

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 960**

21 Número de solicitud: 201530811

51 Int. Cl.:

G01N 17/04 (2006.01)

G01N 27/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

10.06.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.12.2016

71 Solicitantes:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN Y ROCAS ORNAMENTALES**

(100.0%)

Campus universitario s/n

10071 Cáceres ES

72 Inventor/es:

MENESES RODRÍGUEZ, Juan Miguel;

GIRALDO PAVÓN, Francisco;

CARMONA CARMONA, María Luisa;

MOTA LÓPEZ, María Isabel y

VALLEJO JIMÉNEZ, Basilio

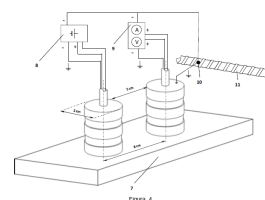
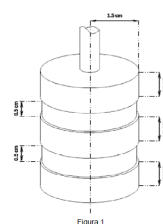
74 Agente/Representante:

MARTÍN CASTIZO, Manuel

54 Título: **Sensor de resistividad eléctrica integrado en estructuras de hormigón para la medida de corrosión de armaduras**

57 Resumen:

Sensor de resistividad eléctrica integrado en estructuras de hormigón para la medida de corrosión de armaduras, caracterizado por encontrarse conectado a la armadura de acero del hormigón (11) mediante toma de tierra (5) y embebido dentro del hormigón tras el hormigonado, que consta de una fuente de alimentación (8) y un dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente (9); dicho sensor de resistividad está formado por dos electrodos cilíndricos fabricados por discos de acero (1) y discos de material polimérico aislante (2), que se disponen alternativamente en capas fijadas por un sistema de unión entre discos (6) mediante rosca o adhesivo y montado sobre un soporte rectangular para fijación de los electrodos (7) con una distancia establecida entre electrodos de 5 cm.



ES 2 593 960 A1

DESCRIPCIÓN

SENSOR DE RESISTIVIDAD ELECTRICA INTEGRADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PARA LA MEDIDA DE CORROSIÓN DE ARMADURAS

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

- Detección de la corrosión en armaduras de acero, mediante sensores integrados en estructuras de hormigón y unidos a la armadura, sobre los se
10 que llevan a cabo medidas de resistividad.
- Estimación de la velocidad corrosión del acero, a partir de medidas directas de la resistividad, con sensores unidos al acero e integrados en el hormigón endurecido.

15 La presente invención tiene como ámbito de aplicación la construcción civil, especialmente en lo que se refiere al sector de las infraestructuras fabricadas con hormigón armado. El hormigón es el material de construcción más frecuentemente utilizado en todo tipo de estructuras: viviendas, puentes, carreteras, presas, acequias, etc. La armadura de acero que contienen estas estructuras, puede permanecer exenta
20 de corrosión indefinidamente, excepto cuando el hormigón se encuentre en contacto con sustancias ambientales potencialmente agresivas como son los cloruros o el propio dióxido de carbono atmosférico. Cuando la armadura metálica se corroe, tiene lugar la formación de fisuras, acompañada de una pérdida de integridad física y aceleración de la degradación del hormigón, que puede comprometer la seguridad de
25 la estructura. Actualmente, el elevado número de infraestructuras civiles de hormigón armado hace necesario contar con una herramienta que permita el seguimiento en tiempo real del estado de la misma. Por este motivo, se está incrementando el número de sistemas de monitorización integral de las estructuras singulares de hormigón armado. Dicha monitorización comprende la utilización de sensores de medidas
30 físicas, combinados con sensores de tipo electroquímico, que proporcionan información real y precisa in-situ, de la estructura de acero del hormigón. Por otro lado, la necesidad de cuantificar la durabilidad del hormigón ha llevado a la búsqueda de propiedades capaces de cuantificar todas las fases del proceso, desde la fabricación del hormigón, hasta su curado y endurecimiento. En este sentido, la resistividad
35 eléctrica es una propiedad del hormigón que permite su control de forma no

destruictiva, además constituye un potente indicador de parámetros tales como el fraguado, la resistencia mecánica, el grado de saturación del hormigón, impermeabilidad o resistencia al ingreso de sustancias agresivas en el hormigón, las cuales tienen una relación directa con la velocidad de corrosión del acero. Las técnicas
5 empleadas para su medida son de carácter no destructivo, fácil aplicación, de bajo coste y rapidez de respuesta. Por todo ello, la resistividad es un parámetro que permite relacionar la microestructura con el comportamiento durable del hormigón, tanto en el período de iniciación, como el de propagación de la corrosión del acero.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La corrosión de las armaduras es una de las principales causas que afectan a la durabilidad de las estructuras y a su vida útil. La carbonatación del hormigón y la acción de iones agresivos, principalmente los cloruros, son los procesos que mayor
15 riesgo suponen para la corrosión de las armaduras. La corrosión de tipo electroquímico, supone la oxidación de un metal con la pérdida de masa equivalente a la cantidad de cargas eléctricas que han circulado a través de su superficie cuando el circuito eléctrico se cierra a través del electrolito que le rodea.

20 El diagnóstico y seguimiento de la corrosión de la armadura del hormigón es habitual realizarlo con la aplicación de metodologías y técnicas invasivas. Dentro de este grupo se encuentran los métodos gravimétricos, en los que se realizan determinaciones de masa durante diferentes intervalos de tiempo. Éste método permite obtener un valor integral de corrosión, durante un periodo de tiempo determinado. Por desgracia, estos
25 procedimientos no pueden ser siempre llevados a la práctica, ya que conllevan la destrucción parcial de la estructura, aunque si son adecuados para el estudio de la corrosión en laboratorio. Por otro lado, existen métodos alternativos donde la invasión de la estructura puede ser mínima. Estos incluyen el uso de técnicas electroquímicas, que proporcionan valores instantáneos de medidas. La aplicación de este tipo de
30 técnicas es fundamental si quiere llevarse a cabo un control y monitorización exhaustivos de la estructura, en cualquier momento durante largos periodos de tiempo.

Este tipo de técnicas electroquímicas se basan en la imposición de una perturbación o aplicación de una señal eléctrica de pequeña amplitud sobre la propia armadura,
35 midiendo la respuesta que ésta provoca al sistema en estudio. Su ventaja radica en la

rapidez con la cual se pueden hacer las determinaciones. La medición de las variables de corriente y voltaje obtenidas por medio de alguna técnica electroquímica, permite evaluar parámetros de corrosión como el potencial de corrosión, velocidad de corrosión y resistividad del hormigón. Estos parámetros determinan información acerca del recubrimiento, pasividad y tendencia a picaduras del acero; así como otros datos de interés. Autores como C. Andrade y otros autores, han investigado de forma exhaustiva durante los últimos años las posibilidades de estas técnicas para predecir la durabilidad, a partir de indicadores obtenidos mediante la aplicación de técnicas electroquímicas avanzadas, basadas en las aplicación de métodos de medida in-situ no destructivos, sin contacto directo con la armadura y dirigidos externamente sobre la superficie del hormigón. Sin embargo, actualmente la introducción de pequeños sensores en el interior del hormigón, normalmente durante su puesta en obra, es uno de los desarrollos más prometedores para controlar el comportamiento a largo plazo de las estructuras.

Desde hace unos años la medida de la resistividad en el hormigón se ha convertido en un indicador de su durabilidad, que proporciona información acerca del fraguado, la resistencia mecánica, el grado de saturación y la impermeabilidad o resistencia al ingreso de sustancias agresivas en el hormigón. Es un parámetro que depende de la movilidad, difusión y concentración de iones libres en disolución, localizados en los poros del hormigón. Es decir, la resistividad es una propiedad que refleja la capacidad del medio poroso, para transportar la carga eléctrica, en un determinado volumen contenido en los poros de la estructura del hormigón.

Para la medición de la resistividad, debe aplicarse un campo eléctrico sobre las cargas eléctricas de los iones disueltos en la fase acuosa, contenida en los poros del hormigón. La corriente generada se conduce a través de la red de poros interconectada por el movimiento de los iones. La difusión de los iones, es un parámetro dependiente de la temperatura y la humedad existente en los poros, por ello es conveniente siempre realizar la medida de resistividad con el grado de humedad adecuado.

La versatilidad de las medidas de resistividad reside en su variabilidad con respecto al grado de saturación del hormigón, tiempo de curado, transporte o resistencia al ingreso de sustancias agresivas. Además, y en relación a la invención que se propone,

la medida de la resistividad eléctrica permite su aplicación para la interpretación del valor de la velocidad de corrosión de la armadura, debido a que el grado de saturación del hormigón influye en su resistividad eléctrica y la disponibilidad de oxígeno a través de la armadura; ambos elementos, humedad y oxígeno, son fundamentales para que
5 tengan lugar procesos de corrosión activa. Autores como Alonso y colaboradores consiguieron encontrar una relación entre la medida de la resistencia eléctrica y la intensidad de corrosión que permite calcular la relación directa entre la propia resistividad y la intensidad de corrosión. Esto ha permitido con el tiempo, el establecimiento de diferentes rangos de resistividad en relación a la probabilidad de
10 corrosión, los cuales se aplican en el presente a estudios de estructuras existentes. Generalmente se acepta que una resistividad superior a 100-200 $\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$ indica un bajo riesgo de corrosión en las armaduras, mientras que valores menores a 10 $\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$ suponen una alta probabilidad de riesgo. En estos casos, la intensidad de corrosión, presenta la cota superior de la velocidad de corrosión de la estructura de hormigón
15 estudiada.

La medida de la resistividad se realiza utilizando métodos de medidas directos o indirectos, aplicados sobre el hormigón endurecido. El método directo se encuentra regulado por la norma UNE 83988-1:2008. En éste la resistividad se determina
20 mediante aplicación de un campo eléctrico uniforme, entre dos electrodos. El método indirecto o método de Werner, consiste en la aplicación de un electrodo de cuatro puntas, también denominado resistivímetro de Wenner. Éste método, regulado por la norma UNE 83988-2, proporciona la resistencia eléctrica del hormigón conociendo la distancia entre los electrodos y las dimensiones de la muestra. Consiste en la
25 aplicación de una corriente entre dos electrodos, situados en la generatriz de la probeta, tras lo cual se mide el voltaje en otros dos electrodos, situados entre los anteriores y alineados con ellos.

Ambos métodos deben realizarse con probetas cilíndricas o prismáticas que se
30 fabrican según la norma UNE-EN 12390-2 a partir de hormigón fresco obtenido en obra, o bien extraídas directamente de la estructura del hormigón, en forma de testigo tal y como se especifica en la norma UNE-EN 12504-1. En ambos casos, las probetas, independientemente del método utilizado en su fabricación, deben tener una altura mínima de 200 mm, no pueden contener armadura en su interior y deben saturarse
35 previamente en agua en el laboratorio. Las características de los procedimientos de

medidas de resistividad convencionales presentan una serie de inconvenientes tales como una destrucción parcial de la estructura. Todo esto hace que las condiciones de medida no sean reales, con respecto a las que presenta la estructura en cualquier momento de su vida útil.

5

Para hacer frente a estos inconvenientes, la introducción de pequeños sensores en el interior del hormigón en el momento de su fabricación, constituye uno de los desarrollos más prometedores para controlar el comportamiento a largo plazo de las estructuras. Estos electrodos pueden informar sobre la presencia de humedad y la evolución del potencial de corrosión. En este punto, la presente invención describe un nuevo tipo de sensor electroquímico embebido en el hormigón, en contacto directo permanente con la armadura, dentro de la estructura y que lleva a cabo medidas de resistividad continuadas en el tiempo.

15 Diferentes autores han empleado sensores embebidos para medidas de potencial de corrosión y resistividad, formados por diferentes electrodos de referencia que pueden ser de titanio, Mn/MnO₂, plata y plomo, junto con electrodos de medida de acero inoxidable para la medida de resistividad. Sin embargo, este tipo de sensores se han diseñado para ser instalados directamente sobre la superficie del hormigón.

20 Recientemente otros autores, han publicado el diseño de un multisensor embebido compacto y capaz de medir diferentes parámetros en un mismo sensor. En este tipo de sensor se destaca un medidor de resistividad tipo Wenner, de tamaño reducido. La presente invención por tanto propone un nuevo sensor embebido en hormigón, basado en el método directo de la resistividad consistente en dos electrodos separados por

25 una determinada distancia entre ambos, a diferencia de los cuatro empleados en el método Wenner.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

30 La presente invención se refiere a un sensor de resistividad eléctrica integrado en estructuras de hormigón, que ha sido concebido para la medida de la corrosión y velocidad de corrosión de armaduras. El sensor, constituye un dispositivo el cual es unido a la armadura y posteriormente integrado en la estructura de hormigón, tras el proceso de hormigonado. El sensor unido a la armadura de acero queda integrado y

35 fijado en la estructura tras el fraguado del hormigón. Este tipo de sensor permite

realizar el diagnóstico del estado de la corrosión del acero en la estructura de hormigón a tiempo cero y durante la vida de la misma, constituyendo un método no destructivo, con el que se consigue una gran precisión y exactitud en la medición.

- 5 El sensor está formado por dos electrodos similares, formados por discos superpuestos de diferente material. Ambos electrodos están fabricados por dos discos de acero inoxidable, los cuales se disponen alternativamente entre discos de un material de naturaleza aislante, de diámetro idéntico a los discos de acero, cuya función, es la favorecer el aislamiento eléctrico entre dos discos de acero
- 10 pertenecientes a un mismo electrodo. En situación de trabajo, ambos electrodos se disponen paralelamente en un soporte horizontal unidos al mismo por su base y separados ambos entre sí por una distancia conocida.

- La ventaja que presenta este tipo de sensor, es que al estar integrado en la estructura de hormigón se asegura el contacto completo de los discos de acero ya que están
- 15 completamente rodeados por una capa de hormigón alrededor y entre los dos electrodos, a una distancia de separación de 5-8 cm.

- La disposición y espesor de cada uno de los discos que conforman el sensor, hace
- 20 que los discos de acero se encuentre a diferentes alturas; esto permite obtener valores simultáneos de resistividad en función de la profundidad del hormigón. Sin embargo, para obtener un control de la resistividad en función de la profundidad real de la medida, es necesario conocer la profundidad a la que ambos electrodos se introducen paralelamente con respecto a la superficie del hormigón. Esto permite evitar desfases
- 25 de altura entre la posición de cada disco de acero respecto al recubrimiento del hormigón y la armadura de acero de la estructura.

- Los datos de corriente de paso entre ambos electrodos, así como la diferencia de potencial establecida entre ambos pueden recogerse a través de un sistema de control
- 30 digital y de adquisición de datos convencional. Por las características descritas, este tipo de sensor presenta la ventaja de poder recopilar datos de la estructura en estudio, en cualquier momento y lugar, sin necesidad de que sea in situ.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1. Muestra una vista general y esquemática en perspectiva de un electrodo del sensor tal y como se recoge en la descripción y que se emplea en el método de medida de la resistividad de estructuras de hormigón. Asimismo la misma figura muestra las medidas de cada una de las piezas que lo componen para su fabricación

La figura 2. Muestra una representación esquemática de la sección lateral en perspectiva del mismo electrodo del sensor, en la que puede verse en detalle, la disposición de cada uno de los componentes y conexiones eléctricas necesarias que lo conforman.

La figura 3. Muestra un alzado lateral exterior de un electrodo en el que se muestra la disposición del material empleado para la unión de los diferentes componentes del mismo.

La figura 4. Muestra en perspectiva el sensor completo en situación de trabajo, es decir, con los electrodos debidamente adaptados a la estructura de hormigón en análisis y conectados a la fuente de potencial, que genera el campo eléctrico necesario, y el aparato de medida sobre el que se recogen las medidas realizadas

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

- (1) Discos de acero
- (2) Discos de material polimérico aislante
- (3) Conexiones eléctricas
- (4) Orificio central
- (5) Toma de tierra
- (6) Sistema de unión entre discos

- (7) Soporte rectangular para fijación de los electrodos
- (8) Fuente de alimentación
- (9) Dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente
- (10) Punto de soldadura en la armadura
- 5 (11) Armadura de acero del hormigón

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

10 Para lograr una mayor comprensión de la invención a continuación se va a describir el procedimiento de fabricación según la siguiente realización:

El sensor de resistividad descrito en la presente invención, está formado por dos electrodos idénticos por lo que ambos deben fabricarse siguiendo el mismo procedimiento. La fabricación del electrodo se lleva a cabo mediante el ensamblado de
15 los discos de acero (1) de 3 cm de diámetro y 0.5 cm de espesor, y los discos de material polimérico aislante (2) rígido de igual diámetro a los de aceros y 1 cm de espesor.

Cada disco dispone de un orificio central (4) a través del cual se establecen diferentes conexiones eléctricas (3) con cada disco de acero (1); ya sea mediante soldadura de
20 estaño u otro tipo de unión adecuada. Dichas conexiones deben asegurar la correcta aplicación del campo eléctrico entre ambos electrodos y el adecuado registro de las lecturas de la intensidad de corriente y la diferencia de potencial desde el sensor al dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente (9), tras la aplicación del
25 campo eléctrico con la fuente de alimentación (8). Al mismo tiempo cada electrodo dispondrá de una toma de tierra (5) que va unida directamente a la armadura de acero del hormigón (11) antes de la puesta en marcha de la fuente de alimentación (8). Para el ensamblado y fijación de de las piezas del electrodo se usará un sistema de unión entre discos (6) mediante rosca o adhesivo.

30 Finalmente, los electrodos que configuran el sensor deberán fijarse a un soporte rectangular para fijación de los electrodos (7) separados entre sí a una distancia de 8 cm, contando desde el centro de cada electrodo. El soporte debe estar fabricado de un material que no presente fenómenos de conductividad eléctrica, y químicamente estable para no degradarse en el interior del hormigón, es decir, debe ser resistente a
35

un pH básico entre 12.5-14.0, aproximadamente. Como sugerencia de material para el soporte de ambos electrodos puede usarse metacrilato de 1.0-1.5 cm de espesor.

La configuración de las conexiones necesarias para llevar a cabo el procedimiento de medida de resistividad será el siguiente: los cables conectados a cada disco de cada electrodo, se conectará al polo positivo de la fuente de alimentación (8). La toma de tierra (5) del mismo electrodo, deberá conectarse al polo negativo de la fuente de alimentación (8). La toma de tierra (5) del otro electrodo se conectará simultáneamente mediante un punto de soldadura en la armadura (10) y al dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente (9) en su polo negativo; este sistema de medida puede ser un polímetro o similar. Las conexiones a los discos se conectarán al polo positivo del polímetro. Con el fin de que el sistema de conexiones descrito constituya un dieléctrico que permita establecer un campo eléctrico entre los dos electrodos del sensor, las tomas de tierra (5) unidas a la fuente de alimentación (8) y el polímetro, se fijarán en un único punto de soldadura en la armadura (10); lo que servirá como punto de control o electrodo de referencia.

La presente invención se refiere a un electrodo fabricado sólo con dos discos de acero (1) y tres discos de material polimérico aislante (2). Sin embargo, se pueden añadir tantos discos de acero como se prefiera. Un mayor número de discos permitirá obtener valores de resistividad en un mayor rango de profundidad del hormigón.

REIVINDICACIONES

1. Sensor de resistividad eléctrica integrado en estructuras de hormigón para la medida de la corrosión del acero, caracterizado por estar unido a la armadura de acero del hormigón (11) mediante un punto de soldadura en la armadura (10) y embebido dentro del hormigón tras el hormigonado, que consta de una fuente de alimentación (8) y un dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente (9); dicho sensor de resistividad está formado por dos electrodos cilíndricos fabricados por discos de acero (1) y discos de material polimérico aislante (2), que se disponen alternativamente en capas fijadas por un sistema de unión entre discos (6) mediante rosca o adhesivo y montado sobre un soporte rectangular para fijación de los electrodos (7) con una distancia establecida entre electrodos de 5 cm.
2. El sensor de resistividad eléctrica, según reivindicación 1, se caracteriza porque los electrodos disponen de un orificio central (4) a través del cual se establecen las conexiones eléctricas entre cada disco del material conductor de los electrodos con una fuente de alimentación (8), el dispositivo de medida de voltaje e intensidad de corriente (9) y la armadura de acero del hormigón (11), que permiten establecer un campo eléctrico entre los dos electrodos del sensor.
3. El sensor de resistividad eléctrica, según reivindicación 1, se caracteriza por tener una fuente de alimentación (8) que genera un campo eléctrico alterno de 172 Hz entre los discos de acero (1), situados a la misma profundidad.

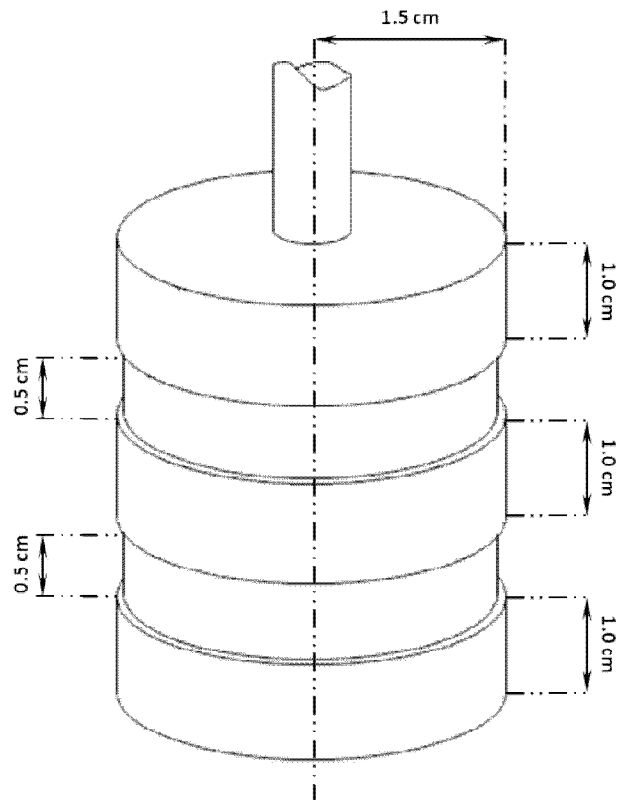


Figura.1

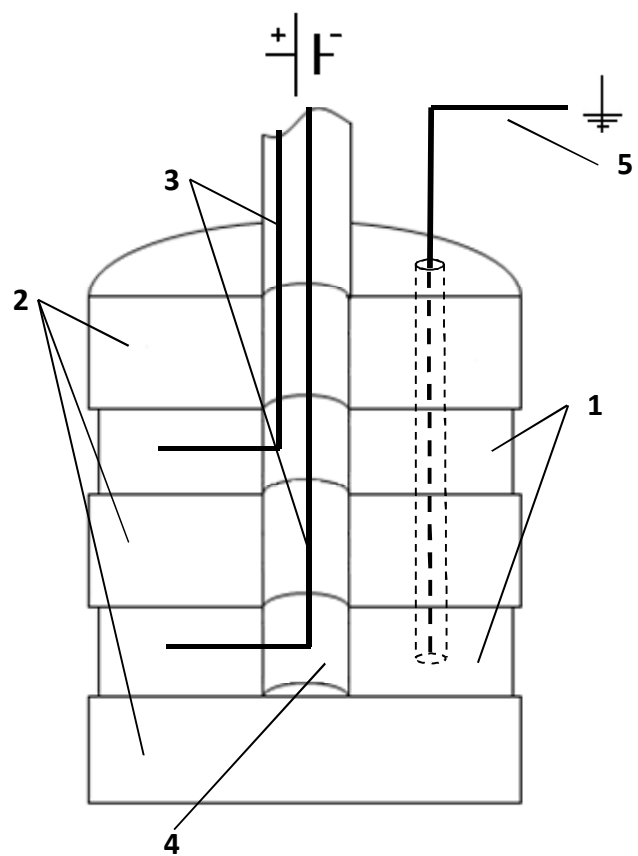


Figura. 2

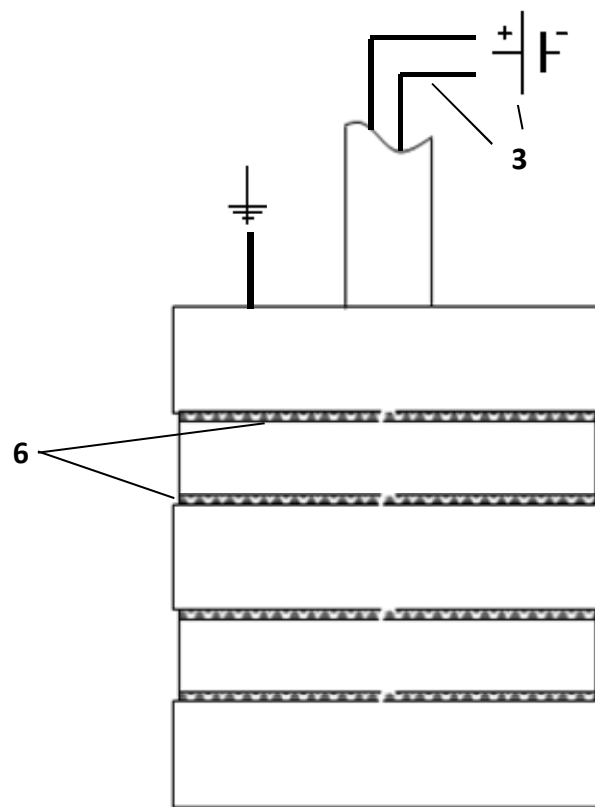


Figura.3

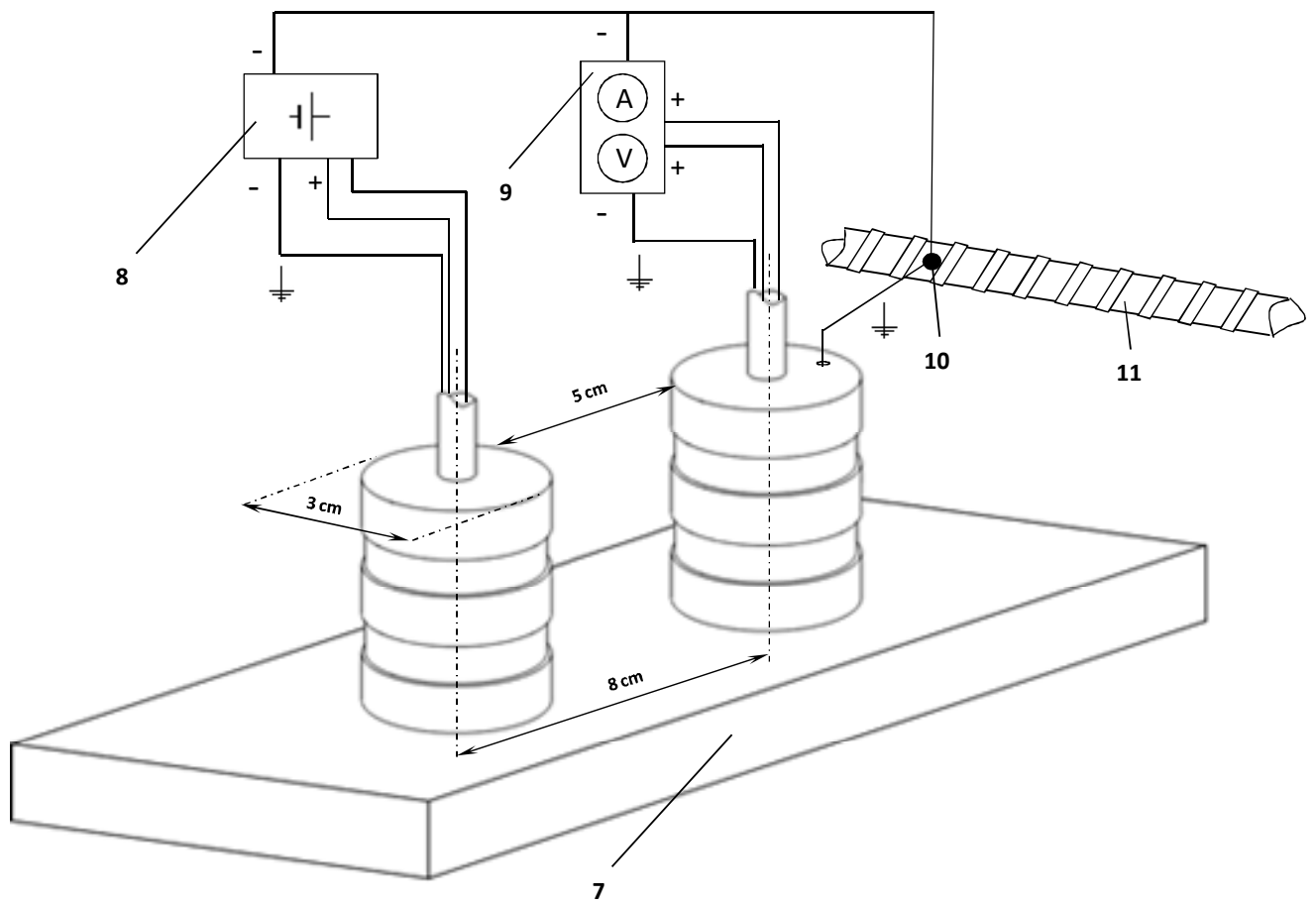


Figura. 4



- ②① N.º solicitud: 201530811
②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.06.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N17/04** (2006.01)
G01N27/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2015153399 A1 (MIYAZAWA TAKAO et al.) 04/06/2015, párrafos [0009] - [0011], [0033] - [0040], [0050] - [0082], [0113] - [0116], [0137] - [0219]; figuras 1 - 15.	1-3
A	WO 2013189877 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 27/12/2013, página 6, línea 4 - página 7, línea 26; página 18, línea 1 - página 19, línea 26; Página 27, líneas 6 - 17; figuras 1 - 9.	1-3
A	US 2008136425 A1 (HOLST ALEXANDER et al.) 12/06/2008, Párrafos [0056 - 0086]; figuras 1 - 8.	1-3
A	US 2008190296 A1 (ALAM M KHAIRUL) 14/08/2008, Párrafos [0029] - [0063]; figuras 1 - 12.	1-3
A	US 4861453 A (MATSUOKA KAZUMI et al.) 29/08/1989, Columna 2, líneas 1 - 66; columna 7, línea 1 - columna 12, línea 29; figuras 1 - 11.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
16.11.2016

Examinador
B. Tejedor Miralles

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, bases de datos de texto completo, bases de datos de literatura no patente

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.11.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2015153399 A1 (MIYAZAWA TAKAO et al.)	04.06.2015
D02	WO 2013189877 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE)	27.12.2013
D03	US 2008136425 A1 (HOLST ALEXANDER et al.)	12.06.2008
D04	US 2008190296 A1 (ALAM M KHAIRUL)	14.08.2008
D05	US 4861453 A (MATSUOKA KAZUMI et al.)	29.08.1989

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto definido en la solicitud parece cumplir con los requisitos de patentabilidad según el artículo 4 de la ley de patentes 11/1986.

Reivindicación 1:

El documento D01 se considera como estado de la técnica más próximo al objeto definido en la primera reivindicación.

Dicho documento divulga un sensor de resistividad eléctrica integrado en estructuras de hormigón para la medida de la corrosión del acero caracterizado por estar unido a la armadura y embebido dentro del hormigón que consta de una fuente de alimentación y un dispositivo de medida del voltaje e intensidad de corriente, estando dicho sensor formado por dos electrodos cilíndricos montados sobre un soporte de fijación.

Se diferencia de la primera reivindicación en que los electrodos no están formados por discos de acero y de material polimérico dispuestos de forma alternativa. El efecto técnico que se consigue es aislar eléctricamente los discos de acero pertenecientes a un mismo electrodo. El problema técnico a resolver es como obtener valores de resistividad en profundidad del hormigón.

El documento D02 divulga un tipo de electrodo cilíndrico en el que de forma alternativa se dispone una lámina de material polimérico para observar la influencia termomecánica de la estructura de los efectos mecánicos causados por la corrosión.

Así, no se ha encontrado en el estado de la técnica ningún documento que divulgue un sensor como el descrito en la primera reivindicación. Por lo tanto, la primera reivindicación presentaría novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

Reivindicaciones dependientes:

En ninguno de los documentos citados, que reflejan el estado de la técnica anterior más próximo al objeto de la solicitud, se han encontrado presentes todas las características técnicas que se definen en la reivindicación 1 de la solicitud. Asimismo, se considera que las características diferenciales no parecen derivarse de manera evidente de ninguno de los documentos citados, ni de forma individual ni mediante una combinación evidente entre ellos. Por todo lo anterior, se concluye que la reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes 2 - 3 satisfarían los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.