(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 551 978**

(21) Número de solicitud: 201430756

(51) Int. CI.:

G01N 29/04 (2006.01)
G01N 29/34 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

22.05.2014

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.11.2015

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)
C/ Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid ES

(72) Inventor/es:

CERVERA BRAVO, Jaime;
AZNAR LÓPEZ, Antonio;
ORTIZ HERRERA, Jesús y
HERNANDO GARCÍA, José Ignacio

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

(54) Título: **Sistema de inspección de soldaduras de pernos conectores mediante su espectro acústico**

(57) Resumen:

Sistema de inspección de soldadura de pernos conectores mediante su espectro acústico.

La invención se basa en la comparación de la frecuencia propia de vibración medida experimentalmente con la frecuencia propia obtenida analíticamente, utilizando para ello una cabeza de impedancia (1) para la medición de la frecuencia de vibración, estando esta cabeza de impedancia conectada a un amplificador de frecuencias aceleraciones-excitador-analizador (4) y complementándose con un ordenador (5) con un software para introducir los datos de los pernos conectores (2) cuya inspección se pretende, estando estos soldados a un perfil metálico (3) que se complementa con unas piezas de madera (6) que comprimen dicho perfil (3) para reducir en la medida de lo posible que la vibración propia del perfil metálico (3), contra el que van soldados los pernos conectores (2), afecte a la medición de la frecuencia propia de vibración del respectivo perno (2) objeto de la inspección.

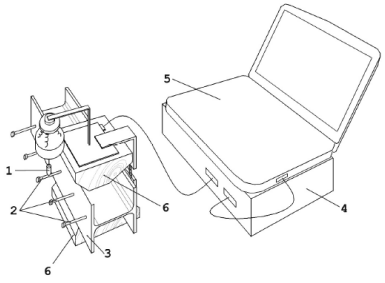

Figura 1

ES 2 551 978 A1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE INSPECCION DE SOLDAURAS DE PERNOS CONECTORES MEDIANTE SU ESPECTRO ACÚSTICO

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un sistema de inspección de soldaduras de pernos conectores mediante su espectro acústico, así como de elementos conectores similares, tales como tornillos o bulones, cuya evidente finalidad es la de conocer la calidad de las soldaduras de los pernos conectores a partir del cálculo y la medición de su frecuencia propia de vibración, y mediante la posterior comparación de ambos valores .

El sistema es aplicable en el sector técnico de la construcción e ingeniería civil, así como en tecnología de materiales y tecnologías aeronaúticas y navales, sin descartar su aplicación en otros campos o sectores.

El objeto de la invención es proporcionar un sistema en base al cual la inspección de las soldaduras de los pernos conectores se realiza de forma rápida, con gran ahorro económico y además basándose en un sistema no destructivo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Aunque existen estudios que muestran la utilización de señales acústicas en la detección de discontinuidades de soldaduras, sin embargo, cuando se trata de sistemas no destructivos, los métodos habituales de inspección resultan inviables o insuficientes para las soldaduras de los pernos conectores.

Concretamente en la actualidad se utilizan distintos métodos no destructivos y procesos para verificar la calidad de las soldaduras, como son una inspección visual, una inspección basada en líquidos penetrantes, una inspección basada en partículas magnéticas, una

inspección por ultrasonidos e inspección radiográfica, entre otros.

Concretamente, la verificación mediante inspección visual, resulta útil pero insuficiente, ya que algunos defectos dependiendo de su gravedad, pueden resultar embebidos en la zona central de la soldadura y no son detectables durante la inspección visual.

Por su parte, la inspección por líquidos penetrantes, aunque resulta altamente eficaz en soldaduras continuas, sin embargo en los pernos conectores resulta inadecuado por detectar únicamente el defecto superficial.

Cuando se trata de inspecciones por partículas magnéticas, aunque resulta ser también una inspección efectiva, esta es valida cuando se trata de piezas cuya geometría es relativamente uniforme y de tamaño moderado, resultado prácticamente inviable en pernos conectores soldados, debido al tamaño y geometría de las piezas utilizadas para la edificación.

Cuando la inspección se realiza por ultrasonidos, aunque también puede considerarse como eficaz en la inspección de soldaduras, sin embargo, cuando se trata de piezas con una geometría compleja o de grandes irregularidades, el método de inspección por ultrasonidos es inviable, debido a que hay zonas de difícil acceso, combinándose las dos situaciones en los perfiles con pernos conectores, por lo que es de difícil aplicación y en algunos casos inviable.

Por último, cuando la inspección se realiza mediante rayos X, este método no es viable en edificaciones debido a las condiciones necesarias para la seguridad frente a la radiación, difícilmente alcanzables en obra, y debido también al alto coste que supone, por lo que la inspección por rayos X está orientada precisamente a otro tipo de ingenierías y no al de la edificación.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El sistema que se preconiza ha sido concebido para resolver la problemática anteriormente

expuesta, permitiendo llevar acabo la inspección de soldaduras de pernos conectores, o lo que es lo mismo, inspeccionar la calidad de las soldaduras del perno conector mediante el cálculo y la medición de su frecuencia propia de vibración.

Básicamente, el sistema comprende un aparato de medición, un dispositivo de aislamiento y un ordenador de cálculo, donde el aparato de medición incluye una cabeza de impedancia conectada a un amplificador de frecuencias y aceleraciones y a un excitador-analizador, destinándose esta parte del sistema a la medición de las frecuencias propias de vibración de los pernos conectores objeto de la inspección, y su función consiste en aplicar un rango de frecuencias/aceleraciones a los pernos para posteriormente cuantificar su frecuencia propia de liberación, medida en Hz con una aproximación de, al menos, dos decimales.

En cuanto al dispositivo de aislamiento, el mismo está formado por unas piezas de madera, preferentemente blanda como puede ser el pino, que comprimen el perfil metálico sobre el que están soldados los pernos conectores, siendo su función la de reducir en la medida de lo posible que la vibración propia del perfil metálico tenga influencia en la medición de la frecuencia propia de vibración del perno objeto de inspección.

Por último, el ordenador de cálculo como tercer componente básico del sistema, dispondrá de un software con una “entrada de datos”, con la que poder introducir el tipo de pernos conectores y sus dimensiones. A partir de las dimensiones introducidas y de las características mecánicas del acero de los pernos, el software de cálculo obtiene analíticamente la frecuencia natural de vibración del perno y la compara con el resultado del aparato de medición referido en primer lugar, con la particularidad de que compara automáticamente ambos valores de frecuencia e indica si la calidad de la soldadura es aceptable o si por el contrario la pieza debe desecharse por ser su soldadura defectuosa.

El sistema, como ya se ha dicho, establece un proceso rápido, económico y no destructivo para la inspección de la soldadura de los pernos conectores.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, una hoja única de planos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura única mostrada en la hoja de planos corresponde a una representación esquemática de los componentes que participan en el sistema de inspección de soldaduras de pernos conectores mediante su espectro acústico, realizado de acuerdo con el objeto de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

Como se puede ver en la figura referida, el sistema de la invención comprende una cabeza de impedancia (1) como aparato de medición de los respectivos pernos conectores (2) fijados sobre un perfil metálico (3), con la especial particularidad de que dicha cabeza de impedancia (1) está conectada a un amplificador de frecuencia sobre aceleraciones (4) en conexión con un ordenador de cálculo (5) y con un amplificador de frecuencias y aceleraciones (4) del que forma parte igualmente un excitador-analizador.

El aparato de medición, que incluye el amplificador (4), está previsto para llevar a cabo la medición de las frecuencias propias de la vibración de los pernos conectores (2) objeto de la invención, previéndose que el perfil metálico (3) sobre el que están soldados los pernos conectores (2) quede comprimido mediante unas piezas de madera (6), con el fin de reducir en la medida de lo posible que la vibración del perfil (3) tenga influencia en al medición de la frecuencia propia de vibración del perno (2) objeto de la inspección.

La inspección de un perno conector se fundamenta en comparar el sonido producido al ser golpeado (debido a su frecuencia natural de vibración) con el sonido que teóricamente debe emitir un perno de iguales características geométricas y mecáncias en el cual su soldadura se encuentra libre de defectos. Mediante el sistema de la invención es posible obtener una exactitud concreta de la inspección, eliminándose la componente humana requerida

necesariamente como “oído fino” del inspector, y corresponde al sonido emitido por el elemento a evaluar tras ser golpeado.

Consecuentemente, mediante el sistema de la invención se suprime la subjetividad del individuo evaluador del sonido, dado que obtiene el valor concreto de la frecuencia, pudiéndose evaluar incluso el grado de defecto de la soldadura.

Además, mediante el sistema de la invención se elimina la limitación del rango audible de frecuencia, por lo que se podría aplicar para la inspección de otras piezas cuya frecuencia natural de vibración se encuentre fuera del rango audible humano.

Por último decir que mediante el sistema de la invención se facilita la inspección en obra, y se sustituye el rudimentario “golpeo” por un pulso-excitador, permitiendo aplicar el mismo rango completo de aceleración en cada perno y registrar su frecuencia de respuesta.

REIVINDICACIONES

1ª.- Sistema de inspección de soldadura de pernos conectores mediante su espectro acústico, , caracterizado porque comprende una aparato de medición basado en una cabeza de impedancia (1) conectada a un amplificador de frecuencias y aceleraciones (4) y a un excitador-analizador, de manera que a través de dicha cabeza de impedancia (1) se establece la medición de la frecuencia propia de duración de los pernos conectores (2) soldados a un perfil metálico (3), el cual se complementa con un dispositivo de aislamiento formado por unas piezas de madera (6) mediante las que se reduce la vibración propia del perfil metálico (3), para que no tenga influencia en la medición de la frecuencia de vibración del perno (2) objeto de inspección, complementándose el sistema con un ordenador de cálculo (5) a través del cual se introducen las dimensiones y características de los pernos conectores (2) objeto de inspección.

2ª.- Sistema de inspección de soldadura de pernos conectores mediante su espectro acústico, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el ordenador de cálculo (5), se complementa con un software de cálculo con entrada de datos para que, a partir de las dimensiones introducidas de los pernos conectores (2) y de las características mecánicas de su acero, se obtenga analíticamente la frecuencia natural de vibración del perno (2) correspondiente y su comparación con el resultado de la medición realizada por la cabeza de impedancia (1).

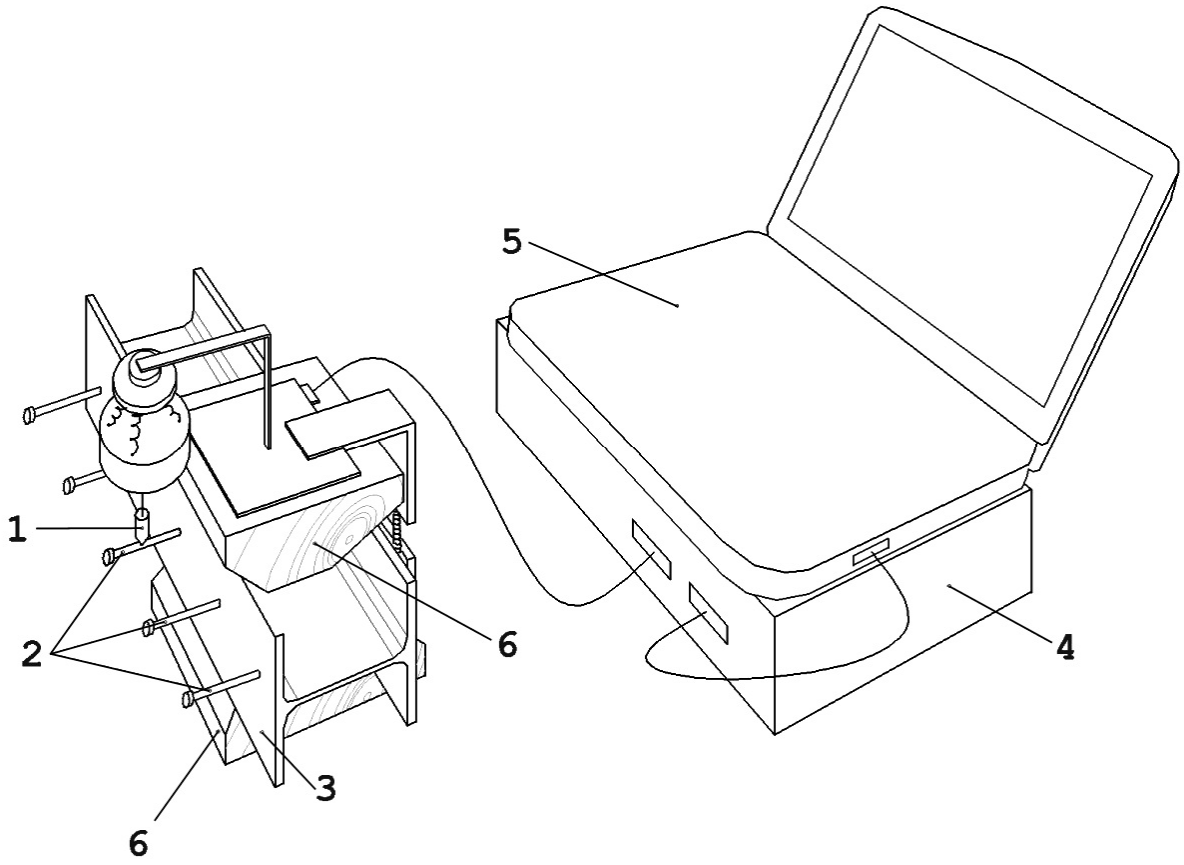

Figura 1

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201430756

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 22.05.2014

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***G01N29/04*** (2006.01)
G01N29/34 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	A. AZNAR et al. "Ensayo no destructivo de soldaduras en pernos conectores mediante inspección acústica". Informes de la Construcción. Vol. 64, 527, 371-380. Julio-Septiembre 2012. ISSN: 0020-0883. e ISSN: 1988-3234. doi:10.3989/ic.11.017.	1-2
A	US 2003154791 A1 (WAGNER JOACHIM et al.) 21.08.2003, párrafos [0002]-[0046]; figuras 1-4.	1-2
A	US 4956999 A (BOHANNAN WILLIAM L et al.) 18.09.1990, columna 1, línea 15 – columna 28, línea 36; figuras 1-13.	1-2
A	N. RAJESH JESUDOSS HYNES el al. "Ultrasonic evaluation of friction stud welded AA 6063/AISI 1030 steel joints". Materials and Design 62 (2014) 118-123. Disponible online 21 Mayo 2014.	1-2

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	**Examinador**	**Página**
10.10.2014	B. Tejedor Miralles	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 literatura no patente, internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 10.10.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1-2	**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1-2	**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. AZNAR et al. "Ensayo no destructivo de soldaduras en pernos conectores mediante inspección acústica".	2012
D02	US 2003154791 A1 (WAGNER JOACHIM et al.)	21.08.2003
D03	US 4956999 A (BOHANNAN WILLIAM L et al.)	18.09.1990
D04	N. RAJESH JESUDOSS HYNES el al. "Ultrasonic evaluation of friction stud welded AA 6063/AISI 1030 steel joints".	21.05.2014

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

Reivindicación 1:

El objeto de la invención recogido en la reivindicación 1 ha sido divulgado idénticamente en el siguiente documento (entre paréntesis las referencias al documento citado).

El documento D01 divulga un sistema de inspección de soldadura de pernos conectores mediante su espectro acústico caracterizado porque comprende un aparato de medición basado en una cabeza de impedancia conectada a un amplificador de frecuencias y aceleraciones y a un excitador-analizador, de manera que a través de dicha cabeza de impedancia se establece la medición de la frecuencia propia de duración de los pernos conectores soldados a un perfil metálico, el cual se complementa con un dispositivo de aislamiento formado por unas piezas de madera mediante las que se reduce la vibración propia del perfil metálico, para que no tenga influencia en la medición de la frecuencia de vibración del perno objeto de inspección, complementándose el sistema con un ordenador de cálculo a través del cual se introducen las dimensiones y características de los pernos conectores objeto de inspección (D01: figuras 5 y 6; páginas 173-176). Así, las características técnicas de la primera reivindicación ya son conocidas del documento D01 y, por lo tanto, dicha reivindicación no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido, según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.

Reivindicación 2:

Las características técnicas de la segunda reivindicación se encuentran igualmente divulgadas en el documento D01. Por lo tanto dicha reivindicación no es nueva según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.