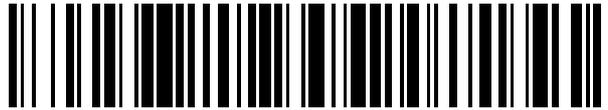


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 833**

21 Número de solicitud: 201631160

51 Int. Cl.:

G01N 29/22 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

06.09.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.03.2018

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
(100.0%)**

**Plaza de la Universidad, 2
02071 ALBACETE ES**

72 Inventor/es:

**GÓMEZ MUÑOZ, Carlos Quiterio;
GARCÍA MÁRQUEZ, Fausto Pedro y
PLIEGO MARUGÁN, Alberto**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA PARA INSPECCIONAR UNA SUPERFICIE MEDIANTE ONDAS GUIADAS**

57 Resumen:

Sistema de inspección de superficies metálicas, o de materiales compuestos, capaz de detectar la existencia de defectos estructurales o elementos perturbadores tales como corrosión, hielo, impurezas, etc. Dos robots con capacidad de desplazamiento permiten la emisión y recepción de datos de manera dinámica sin establecimiento previo de los puntos de medición, consiguen abarcar superficies de grandes dimensiones. Además, con rutinas optimizadas de inspección se puede abarcar grandes áreas en el menor tiempo posible considerando además la posibilidad de operar con un amplio rango de frecuencias de excitación a fin de adaptarse a diferentes espesores y materiales. Consigue la reducción tanto de costes de mantenimiento como de riesgos de daños materiales o personales, facilitando las inspecciones en áreas de difícil acceso y mejorando la calidad respecto a las inspecciones que se llevan a cabo mediante sistemas convencionales.

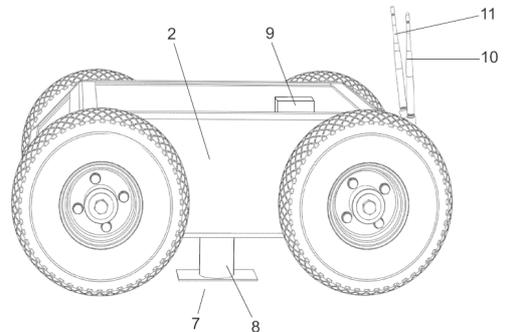


Fig. 1

**SISTEMA PARA INSPECCIONAR UNA SUPERFICIE MEDIANTE ONDAS
GUIADAS**

DESCRIPCIÓN

5

Campo técnico de la invención

La invención pertenece al campo de los sistemas de análisis estructural mediante ensayos no destructivos, más concretamente se refiere a un sistema controlado a distancia capaz de realizar mediciones de manera dinámica
10 mediante el empleo de transductores piezoeléctricos, capaces de identificar perturbaciones causadas por agentes internos o externos en distintas estructuras mediante la aplicación de ondas guiadas.

Antecedentes de la invención

15 En la actualidad existen un gran número de dispositivos y elementos estructurales que requieren de diferentes tipos de inspecciones para garantizar la seguridad, fiabilidad y disponibilidad de los mismos a lo largo de su vida útil. En algunos casos, las inspecciones permiten llevar a cabo labores de mantenimiento preventivo, mientras que en otros se emplean como herramientas
20 de diagnóstico. Dichas inspecciones permiten evaluar el estado de un determinado componente, dispositivo o equipo a través de diversas técnicas. El hecho de prevenir posibles fallos, o diagnosticar a tiempo problemas de salud estructural, conlleva generalmente un ahorro económico, una mejora de la seguridad y disponibilidad y, según el campo de aplicación, la disminución de
25 riesgos de diferente magnitud que puedan traducirse en daños materiales y para las personas y/o el medioambiente.

Estas inspecciones son de gran utilidad en campos como la aeronáutica, la energía eólica, la energía fotovoltaica o termo-solar, y en otros muchos ámbitos de la industria. En estos campos es frecuente la existencia de elementos a
30 inspeccionar de difícil acceso para los recursos humanos o equipos de medida, lo cual puede derivar en dos consecuencias negativas: la pérdida de calidad de

la inspección y el aumento sustancial de los costes de la misma.

La existencia, por ejemplo, de grietas en las estructuras, corrosión, impurezas, hielo u otros elementos, pueden producir perturbaciones en el correcto funcionamiento de los dispositivos o estructuras. Por ejemplo: la acumulación de hielo en las palas de un aerogenerador puede originar una pérdida de rendimiento en el mismo y constituye un posible agente de riesgo; la corrosión en las tuberías de los sistemas termosolares aumenta también las pérdidas de rendimiento y el riesgo de aparición de grietas que pueden ocasionar filtraciones; la suciedad en paneles fotovoltaicos conlleva una pérdida en la absorción energética que lleva asociada una reducción drástica del rendimiento.

Para la detección de los mencionados elementos perturbadores existen multitud de patentes relacionadas con la aplicación de ondas guiadas para la inspección del estado estructural de distintos materiales. Entre dichas patentes caben destacar, por la similitud con la presente, en lo que a la detección de hielo se refiere, US2775679, CN101201413, US6425286, US5191791, US5296853. Para la detección de corrosión en los materiales se recogen algunas técnicas en los siguientes documentos EP2265677, US201100242788, US5526689, US20150053009. Por otro lado, la detección de agentes contaminantes de la superficie o impurezas se puede realizar, entre otros, mediante sistemas recogidos en US7312454, US7126123, US5822054. Si el objetivo es la detección de grietas u otros defectos estructurales, dicha detección se puede hacer, por ejemplo, mediante el empleo de técnicas y sistemas recogidos en los documentos WO2011071241, US7312454, US20030030002.

En general, los sistemas y técnicas que se recogen en las patentes citadas en el párrafo anterior tienen como objetivo la detección y localización de elementos perturbadores específicos, bien sea corrosión, hielo, contaminación superficial, defectos estructurales, etc. Sin embargo, el sistema propuesto en este documento está enfocada a la detección, localización y determinación de todos ellos, lo cual se hace posible gracias a dos características: la versatilidad de la técnica a emplear y el modo de ejecución de la misma, que, aplicados conjuntamente, suponen un valor diferencial con respecto a otros sistemas similares. Esto hace que la presente propuesta sea innovadora respecto a las

mencionadas.

El sistema que se presenta en la presente patente consiste en la emisión y recepción de ondas guiadas. Esta técnica es utilizada frecuentemente en algunos de los documentos ya indicados y, además, se usa también como técnica de base en sistemas definidos en las siguientes patentes: US6799466B2, US6079273A US6367328B1, US7798000B1, US20080127732A1, US8285495B2, US3063290. En dichas patentes, la aplicación de esta técnica está restringida a la determinación de elementos perturbadores concretos, por lo que la existencia de un elemento perturbador no considerado puede pasar inadvertida, con el consiguiente riesgo que dicha presencia podría acarrear. En el sistema definido en el presente documento se aborda como novedad este problema, al considerar un análisis general de la posible coexistencia de varios elementos de este tipo. A pesar de la versatilidad de esta técnica, por su capacidad de detectar diferentes tipos de elementos perturbadores, cabe mencionar que su aplicación está limitada, en función del material y de la frecuencia máxima de excitación del transductor, a la inspección de materiales que no superen varios centímetros de espesor.

Por otro lado, el modo en que habitualmente se generan las ondas guiadas conlleva la emisión y recepción de las mismas de manera estática, es decir, las emisiones y recepciones de ondas se realizan desde puntos fijos y preestablecidos. Esto imposibilita en algunos casos la inspección en superficies de difícil acceso, así como la posibilidad de analizar grandes superficies.

Ventajosamente, la presente propuesta puede implementarse en robots similares a los recogidos en los siguientes documentos: ES1050311, US6276478, US4971591, US8978792, US20080017433. La presente propuesta puede implementar un transductor piezoeléctrico similar al descrito en EP1983584A2.

Breve descripción de la invención

La invención conforma un sistema totalmente flexible y dinámico para la inspección de salud estructural y la detección de elementos perturbadores superficiales. Los elementos a examinar se restringen a piezas de escaso

espesor (placas, tuberías, láminas, etc.) cuyos materiales pueden ser de distinta naturaleza, bien isotrópicos, entre los que se encuentran principalmente los metales, o bien anisotrópicos, de los cuales cabe destacar los materiales compuestos. Este sistema de inspección está formado por dos robots de tipo
5 trepador capaces de desplazarse por superficies dispuestas en cualquier inclinación. En ocasiones, en función de la clase de estructura a analizar, el sistema hará uso de distintos tipos de robots. Estos robots están especializados en el desplazamiento por diferentes estructuras, tales como estructuras tubulares, curvas, planas, etc.

10 Cada robot tendrá una función, bien de emisor o bien de receptor, por lo que en cada uno de ellos se acoplará un sistema de emisión y/o recepción de ondas guiadas. El sistema a acoplar en cada uno de los robots estará formado por:

- Un transductor piezoeléctrico interdigitado, por ejemplo, uno de tipo de macro-fibra, que es capaz de emitir ultrasonidos a partir de una excitación
15 eléctrica (modo emisor) y, de forma inversa, es capaz de convertir vibraciones ultrasónicas en señales eléctricas (modo receptor);
- Un módulo mecánico a presión que será empleado para la sujeción del sensor piezoeléctrico en la superficie a inspeccionar;
- Dos módulos de comunicación inalámbrica o por cable, uno de ellos
20 capaz de transmitir y recibir datos desde una estación de control, y el otro capaz de comunicarse con el otro robot;
- El robot que actúe como receptor de la onda guiada poseerá además una unidad interna para el procesamiento de señal, que permitirá generar alarmas de manera automática cuando se detecte algún elemento
25 perturbador, gracias a esta unidad el envío de datos a la estación de control no es necesariamente continuo, ya que únicamente será necesario dicha transmisión de datos cuando se produzcan situaciones en las que no resultan claras las conclusiones de la información recibida por el robot;
- Cada uno de los robots podrá ser equipado con una cámara de video con
30 el fin de detectar anomalías visibles en la superficie del elemento a inspeccionar.
- El sistema contaría adicionalmente con una estación de control en la que se generan las condiciones de emisión de las ondas, tales como

frecuencias de excitación, número de ciclos en los pulsos ultrasónicos, etc. En esta estación además se controlan los itinerarios seguidos por ambos robots, las rutinas de generación y recepción de ondas, el envío de datos procedentes de los robots, las condiciones climatológicas que garantizan la seguridad del sistema, etc.

En resumen, se pueden destacar en el sistema aquí presentado las siguientes ventajas y mejoras sustanciales respecto de los sistemas similares ya existentes:

- El dispositivo destaca por la versatilidad en la ejecución de las mediciones pudiéndose adaptar a diferentes tipos de materiales y estructuras, y de diversas formas tales como placas, tubos, etc.
- El sistema es capaz de detectar y localizar diferentes tipos de defectos estructurales tales como defectos internos, grietas, corrosión, delaminación, etc.
- El equipo cuenta con una gran flexibilidad en la regulación de los parámetros de generación de las ondas guiadas en función del material a inspeccionar tales como frecuencia de excitación, número de ciclos, etc.
- El sistema es capaz de detectar elementos perturbadores ubicados en las superficies, tales como hielo o suciedad.
- El dispositivo es capaz de enviar las ondas ultrasónicas desde un punto en cualquier dirección de la superficie.
- Se trata de un sistema dinámico en el que áreas de grandes dimensiones pueden ser inspeccionadas de manera automática.
- Se requieren pocos conocimientos técnicos para su empleo, dado que el procesamiento de señal se realiza de manera implícita dentro de los robots y que las rutinas de inspección estarían predefinidas.
- El análisis de las señales registradas en el interior del robot receptor permite reducir el coste computacional en la evaluación de los datos desde el centro de mando.
- Se trata de un sistema compacto con gran facilidad para ser transportado.
- El precio de los transductores no es elevado.
- Admite la adaptación de cámaras para la inspección visual.

Breve descripción de las figuras

Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto, se acompañan algunas figuras en las que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización. Dichas figuras se detallan en la
5 sección “descripción detallada de la invención”.

En la FIG. 1 se muestra un esquema general de los diferentes elementos que componen el sistema de inspección.

En la FIG. 2 se muestra una vista de perfil de uno de los robots trepadores que compondrían el sistema. En esta figura se presenta el detalle de los elementos
10 que se incorporan en el robot.

La FIG. 3 muestra de manera esquemática el proceso de emisión y recepción de ondas guiadas. Se muestra cómo la onda ultrasónica atraviesa el medio material desde un transductor emisor hasta un receptor.

La FIG. 4 muestra un ejemplo de las rutinas de medición que se programarían en
15 los robots con el objetivo de optimizar el tiempo necesario para inspeccionar un área determinada. Se muestra a modo de ejemplo el recorrido a seguir por los robots del sistema.

Descripción detallada de la invención

20 La presente realización hace referencia a un sistema como el que se muestra de manera esquemática en la FIG. 1, donde se señalan las partes más destacables. A modo de ejemplo, se muestra en la FIG. 2 la aplicación del sistema sobre una pala de aerogenerador **5** que presenta un defecto en su estructura **6**. Se puede observar que la superficie de dicha pala es recorrida e inspeccionada por la
25 acción de dos robots trepadores, uno de ellos el robot emisor **1** con el cometido de emitir las ondas guiadas y el otro robot receptor **2** encargado de recibir las mismas. Estos robots están equipados con sendos módulos de comunicación inalámbricas **3** las cuales permitirán establecer comunicación entre ellos y con una estación de control **4** desde donde se programan y se controlan los
30 parámetros de la inspección.

Como se ha especificado anteriormente, el tipo de robot a emplear puede variar en función de la forma de la estructura a inspeccionar, pudiéndose tratar de estructuras tubulares o planas, y en función de la inclinación de la misma. Como se muestra en la FIG. 2, el robot receptor **2** estará equipado por un dispositivo mecánico de presión **8** que ejerce fuerza sobre la superficie a analizar, y en cuyo extremo se ubica un transductor piezoeléctrico del tipo compuesto de macro-fibra **7**, que corresponde a un sensor de bajo coste y gran flexibilidad en las frecuencias de emisión y recepción. El robot, a su vez, está equipado con un módulo registrador y procesador de señales **9**, diseñado para generar alarmas que serán transmitidas a la estación de control al identificarse patrones determinados que puedan corresponderse a defectos o elementos perturbadores. Además, la unidad de comunicación de cada robot contará con dos módulos de comunicación inalámbricos **10** y **11** que permitirán la transmisión de información desde el robot a la estación de control, así como el envío de información entre ambos robots, respectivamente. El primer módulo de comunicación **10** permite el envío a la estación de control de los datos recogidos en las mediciones. El segundo módulo de comunicación **11** se encarga de medir de forma precisa las posiciones relativas entre los dos robots con el fin de determinar parámetros como la distancia entre ellos, lo cual resulta de gran relevancia a la hora de analizar las ondas guiadas recibidas.

De manera más precisa, la FIG. 3 muestra cómo se realiza el proceso de emisión y recepción de ondas guiadas por parte de los robots. En primer lugar, se posiciona el robot emisor **1** en la ubicación definida por la estación de control **4** y, entonces, se activa el módulo de colocación **8**, que en esta realización es de tipo mecánico a presión, para colocar el transductor emisor **12** sobre la superficie **6**. Una vez se ha posicionado el robot emisor **1**, se procede al posicionamiento del transductor receptor **14**. Cuando ambos transductores **12**, **14** se han posicionado correctamente sobre la superficie se procede a la emisión de la onda guiada **13**, la cual se transmitirá a través del material y portará información útil sobre el estado del mismo.

Por último, se considera la implementación de rutinas de medición que minimicen el tiempo de duración de la inspección y el recorrido de los robots, según el tipo de estructura a analizar.

La FIG. 4 muestra, a modo de ejemplo, como se automatizaría el recorrido y los puntos de posicionamiento de los robots en una estructura laminar de forma rectangular. Se define los itinerarios seguido por el robot emisor **1** y el robot receptor **2**. Como se puede observar, el robot que más distancia recorre es el receptor **2** puesto que a la hora del procesado de la señal es recomendable en muchos casos poder comparar señales que se han emitido desde un mismo punto, con el objetivo de realizar reconocimiento de cambios en los patrones característicos de las ondas.

Referencias numéricas:

- 10 1 Robot emisor.
- 2 Robot receptor.
- 3 Unidad de comunicación inalámbrica.
- 4 Estación de control.
- 5 Pala de aerogenerador.
- 15 6 Superficie a inspeccionar.
- 7 Lámina de macro-fibra.
- 8 Módulo de colocación mecánico a presión.
- 9 Unidad de procesamiento de señal.
- 10 Módulo de comunicación con estación de control.
- 20 11 Módulo de comunicación entre robots.
- 12 Transductor emisor.
- 13 Onda guiada.
- 14 Transductor receptor.

REIVINDICACIONES

5 **1.** Sistema para inspeccionar una superficie (6) mediante ondas guiadas (13) caracterizado por que comprende una estación de control (4), un robot emisor (1) y un robot receptor (2), donde cada robot (1,2) comprende:

- una unidad de comunicación (3) configurada para comunicar entre robots y con la estación de control (4);

10 - un transductor piezo-eléctrico (12,14) configurado para transformar señales ultrasónicas en señales eléctricas y viceversa, donde dichas señales ultrasónicas son ondas guiadas de manera multidireccional (13) a través de la superficie (6) a inspeccionar;

15 - una unidad de procesamiento de señal (9) configurada para detectar anomalías en función de una comparación entre la señal ultrasónica enviada por el robot emisor (1) con la señal ultrasónica recibida por el robot receptor (2).

2. Sistema para inspeccionar una superficie según la reivindicación 1, caracterizado por que el transductor piezo-eléctrico (12,14) comprende una lámina de macro-fibra (7).

20

3. Sistema para inspeccionar una superficie según la reivindicación 2, caracterizado por que dicho transductor (12,14) comprende un módulo de colocación mecánico a presión (8) acoplado a la lámina de macro-fibra (7) para inspeccionar la superficie (6)

25

4. Sistema para inspeccionar una superficie según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, caracterizado por que el robot receptor (2) comprende además una cámara de vídeo.

5. Sistema para inspeccionar una superficie según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizado por que la unidad de comunicación (3) es inalámbrica.

5 **6.** Sistema para inspeccionar una superficie según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, caracterizado por que el robot (1,2) está configurado para generar una alarma automatizada en caso anomalías.

10 **7.** Sistema para inspeccionar una superficie según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizado por que el robot (1,2) es trepador

8. Sistema para inspeccionar una superficie según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizado por que la estación de control (4) está configurada para establecer rutinas y algoritmos de inspección que los
15 robots (1,2) se encargan de ejecutar de manera automática.

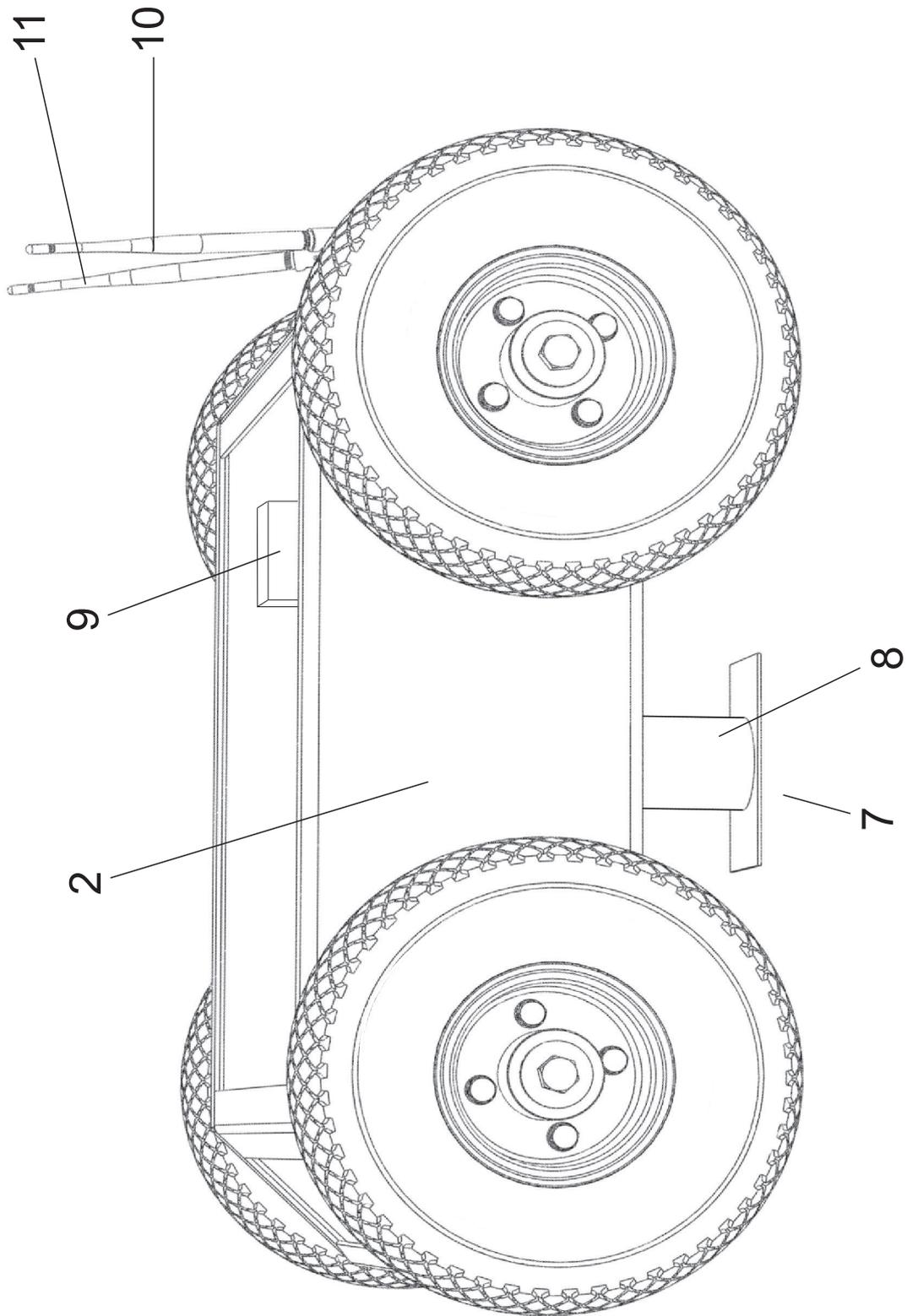


Fig. 1

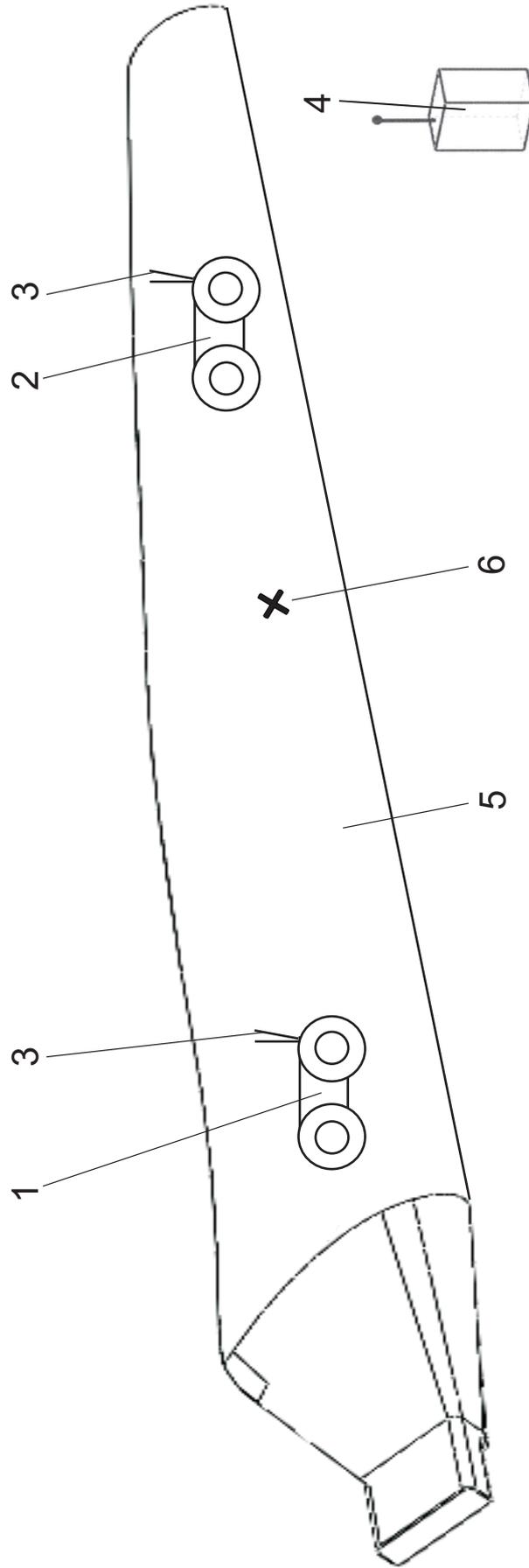


Fig. 2

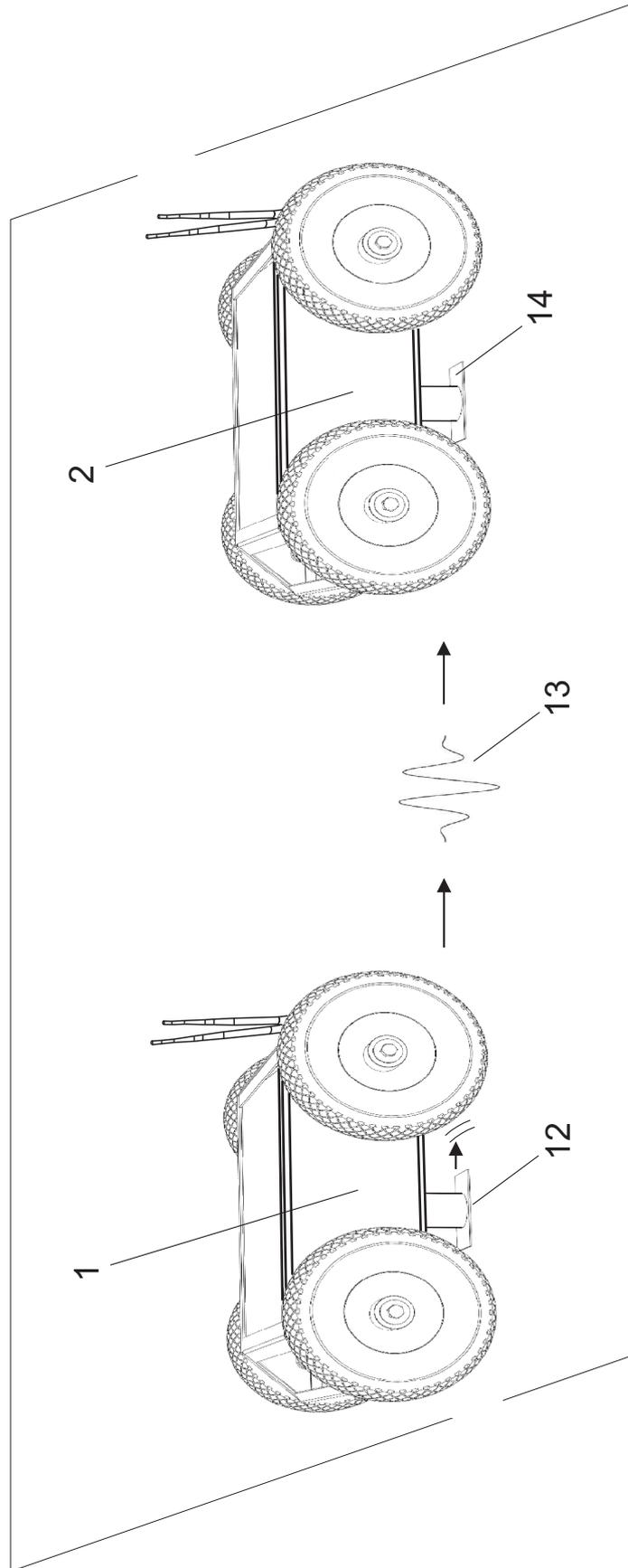


Fig. 3

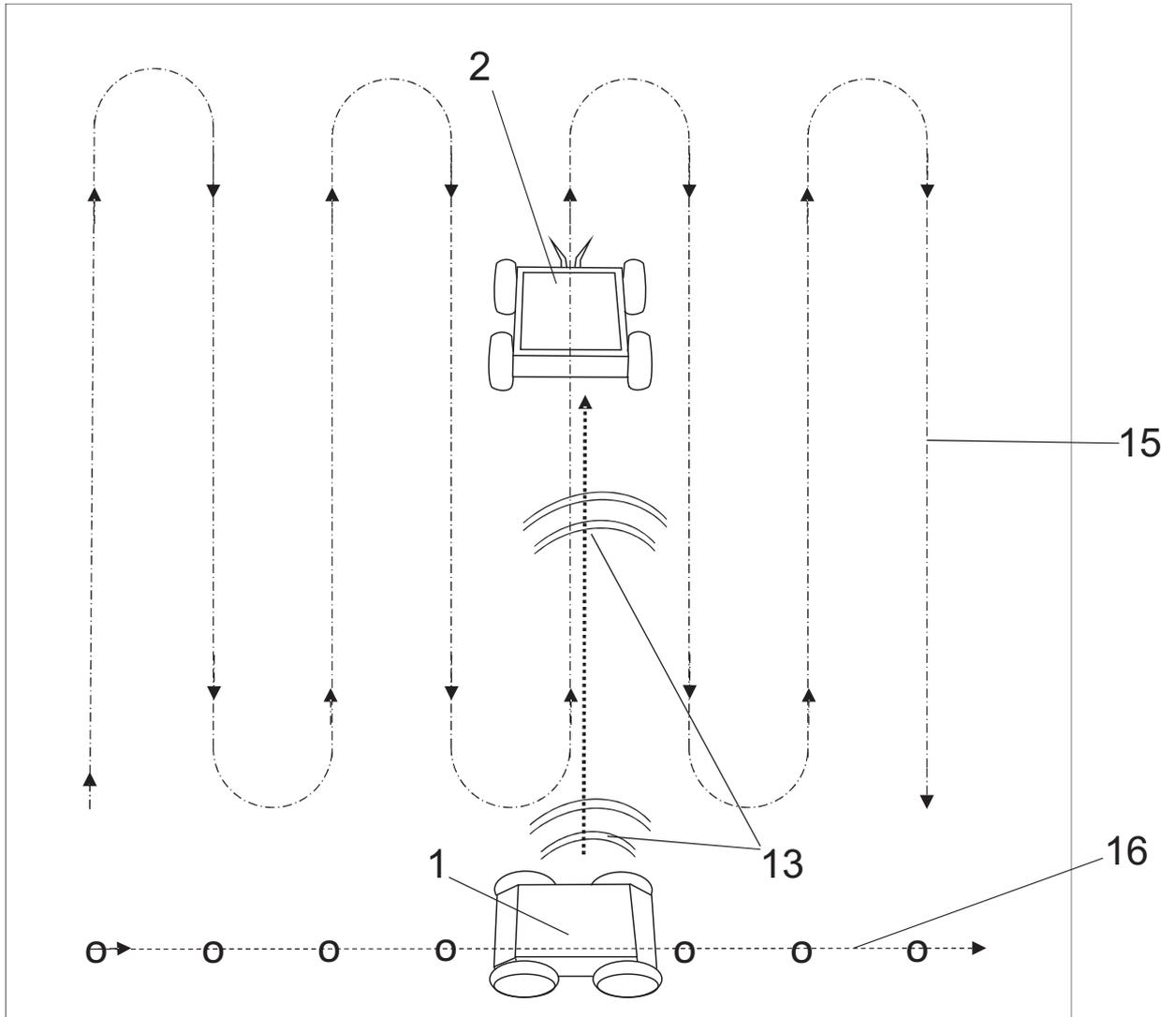


Fig. 4



- ②① N.º solicitud: 201631160
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.09.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N29/22** (2006.01)
G01N29/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	(DOBIE et al.) "A noncontact ultrasonic platform for structural inspection", IEEE Sensors Journal, Vol. 11, Nº 10, páginas 2458 – 2468. Apartados I-III, V; resumen. 01/10/2011 ISSN 1530-437X DOI:10.1109/JSEN.2011.2138131	1-8
X A	GB 2169102 A (BCIRA) 02/07/1986, página 1, líneas 80 - 99; página 1, línea 124 - página 2, línea 7; página 2, líneas 31 - 119; figuras	1,5,6,8 3
A	US 2015177194 A1 (XU et al.) 25/06/2015, párrafos [6, 11, 12, 16-19]	1-8
A	US 2002134161 A1 (CHINN) 26/09/2002, párrafos [22, 27-31]	1
A	CN 103395064 A (UNIV WUHAN) 20/11/2013, resumen; figuras 1,2,10-14	1

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
13.10.2017

Examinador
F. J. Olalde Sánchez

Página
1/5

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, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.10.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3,6,8	SI
	Reivindicaciones 1,2,4,5,7	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 3,6,8	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	A noncontact ultrasonic platform for structural inspection	01.10.2011
D02	GB 2169102 A (BCIRA)	02.07.1986

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

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/86 de Patentes se considera, preliminarmente y sin compromiso, que los objetos definidos por las reivindicaciones 1-8 no cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes (LP), y/o de actividad inventiva en el sentido del artículo 8.1 LP, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha Ley. En concreto,

La solicitud incluye una reivindicación independiente que define un sistema para inspeccionar una superficie mediante ondas guiadas (reivindicación 1). La solicitud incluye 7 reivindicaciones dependientes (reivindicaciones 2-8) que definen sistemas adicionales.

Se considera D01 como más cercano en la técnica.

REIVINDICACIÓN INDEPENDIENTE: (R1)

D01 divulgó (apartados I-III; V) un sistema para inspeccionar una superficie mediante ondas guiadas (p.ej. apartados II.B, III.A) que comprende una estación de control (p.ej. figura 1), un robot emisor y un robot receptor (p.ej. figuras 2, 3b), donde cada robot comprende una unidad de comunicación configurada para comunicar entre robots y la estación de control (p.ej. figura 1); un transductor piezoeléctrico configurado para transformar señales ultrasónicas en señales eléctricas y viceversa, donde dichas señales ultrasónicas son ondas guiadas de manera multidireccional a través de la superficie a inspeccionar (p.ej. apartado III; figura 6) y una unidad de procesamiento de señal configurada para detectar anomalías en función de una comparación entre la señal ultrasónica enviada por el robot emisor con la señal ultrasónica recibida por el robot receptor (p.ej. apartados II.A, V.D; figuras 1, 19, 20).

Por tanto, el objeto definido por la reivindicación 1 carece aparentemente de novedad frente a D01 tomado por sí solo.

Adicionalmente D02 divulgó (ver partes relevantes citadas) un sistema para inspeccionar una superficie mediante medidas de atenuación o transmisión de ultrasonidos en posiciones predeterminadas de la superficie que comprende una estación de control un robot emisor y un robot receptor, donde cada robot comprende una unidad de comunicación configurada para comunicar con la estación de control; un transductor piezoeléctrico configurado para transformar señales ultrasónicas en señales eléctricas y viceversa y una unidad de procesamiento de señal configurada para detectar anomalías en función de una comparación entre la señal ultrasónica enviada por el robot emisor con la señal ultrasónica recibida por el robot receptor.

REIVINDICACIONES DEPENDIENTES: (R2-R8)

R2.- D01 divulgó un sistema en el que el transductor piezoeléctrico comprende una lámina de macro-fibra (apartado III.C; figura 6; tabla I), por lo que el objeto definido por la reivindicación 2 carece aparentemente de novedad frente a D01 tomado por sí solo.

R3.- D01 no divulgó explícitamente un transductor piezoeléctrico con un módulo de colocación mecánico a presión acoplado a la lámina de macro-fibra.

El efecto técnico de la diferencia radica en la posibilidad de asegurar el contacto, acoplando el (elemento piezoeléctrico) del transductor a la superficie a inspeccionar. La solución establecida en los términos “módulo de colocación mecánico a presión” resulta obvia para el experto en la materia. Adicionalmente, D02 divulgó un transductor dotado de un módulo de colocación mecánico a presión (página 2, líneas 59-64), por lo que el objeto definido por la reivindicación 3 carece aparentemente de actividad inventiva frente a D01 tomado por sí solo y, en mayor medida, frente a la combinación de las enseñanzas de D02 en cuanto a la colocación a presión del elemento piezoeléctrico en el sistema divulgado en D01.

R4.- D01 divulgó explícitamente un sistema en el que los robots disponen de cámara de video (apartado II.A; figura 1), por lo que el objeto definido por la reivindicación 4 carece aparentemente de novedad frente a D01 tomado por sí solo.

R5.- D01 divulgó explícitamente un sistema en el que la unidad de comunicación es inalámbrica (apartado II.A; figura 1), por lo que el objeto definido por la reivindicación 5 carece aparentemente de novedad frente a D01 tomado por sí solo.

R6.- D01 no divulgó explícitamente un sistema en el que los robots están configurados para generar una alarma en caso de anomalías, lo cual resulta de uso común en cualquier sistema de inspección. Adicionalmente D02 divulgó explícitamente (página 2, líneas 39-41) la generación de alarmas en caso de anomalías, por lo que el objeto definido por la reivindicación 6 carece aparentemente de actividad inventiva frente a D01 tomado por sí solo y, en mayor medida, frente a la combinación de las enseñanzas de D02 y D01.

R7.- D01 divulgó un sistema en el que los robots son trepadores (introducción) por lo que el objeto definido por la reivindicación 7 carece aparentemente de novedad frente a D01 tomado por sí solo.

R8.- D01 no divulgó explícitamente un sistema en el que la estación de control está configurada para establecer rutinas y algoritmos de inspección, limitándose a indicar que el robot se “instruye” para escanear una determinada área (apartado V.D). El establecimiento remoto de rutinas de inspección de robots resulta de uso común en la técnica. Adicionalmente, dicho establecimiento de rutinas/algoritmos, fue divulgado explícitamente en D02 (página 2, líneas 59,60; página 2, líneas 90-95; página 2, líneas 106-119), por lo que el objeto definido por la reivindicación 8 carece aparentemente de actividad inventiva frente a D01 tomado por sí solo y, en mayor medida, frente a la combinación de las enseñanzas de D02 y D01.