección 4 se selecciona según consideraciones prácticas, tal como el peso de la sección y el procedimiento de colocación del conducto eléctrico 2. Por ejemplo, en caso de que la operación de tendido se realice manualmente, la longitud de cada sección 4 debe ser tal que proporcione un peso que pueda ser manipulado fácilmente por el personal involucrado. En otros casos, por ejemplo, si se contempla la operación de tendido mecánica,

35

[0139] Cada sección 4 comprende dos elementos separados, en particular una base 5 y una cubierta 6, que se superponen y se acoplan entre sí para definir un conducto tubular sustancialmente cerrado en el que se define el espacio de alojamiento interno 9 mencionado anteriormente. Preferentemente, las secciones 4 tienen la misma

40

[0140] Como se muestra mejor en la figura 2, la base 5 puede tener una sección transversal sustancialmente en forma de U y la cubierta 6 puede tener la forma de una lámina rectangular plana. En mayor detalle, la base 5 puede

45

[0141] La base 5 puede fabricarse, por ejemplo, doblando una lámina de metal rectangular plana a lo largo de cuatro líneas sustancialmente paralelas. Durante el uso, si las operaciones de excavación y la instalación del conducto eléctrico 2 se realizan correctamente, la pared inferior 5a y las pestañas 5c deberían estar preferentemente en horizontal.

50

[0142] La cubierta 6 se posiciona con sus bordes laterales alineados con los de la base 5, de modo que las porciones laterales 6a de la cubierta 6 se superponen a las pestañas 5c. Por lo tanto, se definen dos regiones de superposición, a ambos lados del conducto eléctrico 2, que tienen una anchura que corresponde sustancialmente a las dimensiones laterales de las pestañas 5c. Preferentemente, dicho ancho está comprendido entre 10 mm y 150

55

[0143] Para mejorar las propiedades de confinamiento del campo magnético del conducto eléctrico 2, la relación entre el ancho de la región de superposición y el posible espacio de aire entre la pestaña 5c y la porción lateral 6, indicados respectivamente con W y G en la figura 2, debería ser preferentemente mayor de 5. Además, el espacio de aire total en la sección transversal del conducto eléctrico 2, que es el doble del espacio G en cada lado del conducto

60

65

transversal del conducto eléctrico (sin incluir las pestañas 5c y las porciones laterales opuestas 6a de la cubierta 6), para permitir la circulación magnética.

[0144] En una realización alternativa (no mostrada), el espacio entre las pestañas 5c y las porciones laterales opuestas 6a de la cubierta 6 puede rellenarse (al menos parcialmente) con un material que tenga una permeabilidad magnética mayor que el aire. Por ejemplo, un elemento de empaquetamiento de caucho magnético puede interponerse entre las pestañas 5c y las porciones laterales opuestas 6a de la cubierta 6 a cada lado del conducto eléctrico 2. Como alternativa, puede usarse un elemento de empaquetamiento rígido hecho de acero u otro material con alta permeabilidad magnética. Como alternativa adicional, se puede usar una resina o un pegamento relleno con un material que tenga una alta permeabilidad magnética, tal como polvo de hierro. Al aumentar la permeabilidad magnética entre la base 5 y la cubierta 6, se mejora la continuidad magnética del conducto eléctrico 2. Ventajosamente, el material de dicho elemento de empaquetamiento puede elegirse por tener una resistividad eléctrica baja, a fin de mejorar la conexión eléctrica entre la base 5 y la cubierta 6. Como alternativa, es posible utilizar un material que tenga una alta conductividad eléctrica y una baja permeabilidad magnética, tal como cobre. Cualquier espacio de aire residual entre las pestañas 5c y las porciones laterales opuestas 6a de la cubierta 6, no llenado por el elemento de empaquetamiento, debe tener preferentemente las dimensiones máximas indicadas previamente.

[0145] Durante el funcionamiento, la capa 8 de material pasivante básico tiene un espesor comprendido preferentemente entre 3 mm y 5 mm.

[0146] En una realización preferida, el conducto eléctrico 2 está dotado de una pluralidad de elementos de acoplamiento adaptados para fijar juntos la cubierta 6 a la base 5, elementos de acoplamiento que pueden ser juntas de fusión de metal (no mostradas) o elementos elásticos aplicados (mostrados como 6b en la figura 1) adecuados para sujetar la cubierta 6 a la base 5.

[0147] En una realización preferida, los extremos longitudinales opuestos de las secciones 4 pueden solaparse parcialmente y las secciones 4 se unen longitudinalmente por medio de los elementos de acoplamiento mencionados anteriormente.

[0148] Al dotar al conducto eléctrico 2 de elementos de acoplamiento es posible, además de fijar entre sí las dos piezas (base 5 y cubierta 6) y reducir cualquier posible espacio en la interfaz entre las mismas, crear un contacto eléctrico entre la base 5 y la cubierta 6 que asegure un flujo continuo de las líneas del campo magnético como se describe en la solicitud de patente internacional WO 2004/034539 a nombre del mismo Solicitante.

[0149] La presente invención se describe adicionalmente en los siguientes ejemplos, que se proporcionan meramente con fines ilustrativos y que no deben considerarse de ningún modo como limitantes de la invención.

Ejemplo 1

40 Evaluación de los valores de absorción y sorptividad del agua de un polvo de poliacrilato de sodio en función del pH

[0150] Con el fin de determinar la viabilidad del uso de un polvo de poliacrilato de sodio con el fin de crear un material pasivante adecuado para los fines de la invención tras el contacto con la solución acuosa que impregna los poros de un material de relleno básico del conducto eléctrico 2, se realizaron las siguientes mediciones experimentales de la capacidad de absorción/hinchamiento y la sorptividad de dicho material con respecto al agua pura y a una solución básica.

[0151] La capacidad de absorción de los materiales hinchables en agua, de hecho, se ve afectada por la acidez y alcalinidad (pH), la conductividad y otros factores que pueden inhibir la expansión de las partículas de gel.

[0152] En particular, este comportamiento se encontró con soluciones saturadas de hidróxido de calcio, es decir, el constituyente principal de la solución acuosa que llena los poros de un material de relleno básico húmedo tal como hormigón del conducto eléctrico de una línea de transmisión de energía eléctrica.

55 **[0153]** Las pruebas se realizaron con el aparato de prueba mostrado en la **figura 3**.

[0154] Este aparato de prueba comprendía un recipiente cilíndrico 10 que tenía un fondo plano 11 sobre el cual se extendió uniformemente una cantidad dosificada (0,15 g) de un polvo de poliacrilato de sodio seco (SAP 10SHF producido por Sanyo) para formar una capa 12.

60 **[0155]** Se colocó un disco perforado circular 13 hecho de politetrafluoroetileno (PTFE) con un peso de 59 g, un área de 43 cm², un espesor de 0,7 cm y un número total de 60 orificios pasantes 15 con un diámetro de 0,2 cm, en la parte superior de la capa de polvo 12 y la cabeza de un micrómetro 14 (Mitutoyo NO 2052-10, precisión de 0,01 mm) se puso en contacto con la superficie superior 13a del disco 13.

65

[0156] El dial del micrómetro 14 se puso a cero y a continuación se vertió suavemente una solución saturada de Ca(OH)_2 con pH 11,5 en el recipiente manteniendo el nivel justo por encima de los orificios 15 del disco 13. Al mismo tiempo, se inició un temporizador (no mostrado) y la lectura del dial se registró a intervalos de tiempo adecuados de 10 a 20 s.

5

[0157] El resultado de dos pruebas realizadas en agua pura y en una solución saturada de Ca(OH)_2 a pH 11,5 se muestra en la **figura 4a** y se resume en la Tabla 2 a continuación en esta invención asumiendo una densidad aparente para el polvo de poliacrilato de sodio de $0,1 \text{ g/cm}^3$.

10

Tabla 2

	Relación de hinchamiento tras la gelificación	
	Peso/peso	Volumen/volumen
Agua pura	$1,8 \times 43 \times 1 / 0,15 = 516$	$1,8 \times 43 / (0,15 / 0,1) = 52$
Agua de poro a pH 11,5	$0,5 \times 43 \times 1 / 0,15 = 143$	$0,5 \times 43 / (0,15 / 0,1) = 14$

[0158] En la **figura 4a**, los resultados se informan en términos de hinchamiento (mm) (en ordenadas) de la capa de polvo de poliacrilato de sodio frente al tiempo en minutos (en abscisas) de exposición a agua líquida a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (cuadrados) y a una solución saturada de Ca(OH)_2 de pH = 11,5 (triángulos). Los cuadrados y triángulos de color negro se refieren a la primera prueba, y los blancos a la segunda prueba.

[0159] Los resultados muestran que el grado de expansión con la solución saturada de Ca(OH)_2 fue aproximadamente el 27 % del grado de expansión logrado con agua pura, lo cual es indicativo de una capacidad de hinchamiento del material probado completamente aceptable para el propósito de crear, durante el uso, una capa de material pasivante 8 en contacto con la superficie interna de la cubierta del conducto eléctrico 6.

[0160] Además, las pruebas también mostraron que el poliacrilato de sodio, en una solución alcalina, produce un gel que tiene el mismo carácter iónico que la solución absorbida.

25

[0161] Los mismos datos de la **figura 4a** se informan a la raíz cuadrada del tiempo en la **figura 4b** y se resumen en la Tabla 3 a continuación en esta invención. También en este caso, los cuadrados y triángulos de color negro se refieren a la primera prueba, y los blancos a la segunda prueba. La sorptividad S se evaluó a partir de la pendiente de la porción rectilínea de los gráficos informados en la **figura 4b** según la ecuación

30

$$z = S t^{1/2}$$

en la que z es el hinchamiento (como aumento de altura de la capa) y t el tiempo.

35

Tabla 3

	Sorptividad ($\text{mm}/\text{minuto}^{1/2}$)
Agua pura	16,5
Agua de poro a pH 11,5	9,6

Ejemplo 2

40 (Comparativo, no según la presente invención)

Evaluación de la pasivación de acero HDG y acero desnudo en mortero de cemento

[0162] Para demostrar el efecto pasivante de un material de relleno hecho de mortero de cemento sobre un acero HDG y acero desnudo incorporados, se realizaron las siguientes pruebas usando el aparato de prueba mostrado en la **figura 5**.

45

[0163] Más específicamente, se incluyeron muestras de acero HDG y acero desnudo hechas de una lámina cuadrada de $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 16 con un espesor de 2,5 mm en un relleno de mortero de cemento de 18 kg 17 alojado en un recipiente cilíndrico de plástico 18 que tenía un diámetro de 25 cm y una altura de 14 cm junto con una conexión eléctrica aislada y un conducto capilar de vidrio relleno de gel conductor 19 para hacer una ruta electrolítica

50

entre la solución acuosa que impregna el mortero de cemento cerca de la superficie de la muestra 16 y un electrodo de referencia de calomelanos 20 (electrodo de referencia AMEL tipo R1/4MMSKT) fuera del molde. El mortero de cemento tenía la siguiente composición: arena silíceo al 86 % en peso, OPC al 4,5 % en peso, y agua del grifo al 9,5 % en peso.

5

[0164] El mortero de cemento tenía un pH de 11,7 en la condición mixta.

[0165] La punta del electrodo de referencia de calomelanos 20 se insertó, en particular, en un pequeño recipiente de vidrio 24 en comunicación de fluido con el conducto capilar 19.

10

[0166] El conducto capilar y el fondo del recipiente de vidrio se llenaron con una pequeña bomba con una mezcla caliente (100 °C) de Agar-Agar (5 g) y una solución acuosa saturada de NaNO_3 (100 cm^3). La mezcla se dejó enfriar *in situ* a temperatura ambiente y se desarrolló en un gel conductor. La parte superior del recipiente se llenó con una solución acuosa saturada de NaNO_3 para cubrir la punta del electrodo. De esta forma, el electrodo de referencia y la solución acuosa que impregna el mortero de cemento en las proximidades de las superficies de los electrodos de acero se pusieron en contacto electrolítico de alta conductividad permitiendo la medición de potencial relevante evitando cualquier riesgo tanto de despasivación del acero debido a la fuga de iones de cloruro del electrodo como de deterioro del electrodo debido al alto pH de la solución del mortero.

15

[0167] El electrodo de referencia de calomelanos 20 y la lámina de acero de muestra que forma en sí misma un electrodo, se conectaron a continuación eléctricamente a un multímetro digital Keithley Modelo 2000-20 6-1/2 dígitos con un voltímetro de alta impedancia de tarjeta de escáner de 20 canales 21 mediante los respectivos cables 22, 23.

[0168] Los resultados informados en la **figura 6** (en la que, en las abscisas, el tiempo se expresa como año, en las ordenadas el potencial se expresa como V_{sc}) muestran que durante un periodo de prueba de 7 meses el potencial del electrodo de muestras de acero HDG (cuadrados de color negro) pasó de un potencial inicial de $\sim -0,9 V_{\text{sc}}$ (estado activo) a un valor de potencial final de $\sim -0,4 V_{\text{sc}}$ (estado pasivo). La muestra de acero desnudo (cuadrados de color blanco) también se pasivó pasando de un potencial inicial de $-0,5 V_{\text{sc}}$ (estado activo) a un potencial final de $-0,35 V_{\text{sc}}$ (estado pasivo).

30

[0169] Ambos metales mostraron tasas de corrosión insignificantes cuando estaban en estado pasivo. En particular, se han medido tasas de corrosión de 0,45 a 0,75 $\mu\text{m}/\text{año}$ con la técnica de resistencia a la polarización descrita anteriormente en esta invención después de 7 meses de inclusión en mortero de cemento como se describe en detalle en el artículo de P. Maioli, R. Sica, P. Anelli, Evaluation of the life of magnetic shielding raceways underground, presentado en la conferencia CIGRE' EMF-ELF-2011, 24 y 25 de marzo de 2011, París.

35

Ejemplo 3

Evaluación de la pasivación de acero HDG y acero desnudo mediante cintas hinchables en agua según la invención

40

[0170] Para demostrar el efecto pasivante de las cintas hinchables en agua según la presente invención, se realizaron las siguientes pruebas usando una modificación del aparato de prueba del Ejemplo 2 anterior como se muestra en la **figura 7**.

[0171] Más específicamente, se pusieron tres capas 25 de una cinta hinchable en agua GFS1120 comercializada por Geca-Tapes (tejido a base de poliéster con un peso de 1,5 g y que soporta aproximadamente un 34 % en peso de polvo de poliacrilato de sodio) que incluyen en su conjunto aproximadamente 1,53 g de poliacrilato de sodio en polvo (equivalente a aproximadamente 103 g/m^2 de material hinchable en agua, en referencia a la unidad de superficie de un relleno de mortero de cemento) sobre la superficie libre de un molde de 1 kg del mismo relleno de mortero de cemento 17 del Ejemplo 2 anterior fundido en recipiente cilíndrico de plástico 18 que tiene un diámetro de 8 cm y una altura de 8 cm.

50

[0172] En la parte superior de las cintas, se colocó una muestra hecha de un disco 26 de acero HDG o acero desnudo dotado de un orificio pasante central 27 con un diámetro de 10 mm en contacto libre con la superficie superior de las cintas para permitir el contacto de la capa de cintas de hinchamiento 25, una vez gelificadas, con el electrodo de referencia de calomelanos 20 para medir el potencial del acero y con un medidor de pH 28 (HANNA modelo HI98103) para medir el pH del propio gel.

55

[0173] Un alambre de cobre aislado 29 soldado a la superficie externa superior del disco 26 opuesta a la superficie interna que entra en contacto con la capa de cintas 25 cerró el circuito de medición de potencial. La superficie externa superior del disco 26 que no estaba en contacto con la capa de cintas 25 también se pintó para evitar la corrosión fuera del área de contacto.

60

[0174] El recipiente de plástico 18 se abrió solo cuando se realizaron las mediciones para eliminar la evaporación del agua.

65

[0175] Durante las pruebas, la solución básica acuosa que impregna el relleno de mortero 17 gelifica realmente el polvo absorbente de las cintas haciendo que su polvo alcance un estado de gel.

5 **[0176]** Como se muestra en los resultados de prueba informados gráficamente en la **figura 8** (en la que, en las abscisas, el tiempo se expresa en años, en las ordenadas, el potencial se expresa como V_{sce} , y en la que los cuadrados de color negro se refieren al acero HDG y los cuadrados de color blanco se refieren al acero desnudo), el gel así formado entró en contacto con toda la superficie interna de la muestra de acero (disco 26) y la pasivó.

10 **[0177]** Los valores de potencial fueron similares a los mostrados por las muestras del mismo material directamente incorporadas en el mismo mortero de cemento (figura 6 - ejemplo comparativo) ya que durante un periodo de prueba de 7 meses el potencial del electrodo de las muestras de acero HDG (cuadrados de color negro) pasó de un potencial inicial de $\sim -1,0 V_{sce}$ (estado activo) a un valor de potencial final de $\sim -0,43 V_{sce}$ (estado pasivo). La muestra de acero desnudo (cuadrados de color blanco) también se pasivó pasando de un potencial inicial de $-0,6 V_{sce}$ (estado activo) a un potencial final de $-0,22 V_{sce}$ (estado pasivo).

[0178] El pH de las cintas hinchadas también se midió con un medidor de pH insertado en el orificio pasante central y resultó ser de 11,5 justo después de que permanecieran las primeras 48 horas en ese valor durante toda la prueba.

20

[0179] En la cara orientada a las cintas (y el mortero) ninguno de los metales mostró signos evidentes de corrosión después de 6 meses. Como se muestra en el Ejemplo 2 anterior, los potenciales de electrodo medidos, ambos en el rango pasivo, son típicos de tasas de corrosión en el intervalo de 0,45 a 0,75 $\mu\text{m/año}$.

25 **[0180]** Por lo tanto, estos resultados muestran que las cintas hinchables en agua según la presente invención que descansan sobre un material de relleno hecho de mortero de cemento logran el mismo nivel de pasivación de muestras de acero HDG y acero desnudo que se lograría incorporando directamente las mismas muestras en el mismo mortero de cemento.

30 Ejemplo 4

Evaluación del comportamiento de envejecimiento del polvo de poliacrilato de sodio seco y humidificado

[0181] Para demostrar la capacidad del polvo de poliacrilato de sodio para resistir, tanto en condiciones secas como humidificadas, un envejecimiento térmico equivalente a una vida útil de 40 años a 70 °C sin perder sus propiedades gelificantes en agua, se realizaron las siguientes pruebas utilizando el aparato de prueba que se muestra en la **figura 9**.

40 **[0182]** Más específicamente, se almacenó una muestra 31 de 750 g de polvo de poliacrilato de sodio en diversas condiciones de contenido de agua (del 5 al 65 % de agua en peso) en un recipiente cilíndrico de vidrio sellado 30 que tenía un diámetro de 25 cm y una altura de 17 cm, y se sometió a un envejecimiento de 2 meses a 150 °C (equivalente, según la ley aproximada de Arrhenius, a ~ 40 años a 70 °C).

45 **[0183]** Después del enfriamiento, se rompió cuidadosamente la porción superior de la soldadura del recipiente 30 y se insertó herméticamente un transductor de presión parcial de agua capacitivo de precisión 32 (con sensor de temperatura General Electric RH-Plus MR2350 100 Pa, resolución de 0,2 °C) cerrando el recipiente 30. A continuación, el recipiente 30 se equilibró a diferentes temperaturas y se midió la presión del vapor de agua (es decir, la humedad relativa) en el espacio libre interno 33 del recipiente 30 a cada temperatura.

50 **[0184]** Los resultados del envejecimiento se informan en la **figura 10**, en la que, en las ordenadas, la humedad relativa se expresa como %, y en las abscisas, la temperatura de equilibrio como °C). La isoterma de absorción (curva de presión de vapor-temperatura) es prácticamente la misma para el polvo de poliacrilato de sodio humidificado fresco (cuadrados de color blanco) y envejecido (triángulos).

55 **[0185]** Además, no se observaron diferencias sustanciales envejeciendo el polvo seco (cuadrados de color negro) y después humidificando el mismo. Además, la presión de vapor no mostró ninguna tendencia hacia el 100 % de humedad relativa, y esto demuestra que después del envejecimiento, el agua libre no se separa de la mezcla, sino que permanece siempre atrapada en el gel.

60 **[0186]** Por consiguiente, estas pruebas confirmaron la capacidad del polvo de poliacrilato de sodio para absorber agua y formar un gel que permanece inalterado después del envejecimiento.

[0187] Además, se realizó una segunda prueba de envejecimiento a mayor temperatura (70 horas a 170 °C) con el mismo aparato y con el mismo procedimiento, con el fin de detectar cualquier signo de degradación del polvo de poliacrilato de sodio.

65

[0188] Se analizó la atmósfera de las muestras envejecidas en busca de productos de degradación volátiles con un cromatógrafo de gases (AGILENT 6890) acoplado a un detector selectivo de masas (AGILENT 5970, modo de impacto de 70 eV). La columna empleada fue una CROMPACK CP-Wax 52CB de 50 m y las temperaturas estuvieron en el intervalo de 200 a 250 °C. Las únicas trazas detectables indicaron la presencia de polvo fresco (ácido esanoico; 1-etil-2-epitilciclopropano; glicina) y/o polvo envejecido (ácido octanoico; ácido nonanoico; ácido decanoico).

[0189] Siendo todas las trazas detectadas después del envejecimiento homólogos superiores del ácido graso presentes como traza en la muestra fresca, la conclusión es que el proceso de envejecimiento involucra solo las impurezas y que no se produjo ningún proceso importante de degradación térmica-química hasta 170 °C con respecto al polvo de SPA.

Ejemplo 5

15 Evaluación del efecto capilar en una espuma de poliuretano de celda abierta

[0190] Con el fin de demostrar la capacidad de una capa polimérica expandida de celda abierta para absorber y transportar la solución acuosa que impregna un mortero de cemento subyacente a la superficie inferior de una muestra de acero HDG o acero desnudo que descansa en la parte superior de la capa polimérica expandida para desencadenar un proceso de pasivación de las muestras, se realizaron las siguientes pruebas utilizando el aparato de prueba que se muestra en la **figura 11**.

[0191] Más específicamente, se cortó una muestra 34 paralelepípeda de 4,8 x 4,8 x 5 = 115 cm³ de la parte amarilla de una esponja de poliuretano de una esponja Superstark Glitzi VILEDA® VILSP004. El peso de la muestra 34 fue 14,26 g, y su densidad aparente fue 0,124 g/cm³.

[0192] El módulo de compresión se midió como se ha informado previamente, y fue $K = 3760$ Pa.

[0193] Suponiendo una densidad de 0,92 g/cm³ para el polímero, se estimó que el volumen sólido era de $14,26/0,92 = 15,5$ cm³ y se calculó que su porosidad era

$$\text{Porosidad} = \text{Volumen vacío/volumen total} = (115-15,5)/115 = 86,5 \%$$

[0194] A continuación, la muestra de esponja 34 se puso con su superficie inferior de 4,8 X 4,8 = 23 cm² sobre el fondo plano de una cápsula de Petri 35 que tenía un diámetro de 9 cm. A continuación, se vertió suavemente una solución por medio de una pipeta 37 de modo que una película 36 de solución que tenía una altura de aproximadamente 0,5 mm se estabilizara en la base de la muestra mientras la esponja la absorbiera.

[0195] En una primera prueba con agua pura, la muestra de prueba 34 absorbió en equilibrio 25 g de agua. La absorción fue visible desde el exterior ya que la superficie de la esponja apareció húmeda (de color más oscuro) para una altura R de 1,2 - 1,5 cm (elevación capilar).

[0196] El volumen de agua absorbida fue de aproximadamente 25 cm³.

[0197] Siendo la porosidad del 86,5 %, un volumen vacío de 25 cm³ corresponde a $25/0,865 = 28,9$ cm³. Siendo el área que permite la captación de agua de 23 cm², la elevación capilar R se estimó en $28,9/23 = 1,26$ cm en acuerdo razonable con la observación visual de la muestra de prueba 34.

[0198] El equilibrio se alcanzó en aproximadamente 1-2 minutos, y una evaluación del valor de sorptividad realizada como se ha indicado anteriormente indicó un valor de aproximadamente 10 mm/min^{1/2}.

[0199] Se repitió la misma prueba con una solución saturada de Ca(OH)₂ con una pequeña reducción en la elevación capilar R que resultó ser del orden de 1,0 cm, posiblemente debido a una pequeña disminución de la tensión superficial del agua por Ca(OH)₂ como se informa en la bibliografía (C. Estrela et. al, Journal of Applied Oral Science, 2005; 13(2):152-6).

[0200] En vista de lo anterior, se puede concluir que cuando una capa de una espuma expandida de celda abierta que tiene una altura (espesor) preferentemente comprendida entre 0,5 y 2 cm, más preferentemente comprendida entre 0,8 y 1 cm, se dispone en la parte superior de un material de relleno hecho, por ejemplo, de mortero de cemento en un conducto eléctrico, la espuma expandida puede entrar en contacto con toda la superficie inferior interna de una cubierta de conducto eléctrico conectando la misma con la solución acuosa impregnando el mortero de cemento y logrando la pasivación deseada.

REIVINDICACIONES

1. Una línea de transmisión de energía eléctrica (1), que comprende:
- 5 al menos un cable eléctrico (3);
un conducto eléctrico (2) hecho de material ferromagnético que comprende una base (5) y una cubierta (6) que definen un espacio de alojamiento interno (9) para alojar dicho al menos un cable eléctrico (3);
un material de relleno básico húmedo (7) alojado en dicho espacio de alojamiento interno (9) y que incorpora dicho al menos un cable eléctrico (3); teniendo dicho material de relleno (7) un pH comprendido entre 11 y 13;
- 10 **caracterizada porque** toda la superficie interna de dicha cubierta (6) orientada hacia el material de relleno (7) está en contacto con una capa (8) de un material pasivante básico dispuesto entre dicha cubierta (6) y una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo y que tiene un valor de pH capaz de pasivar el material ferromagnético,
- 15 y **porque** dicho material pasivante básico es cualquiera de: al menos un material hinchable en agua configurado para absorber espontáneamente una solución acuosa básica cargada de iones que impregna el material de relleno básico húmedo (7) para que se expanda y forme una capa pasivante básica de tipo gel que tiene el mismo pH del material de relleno básico húmedo (7), o un material poroso polimérico en contacto directo con dicho material de relleno básico húmedo (7) y que tiene un valor de sorptividad de 5 a 50 (mm/min^{1/2}) y un diámetro medio de poro de 10 a 200 μm, estando dicho material poroso polimérico impregnado con una solución acuosa alcalina elevada por la capilaridad del material de relleno básico húmedo (7).
2. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de la reivindicación 1, en la que el material pasivante básico tiene un pH comprendido entre 10 y 14.
- 25 3. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de la reivindicación 1, en la que dicho material de relleno básico (7) se selecciona del grupo que comprende: mortero de cemento, arena alcalina, o mezclas de los mismos.
4. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de la reivindicación 3, en la que dicho material de relleno básico (7) es un mortero de cemento que tiene un pH comprendido entre 11 y 12.
- 30 5. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de la reivindicación 1, en la que dicho al menos un material hinchable en agua es un polímero superabsorbente (SAP) seleccionado del grupo que comprende: poliacrilato de sodio, copolímero de poliacrilamida, copolímero de etileno anhídrido maleico, carboximetilcelulosa reticulada (CMC) o sal sódica del mismo, copolímeros de alcohol polivinílico (PVA), polietilenglicol reticulado (PEG) y copolímero de poliacrilonitrilo (PAN) injertado con almidón, o acrilamida/acrilato de sodio.
- 35 6. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que dicho al menos un material hinchable en agua tiene un grado de expansión de 5 a 500 volumen/volumen.
- 40 7. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que la cantidad antes del hinchamiento de dicho al menos un material hinchable en agua con respecto al área de una superficie superior del material de relleno básico húmedo (7) es de 2 g/m² a 200 g/m².
8. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de la reivindicación 1, en la que dicho material poroso polimérico se selecciona del grupo que comprende: espumas derivadas de látex de caucho natural, espumas de copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) y materiales expandidos a base de poliuretano en espuma o forma de esponja.
- 45 9. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de las reivindicaciones 1 u 8, en la que dicho material poroso polimérico tiene un módulo de compresión comprendido entre 10 y 10.000 N/m².
- 50 10. La línea de transmisión de energía eléctrica (1) de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en la que dicho material pasivante básico está directamente en contacto con el material de relleno básico húmedo (7) que incorpora dicho al menos un cable eléctrico (3).
- 55 11. Un procedimiento para proteger de la corrosión un conducto eléctrico (2) hecho de material ferromagnético de una línea de transmisión de energía eléctrica (1) que comprende al menos un cable eléctrico (3), comprendiendo dicho conducto eléctrico (2) una base (5) y una cubierta (6) que definen un espacio de alojamiento interno (9) para alojar dicho al menos un cable eléctrico (3), en el que el procedimiento comprende:
- 60 a) proporcionar dicho al menos un cable eléctrico (3) en dicho espacio de alojamiento interno (9);
b) llenar dicho espacio de alojamiento interno (9) con un material de relleno básico húmedo (7) que tiene un pH comprendido entre 11 y 13 para incorporar dicho al menos un cable eléctrico (3) en el material de relleno básico húmedo (7); **caracterizado porque** el procedimiento comprende además la etapa de
- 65 c) acoplar una capa (8) de un material pasivante básico a toda la superficie interna de la cubierta (6) orientada al

material de relleno (7) para disponer dicha capa entre dicha cubierta (6) y una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo, teniendo dicho material pasivante un valor de pH capaz de pasivar dicha superficie interior y que es cualquiera de: al menos un material hinchable en agua configurado para absorber espontáneamente una solución acuosa básica cargada de iones que impregna el material de relleno básico húmedo (7) para que se expanda y forme una capa pasivante básica de tipo gel que tiene el mismo pH del material de relleno básico húmedo (7), o un material poroso polimérico en contacto directo con dicho material de relleno básico húmedo (7) y que tiene un valor de sorptividad de 5 a 50 (mm/min^{1/2}) y un diámetro medio de poro de 10 a 200 μm, estando dicho material poroso polimérico impregnado con una solución acuosa alcalina elevada por la capilaridad del material de relleno básico húmedo (7).

10

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el material pasivante básico tiene un pH de 10 a 14.

13. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que llenar el espacio de alojamiento interno (9) comprende:

15

- depositar una primera capa del material de relleno básico húmedo (7) en dicho espacio de alojamiento interno (9);

- colocar dicho al menos un cable eléctrico (3) sobre dicha primera capa; y

20

- depositar al menos una segunda capa del material de relleno básico húmedo (7) alrededor de dicho al menos un cable eléctrico (3).

14. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que acoplar la capa (8) del material pasivante básico a la cubierta (6) comprende: aplicar una capa de dicho material hinchable en agua sobre una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo (7), acoplar la cubierta (6) a la base (5) del conducto eléctrico (2) y dejar que el material hinchable en agua se hinche en un espacio definido entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo (7) y la superficie interna de la cubierta (6).

25

15. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que acoplar la capa (8) del material pasivante básico a la cubierta (6) comprende: aplicar una capa de dicho material poroso polimérico sobre una superficie libre superior del material de relleno básico húmedo (7) y acoplar la cubierta (6) a la base (5) del conducto eléctrico (2) para comprimir el material poroso polimérico en un espacio definido entre la superficie libre superior del material de relleno básico húmedo (7) y la superficie interna de la cubierta (6).

30

FIG.1

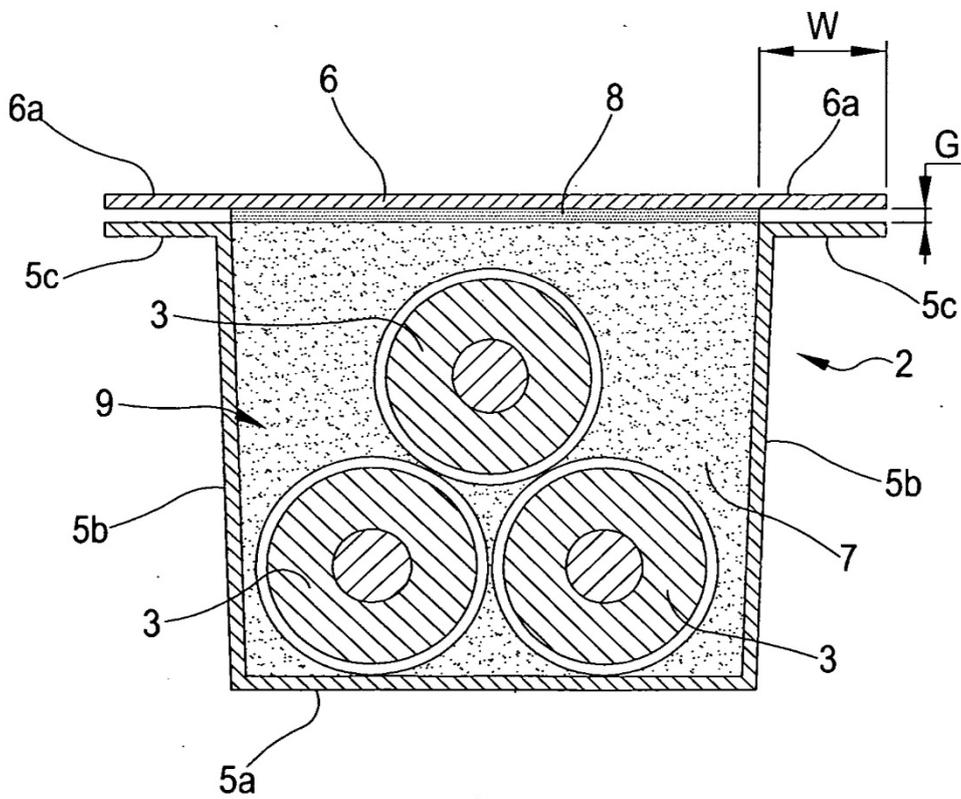
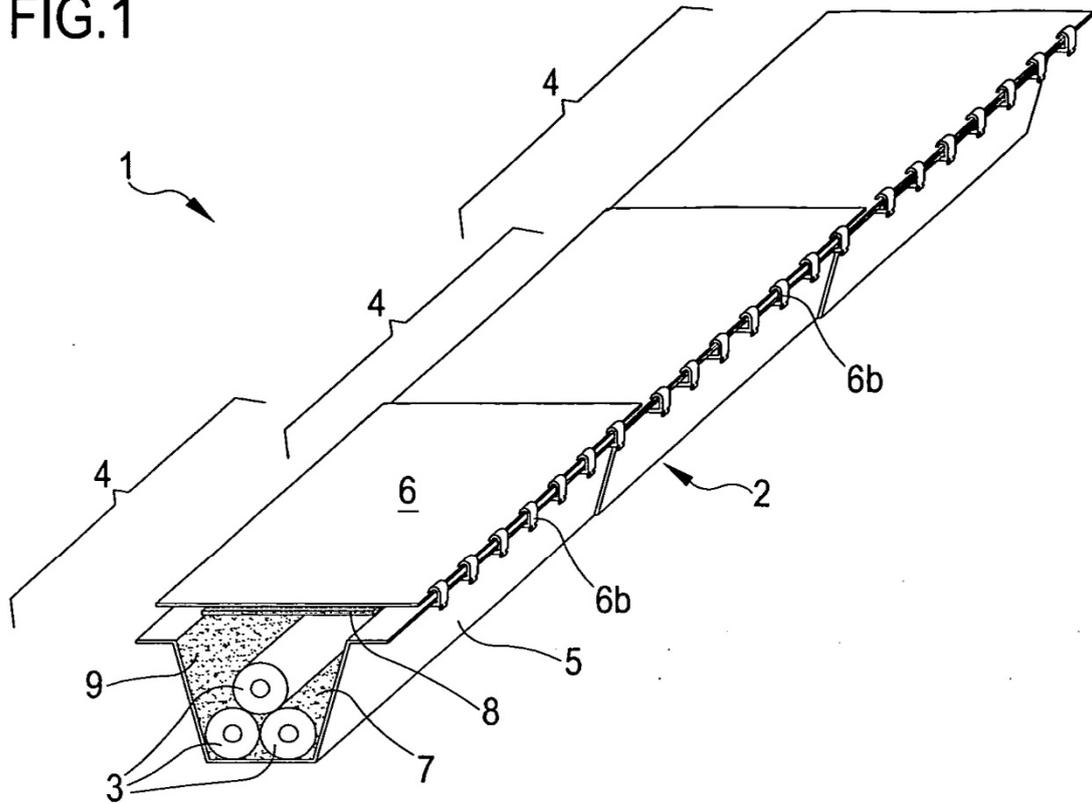


FIG.2

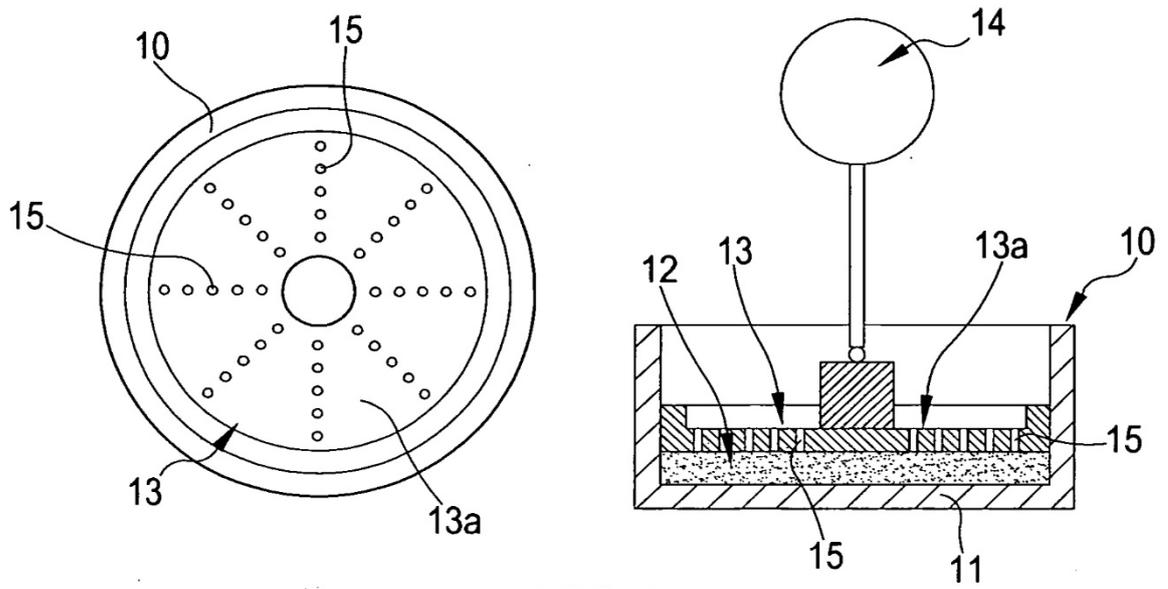


FIG.3

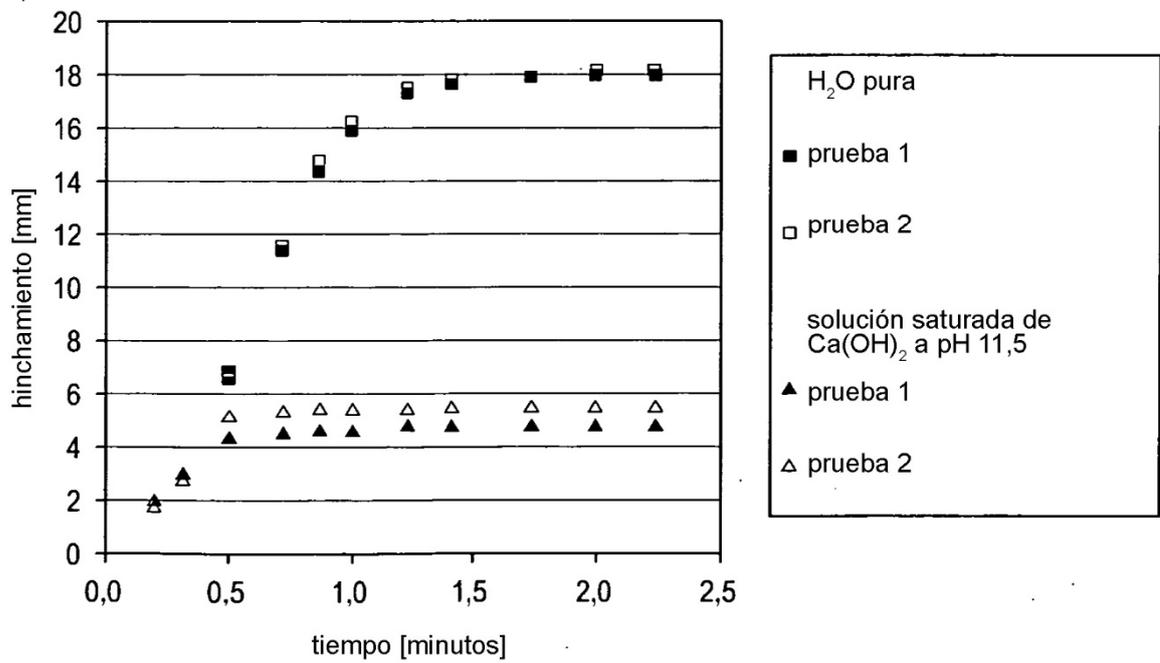


FIG.4a

FIG.4b

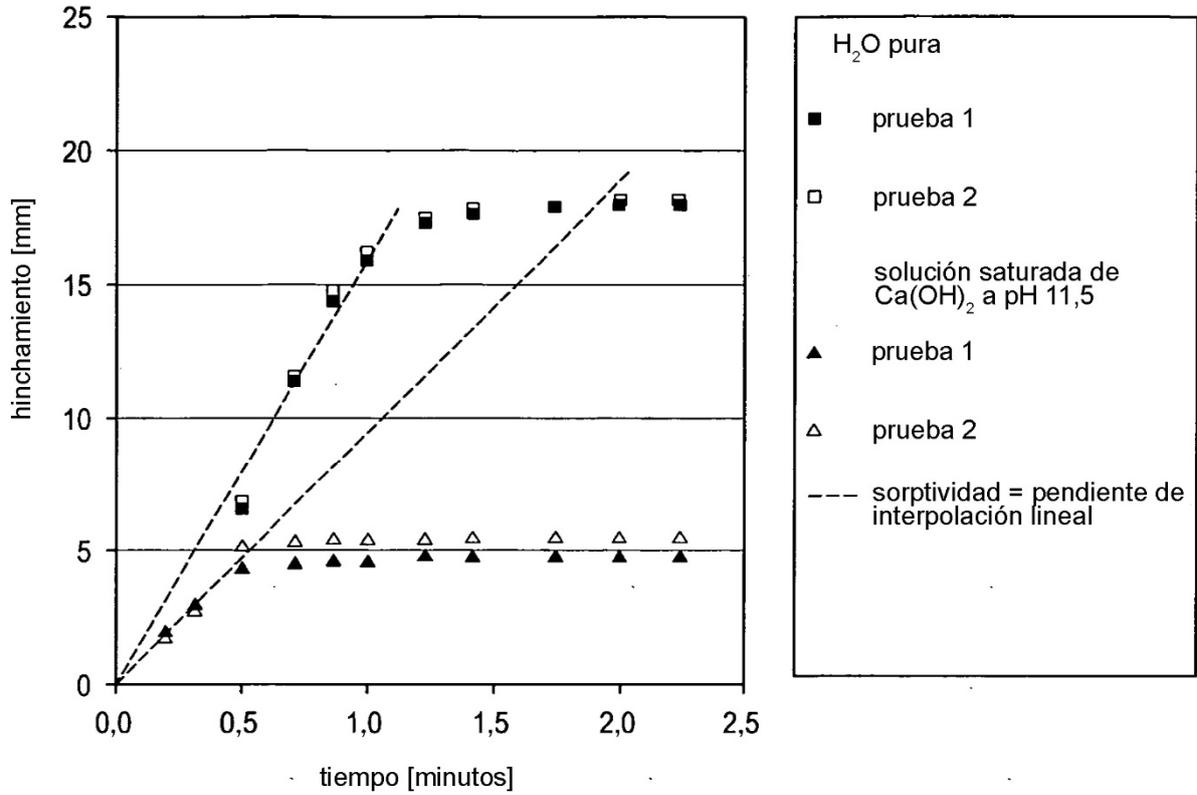


FIG.5

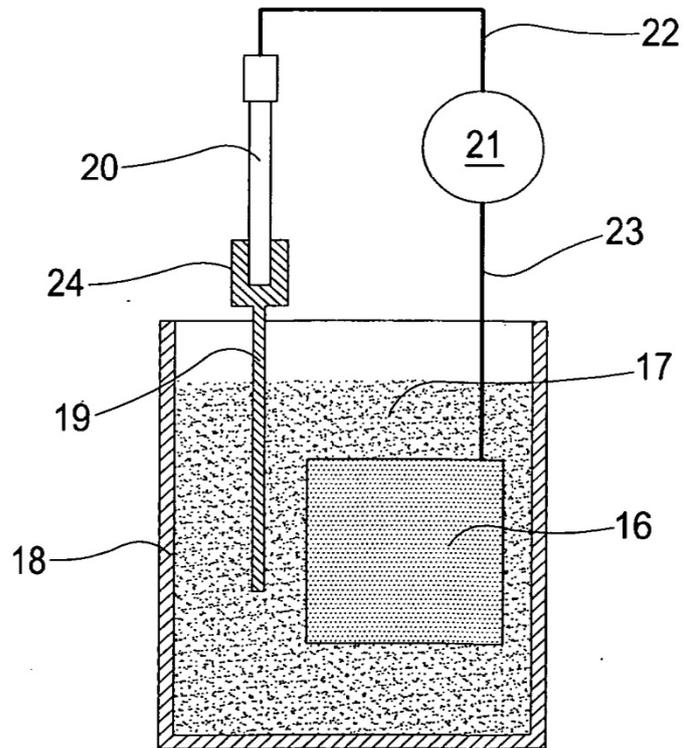


FIG.6

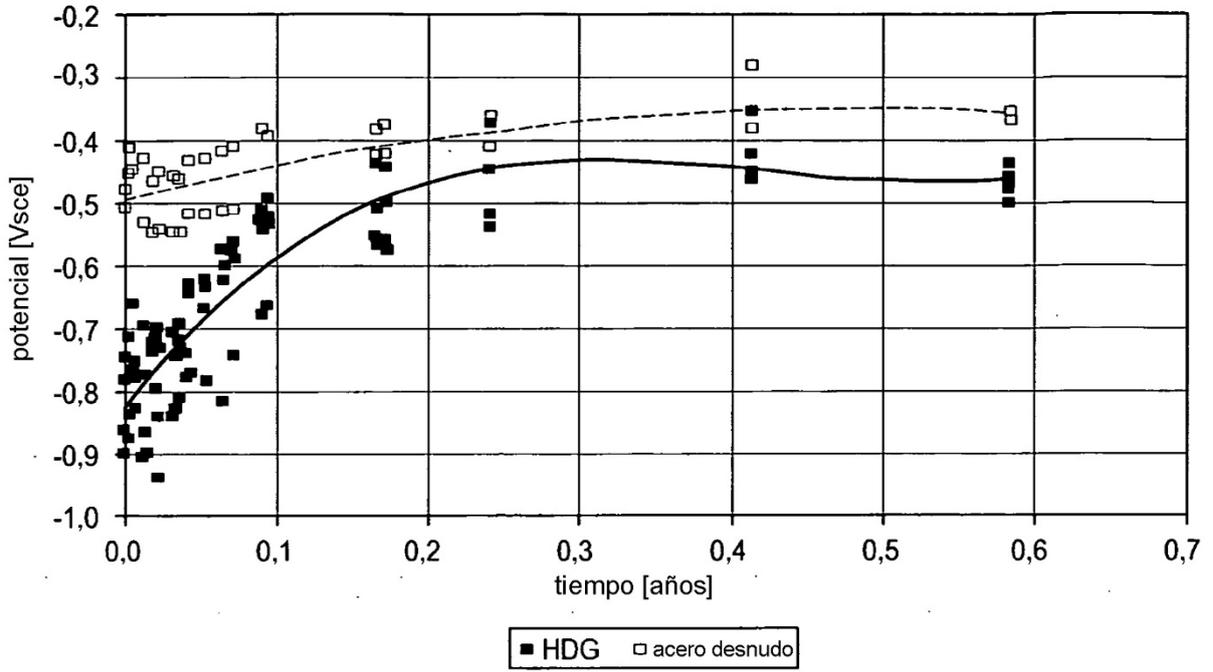


FIG.7

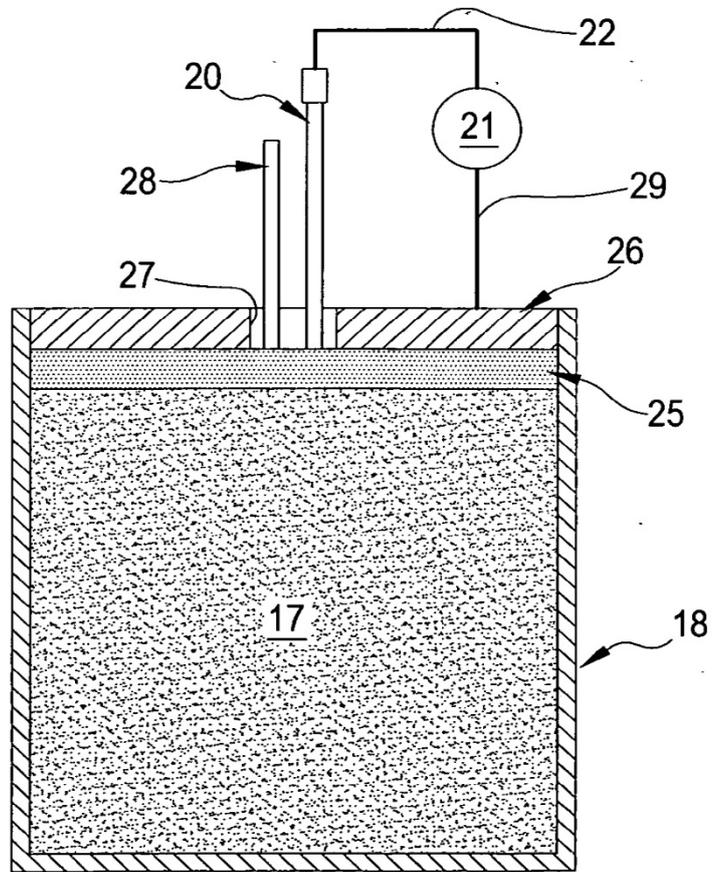


FIG.8

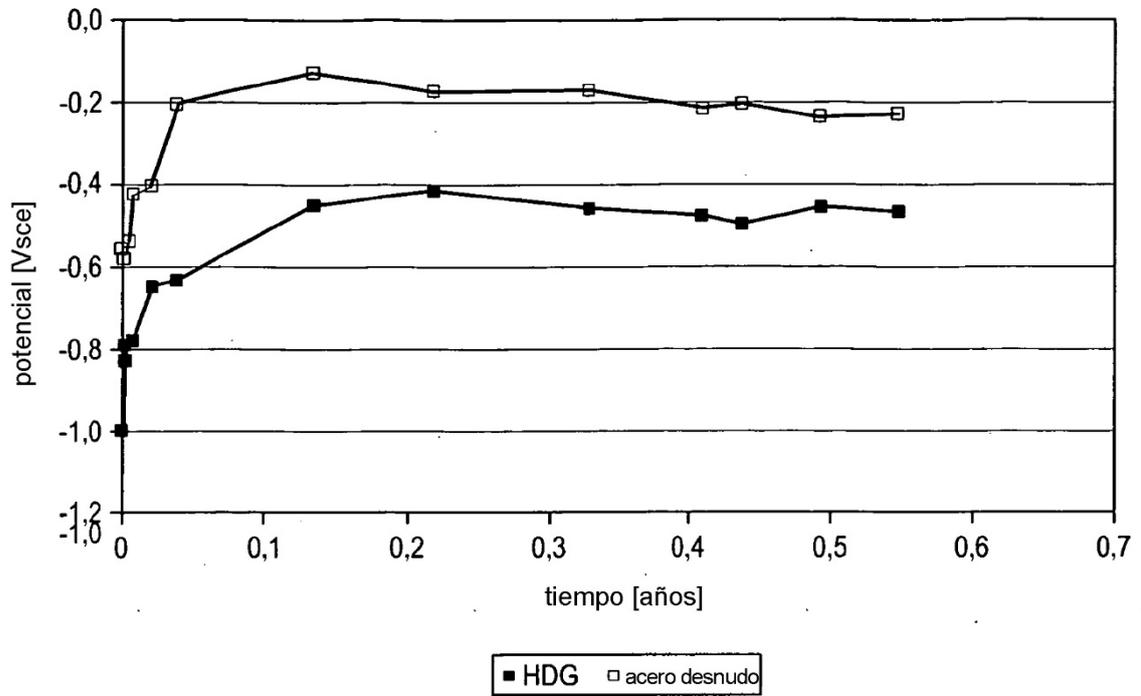
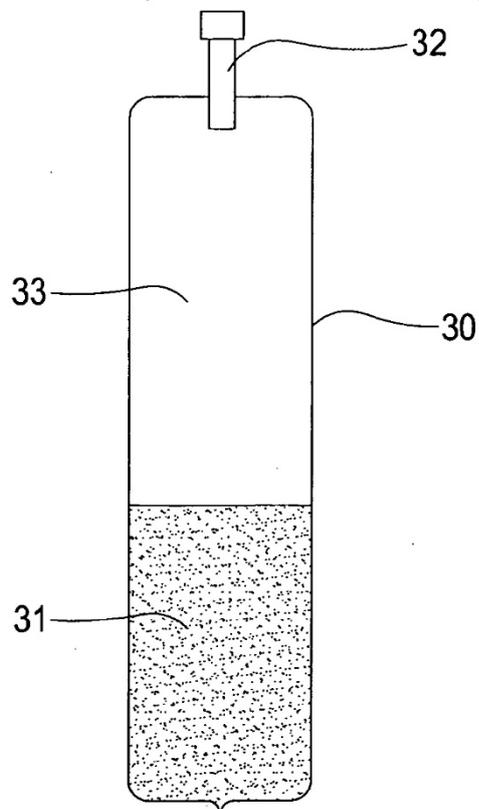


FIG.9



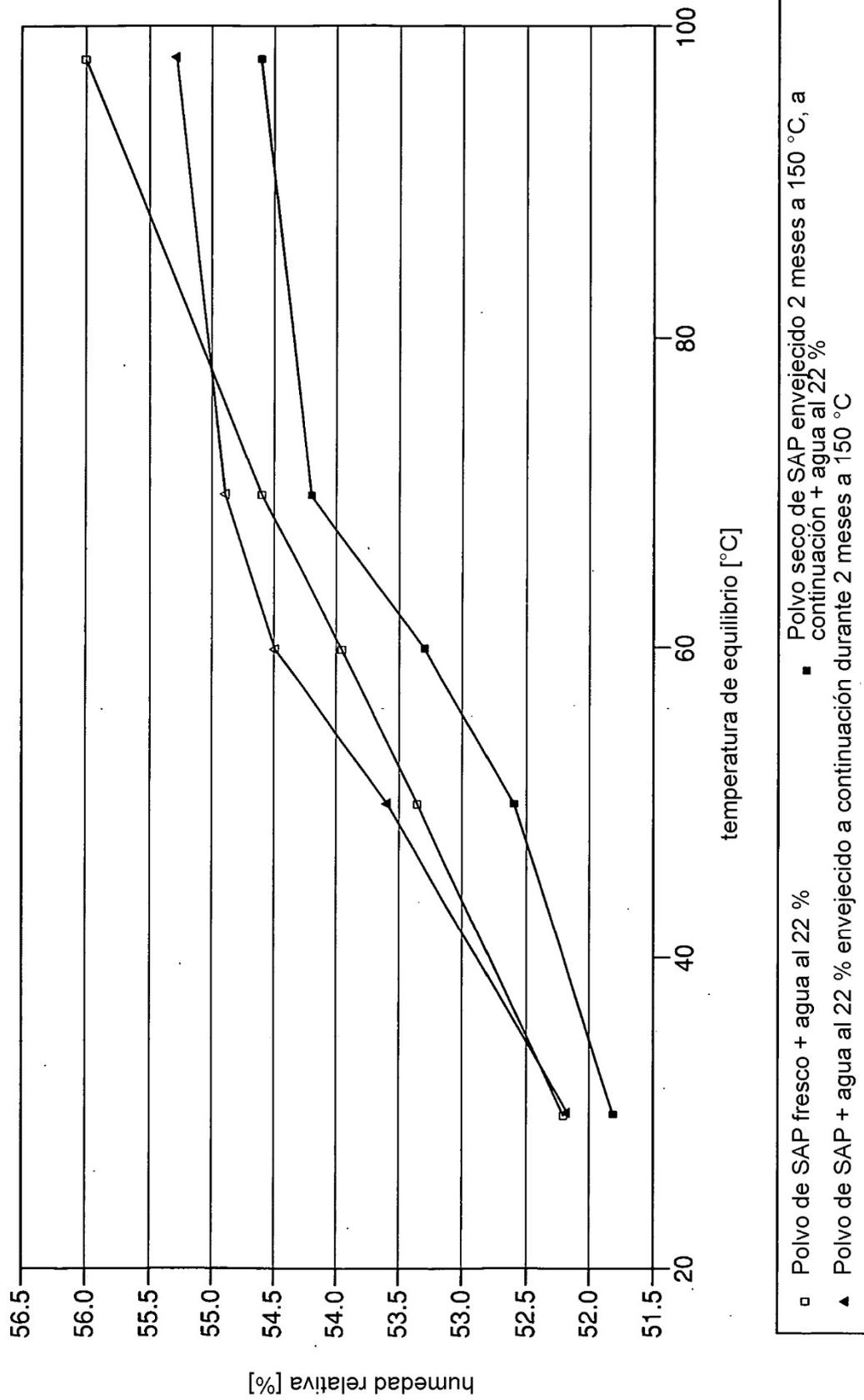


FIG.10

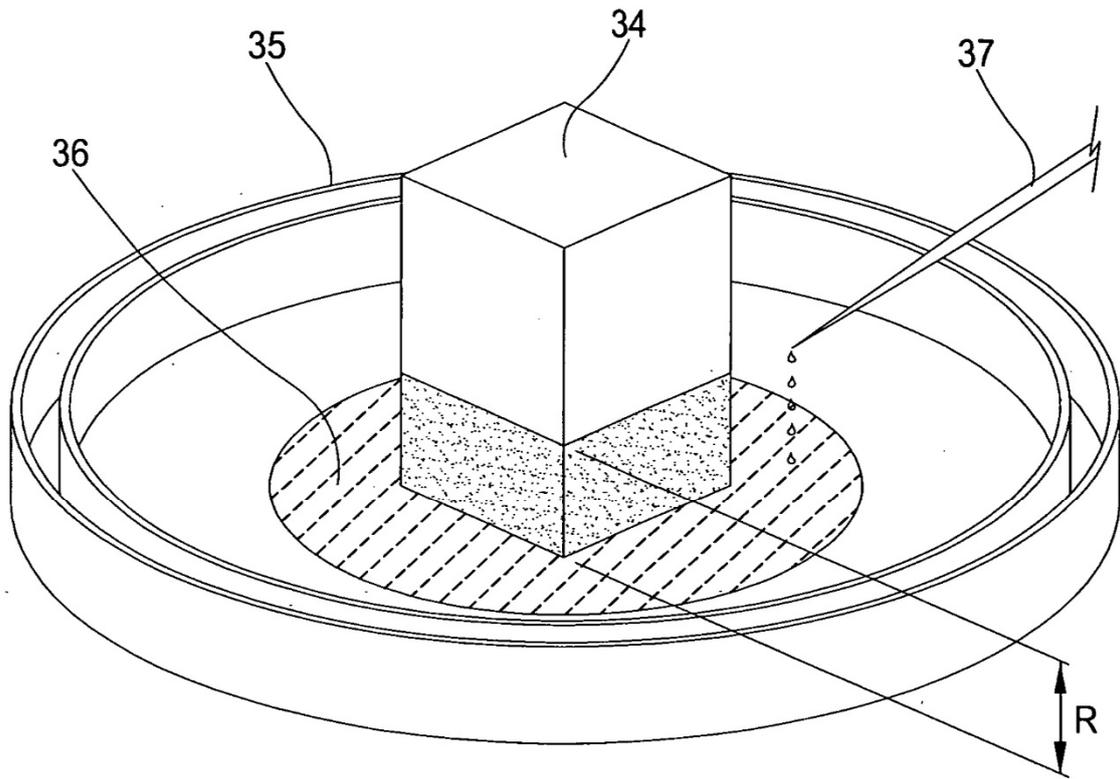


FIG.11