

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 843**

21 Número de solicitud: 200901302

51 Int. Cl.:
G01B 11/04 (2006.01)
B60L 5/24 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **27.05.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **18.04.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
18.04.2012

71 Solicitante/s:
**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ
PLAZA DE SAN DIEGO, S/N
28801 ALCALÁ DE HENARES, Madrid, ES**

72 Inventor/es:
**LUNA VÁZQUEZ, CARLOS y
MAZO QUINTAS, MANUEL**

74 Agente/Representante:
No consta

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO SENSOR PARA MEDIR LA ALTURA Y EL DESCENTRAMIENTO LATERAL DE LOS CABLES DE CONTACTO EN LÍNEAS FÉRREAS.**

57 Resumen:

Procedimiento y dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto (5) que alimentan los trenes de tracción eléctrica. El dispositivo está constituido por dos cámaras de línea (1), un foco de iluminación infrarroja (2), una tarjeta de sincronización (3) y una tarjeta de captura de imágenes (4) conectada a un ordenador que se utiliza como unidad procesamiento y visualización (9). El foco de iluminación infrarroja se utiliza para iluminar la zona (6) donde se ubican los cables de contacto. Las medidas se realizan a partir de las líneas-imágenes capturadas con las cámaras (1) utilizando técnicas de triangulación. El uso de cámaras de línea (1) posibilita realizar medidas con alta precisión a alta velocidad. La tarjeta de sincronización (3) es la encargada de sincronizar el tiempo de captura de las cámaras (1) y el tiempo de encendido del foco de iluminación (2).

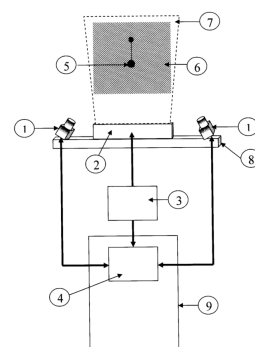


Figura 1

ES 2 378 843 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas.

5 En las infraestructuras de transporte ferroviario de tracción eléctrica, un aspecto importante es garantizar una conexión estable entre la máquina de tracción y el cable de contacto, y conseguir que el contacto entre el cable y el pantógrafo sea uniforme en toda la superficie de éste último. Este aspecto es importante, ya que no deben existir variaciones pronunciadas de la altura del cable de contacto, debido a que éstas provocan falsos contactos y por consiguiente arcos eléctricos, que a su vez generan fisuras tanto en el pantógrafo, como en los cables de contacto. Una altura demasiado baja del cable de contacto puede producir un desgaste excesivo y una disminución en la sección de dicho cable, que al estar sometido a grandes corrientes eléctricas puede producir su rotura. Además, es necesaria la correcta ubicación horizontal del cable de contacto a lo largo del trazado de la vía y con ello lograr que el desgaste de la lámina de contacto del pantógrafo sea uniforme en toda su longitud. Por estas razones, se hace imprescindible detectar las posibles anomalías que se pueden presentar tanto en la altura, como en el descentramiento lateral de dicho cable de contacto con respecto a los raíles a lo largo del trazado de la vía.

15 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

Esta invención tiene su aplicación dentro de la industria dedicada a la fabricación de instrumentos de medidas, específicamente en los sistemas de supervisión y seguridad del sistema de transporte ferroviario de tracción eléctrica

ESTADO DE LA TÉCNICA

20 El sistema ferroviario está cobrando una gran importancia a nivel mundial, debido en gran medida a la incorporación de nuevas tecnologías, que permiten cada día aumentar la capacidad y velocidad de transporte de pasajeros y mercancías, utilizando la energía eléctrica como medio para conseguir la tracción.

25 Por razones de disponibilidad y fiabilidad en este medio de transporte, las empresas operadoras de los servicios ferroviarios están obligadas a desarrollar tecnologías que permitan el incremento de la seguridad y confiabilidad en los transportes ferroviarios. Un aspecto importante, dentro de este objetivo general, es supervisar y controlar los elementos de la infraestructura y los trenes, que puedan afectar las condiciones de seguridad y confiabilidad de las circulaciones.

30 Actualmente existe una amplia variedad de sistemas encaminados a detectar posibles anomalías en la disposición geométrica de los cables de contacto, tanto en tareas de instalación y mantenimiento, como en labores rutinarias de supervisión del estado de dichos cables en una determinada vía o tramo de ésta.

35 Dentro de los sistemas encargados de supervisar la infraestructura ferroviaria, se encuentran los utilizados para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto que alimentan los trenes de tracción eléctricas. Para realizar dichas medidas existen sistemas basados en diferentes tecnologías, entre las que se encuentran: ultrasonidos, infrarrojos, sensores magnéticos, sensores mecánicos y visión por ordenador. Las principales limitaciones que presentan los sistemas de sensado actuales son, la baja velocidad de auscultación, el elevado coste, y la medida imprecisa. Además, para el caso de los sistemas en que los sensores están en contacto físico con los cables, se suman los problemas relacionados con el desgaste de los sensores y los errores que se introducen en las medidas debidos a la tensión mecánica que ejercen los sensores sobre el cable de contacto.

40 En la red nacional de ferrocarriles de España es utilizado un sistema desarrollado por la empresa española Logytel S.L.: el Auscultador Logytel AC 01. En el mismo el sistema sensor va acoplado a un pantógrafo especial que va instalado en el techo de un coche auscultador. Para realizar las medidas de altura se utilizan sensores potenciométricos y para medir el descentramiento lateral se utilizan sensores inductivos de proximidad. Este sistema, destinado a efectuar labores de supervisión del cable de contacto, presenta el inconveniente de que al encontrarse ubicado en un pantógrafo y en contacto físico con el cable, los sensores sufren desgastes y la tensión mecánica que ejerce éste sobre el cable provoca errores en las medidas realizadas. Además, la velocidad de auscultación del sistema es baja (máxima de 100 Km/h), debido fundamentalmente a problemas inerciales.

50 Dentro del grupo de sistemas que para su funcionamiento no requieren tener contacto físico con el cable, se encuentran sistemas desarrollados para dar servicios de mantenimiento y reparación en la vía, los cuales se pueden considerar "portátiles", ya que no van embarcados a bordo de coches auscultadores. Uno de estos sistemas es el Railway Overhead Measurement (ROM), fabricado por SupaRule Systems LTD, que basa su funcionamiento en técnicas de ultrasonidos. El sistema está compuesto por cuatro sensores de ultrasonidos colocados en los extremos de un soporte fijo de acero inoxidable, los cuales emiten a la vez unas secuencias de ondas ultrasónicas, que son reflejadas por los cables donde impactan. A partir de la onda emitida y la reflejada se calculan los tiempos de vuelo de las ondas, se realiza una compensación térmica y un circuito de procesamiento electrónico realiza los cálculos de la altura y el descentramiento de los cables. Este sistema sólo permite almacenar 200 muestras, que pueden ser transferidas a posteriori a un ordenador a través del puerto RS232. La precisión en las medidas tanto de altura como de descentramiento es de ± 1 cm. Un aspecto importante a tener en cuenta son los errores que provocan las

turbulencias en los sistemas de medidas basados en ultrasonidos, aunque el fabricante no hace referencia a dichos errores.

5 Otra alternativa implementada para medir la posición de los cables, es el sistema mecánico-óptico Railway overhead measurement FM3, fabricado por la empresa alemana Feinmess Dresden GMBH. En este sistema la base es una barra que sirve como regla para medir el descentramiento lateral, una vez que el sistema óptico tiene enfocado el cable de contacto. El sistema óptico, formado por un láser de 1 mW de longitud de onda 660 nm y un sensor PSD (Position Sensitive Device), se encarga de realizar las medidas de la altura. Las medidas del descentramiento pueden ser de ± 50 cm, con una precisión de ± 1 cm y la altura se puede medir en un rango de 3.80 m a 6.50 m, con una precisión de ± 3 cm.

10 Los dos sistemas presentados anteriormente, para realizar las medidas son ubicados en la posición adecuada en la vía y trabajan en estático, por lo que la velocidad de muestreo es un parámetro poco importante y es baja en ambos casos. Todo esto hace que sean equipos de bajo coste de fabricación.

15 En el mercado existen otros sistemas que están dedicados básicamente a tareas de supervisión. Éstos deben ir instalados en vehículos (carros auscultadores, coches de pasajeros, locomotoras, etc.) que circulen a la velocidad de los trenes comerciales, para no dificultar el tráfico y poder auscultar tramos grandes en poco tiempo.

20 Entre los sistemas dedicados a labores de supervisión se encuentra el OPTIscan, desarrollado por Korean High Speed Railway Cooperation (KHRC) y British OLE Alliance. Su funcionamiento se basa en un escáner láser instalado en el techo de un coche auscultador, que es el encargado de medir la altura y la posición horizontal del cable de contacto; para ello usan técnicas de triangulación. Las medidas de la posición del cable de contacto las realiza a una altura máxima sobre el techo del tren de 80 cm, lo cual puede provocar que se dejen de supervisar zonas en los pasos a nivel, donde la altura del cable sobre el techo del tren supera los 1, 5 m. El descentramiento lateral máximo es de ± 40 cm. Aunque éste es el valor especificado por norma, existen muchas líneas ferroviarias donde en zonas específicas puede ser de ± 50 cm. La velocidad máxima del vehículo auscultador es de 40 km/h, por lo que no puede ser utilizado en vías con alta densidad de tráfico. La resolución en las medidas tanto de altura como de descentramiento es de ± 1 cm.

30 El centro de desarrollo tecnológico de Asia-Pacífico (APCTT) en la India ha implementado un sistema que está formado por dos emisores láser y una cámara CCD. La cámara está ubicada con cierto ángulo de inclinación respecto a los emisores, para mediante técnicas de triangulación determinar la altura y el descentramiento lateral del cable de contacto. El sistema se ubica dentro del coche auscultador y realiza las medidas a través de una ventana ubicada en el techo del mismo. El uso de dos emisores láser posibilita reducir la velocidad de captura de la cámara a la mitad, pues por cada imagen se realizan dos medidas de posición. La velocidad máxima de trabajo del sistema es de 80 km/h, el descentramiento lateral máximo es de ± 35 cm, con una precisión de ± 1 cm, y la altura se puede medir en un rango de 4.0 m a 6.0 m, con una precisión de ± 2 cm.

35 Otro sistema que no utiliza contacto físico para realizar las medidas es el ROGER OLGEO desarrollado por la empresa italiana MER MEC. La tecnología utilizada es la óptica. La velocidad máxima de auscultación es de 350 km/h. Las muestras las toma cada 5 m, por lo que no realiza una supervisión detallada de la geometría del cable, pudiendo dejar de detectar anomalías fundamentalmente en las medidas de altura.

40 RENFE, en conjunto con investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid, ha desarrollado un sistema para medir el desgaste de los cables de contacto, en el cual se mide el descentramiento lateral y la altura de los mismos. Este sistema se caracteriza porque la iluminación de los cables se realiza con cinco emisores láser, las imágenes de los cables se capturan con un conjunto de cámaras enfocadas hacia un sistema de espejos y un sistema de enfoque basado en servomotores. Todo esto hace que sea un sistema complejo y con un alto coste computacional.

45 De los sistemas de auscultación vistos anteriormente los que mejores prestaciones tienen son los basados en visión artificial, aunque presentan algunas limitaciones, entre las que se encuentran la baja velocidad de auscultación, el elevado coste y la baja precisión en las medidas. Estas limitaciones quedan solventadas al usar cámaras de línea, mucho más rápidas y con mayor resolución espacial que las cámaras matriciales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

50 La presente memoria descriptiva se refiere a un procedimiento y un dispositivo sensor desarrollados para medir, sin contacto físico, el descentramiento lateral y la altura del cable de contacto en líneas férreas. Este procedimiento y dispositivo sensor se caracterizan por conseguir una alta velocidad de auscultación y la realización de las medidas sin necesidad de contacto físico con los cables de contacto.

55 La esencia de la invención que aquí se propone está basada en determinar con una exactitud milimétrica la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto, mediante dos cámaras de línea (1), donde la escena o zona (6) en la cual se encuentran dichos cables es iluminada con un foco de iluminación infrarroja (2) situado entre ambas cámaras y enfocado hacia los cables de contacto (5), ver figura 1.

El uso de un foco de iluminación infrarroja, garantiza el funcionamiento diurno y nocturno del sistema, incluso en condiciones extremas de iluminación ambiental. También hay que tener en cuenta que por normativas de seguridad europeas en la estructura ferroviaria no se puede iluminar en el espectro visible, ya que puede tender a confusión con el sistema de señalización vial.

- 5 A partir de las líneas-imágenes capturadas con las cámaras de línea (1) y la posición relativa entre ellas, se calcula, mediante triangulación, la altura y el descentramiento del cable de contacto (5).

El procedimiento y dispositivo sensor que se proponen patentar también tiene capacidad de realizar una calibración automática de la ganancia de las cámaras, dependiendo de las condiciones atmosféricas (niebla, nieve, lluvia, iluminación solar).

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS.

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, una hoja de planos en la cual, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- 15 En la figura 1 se muestra un esquema en bloques donde se representa la ubicación de los componentes del dispositivo sensor (dos cámaras de línea y un foco de iluminación infrarroja) respecto a la zona donde se pueden encontrar los cables de contacto

MODO DE REALIZACIÓN

- 20 A la vista de la figura 1, puede observarse que el dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto está constituido por un foco de iluminación infrarroja (2) y dos cámaras de línea (1) que se fijan sobre una barra de metal rígida (8). Las cámaras se deben ubicar de tal forma, que la zona (6) donde se pueden encontrar los cables de contacto (5) se encuentre dentro de sus campos de visión. El foco de iluminación infrarroja (2) se ubica en tal sentido, que el campo de iluminación (7) ilumine toda la zona (6) donde se pueden encontrar los cables de contacto (5). La tarjeta de sincronización (3) es la encargada de dar las órdenes de comienzo de captura a las cámaras (1) y mantener encendido el foco de iluminación (2) durante el tiempo de integración de las mismas. Estas órdenes se emiten a partir de la ubicación del tren en la vía y llegan en forma de pulsos generados en cada vuelta que da la rueda del tren. La tarjeta de captura de imágenes (4) se encuentra conectada al bus PCI del ordenador (9) que actúa como unidad de procesamiento y visualización. Esta tarjeta es la encargada de enviar la información de control a las cámaras, recibir los datos correspondientes a las líneas-imágenes capturadas por las cámaras (1) y pasar estos datos a la memoria del ordenador (9) para ser procesados.

- 30 Cada cámara de línea (1) incorpora un filtro interferencial acoplado a su óptica. La banda de paso de dicho filtro corresponde con la longitud de onda de emisión de los diodos LED's del foco de iluminación infrarroja (2). El uso del filtro interferencial es con el objetivo de atenuar posibles ruidos provenientes de otras fuentes luminosas.

- 35 El procedimiento de medidas se basa en buscar en las líneas-imágenes capturadas las zonas con mayor iluminación, que corresponden al reflejo de la luz emitida por el foco de iluminación infrarroja (2) en los cables de contacto (5), determinar el centro (expresado en coordenadas píxelicas) de cada una de estas zonas con mayor iluminación en ambas líneas-imágenes y con las coordenadas píxelicas determinar la altura y el descentramiento lateral del cable de contacto (5).

- 40 Para aumentar la velocidad de procesamiento del sistema en tiempo real, se realiza un proceso de calibración en el cual se crean dos tablas de calibración una para la altura y otra para el descentramiento lateral. En estas tablas el número de filas se corresponde con el número de píxeles de una de las cámaras de línea y el de columnas se corresponde con el número de píxeles de la otra cámara (generalmente ambas cámaras son iguales). En el contenido de la tabla se almacenan directamente los valores de altura y descentramiento lateral correspondientes a todas las combinaciones posibles entre las coordenadas píxelicas de ambas cámaras. Estas tablas posibilitan obtener directamente los valores de altura y descentramiento lateral, a partir de las coordenadas píxelicas de las cámaras correspondientes a los cables de contacto (5)

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas de tracción eléctrica (5), caracterizado porque el dispositivo sensor está compuesto por dos cámaras de línea (1) y un foco de iluminación infrarroja (2).
- 5 2. Dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas de tracción eléctrica (5), según la reivindicación 1, caracterizado porque la iluminación de la escena se realiza con un foco de iluminación infrarroja (2) compuesto por una matriz de LED's.
- 10 3. Dispositivo sensor para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas de tracción eléctrica (5), según la reivindicación 1, caracterizado porque la iluminación de la escena se realiza de forma sincrónica con el tiempo de integración de las cámaras de línea (1).
4. Procedimiento para medir la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas de tracción eléctrica (5), utilizando el dispositivo sensor de la reivindicación 1, caracterizado por las siguientes etapas:
 - a) Capturar las líneas-imágenes con las cámaras de línea (1).
 - 15 b) Determinar dentro de las líneas-imágenes las zonas con mayor iluminación, que corresponden al reflejo de la luz emitida por el foco de iluminación infrarroja (2) en los cables de contacto (5).
 - c) Determinar el centro (expresado en coordenadas pixélicas) de cada una de las zonas con mayor iluminación.
 - 20 d) Obtener la altura y el descentramiento lateral de los cables de contacto en líneas férreas de tracción eléctrica (5) a partir de las coordenadas pixélicas de los centros de las zonas con mayor iluminación, dentro de las líneas-imágenes capturadas.

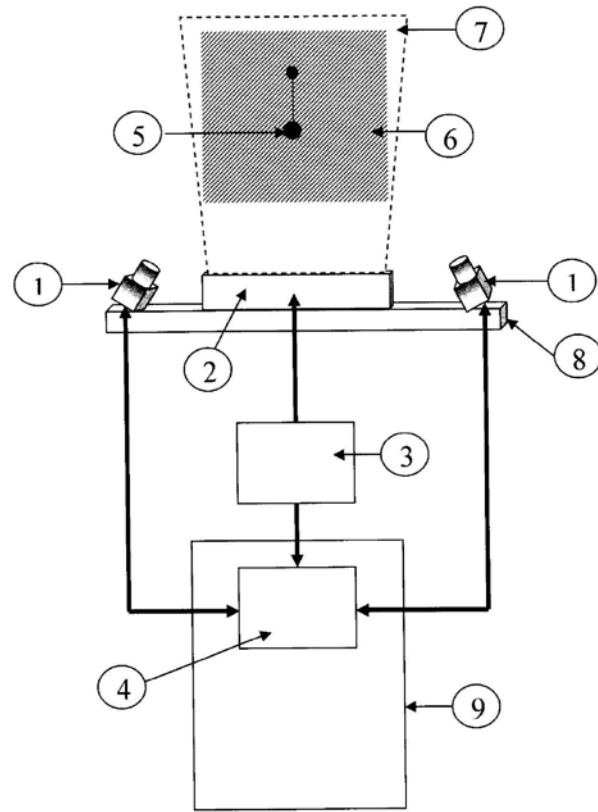


Figura 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901302

②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.05.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01B11/04** (2006.01)
B60L5/24 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	14.06.2004, C.A.LUNA et al. "Attenuation of the vibration effects in a 3D coordinates measurement system installed in a railway car". 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Parma, Italy Junio 14-17, 2004. Recuperado de EPODOC como XP_010727759.	1,3
A		2,4
A	05.11.2002, S. BORROMEO y J L APARICIO. "Automatic systems for wear measurement of contact wire in railways". IECON-2002. Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Sevilla, Spain, NOV. 5-8, 2002; [Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society]. Recuperado de EPODOC como XP_010707390.	1-4
A	ES 2104497 A1 (RED NAC FERROCARRILES ESPAN) 01.10.1997, columna 1, línea 65 – columna 16, línea 56; figuras 1-3.	1-4
A	US 2003142297 A1 (CASAGRANDE ETTORE) 31.07.2003, párrafos [0022]-[0046]; figuras 1-3.	1-4

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
30.03.2012

Examinador
B. Tejedor Miralles

Página
1/4

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

G01B, B60L

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.03.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-4	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 2 y 4	SI
	Reivindicaciones 1 y 3	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	C. LUNA	14.06.2004
D02	S. BORROMEIO	05.11.2002
D03	ES 2104497 A1 (RED NAC FERROCARRILES ESPAN)	01.10.1997
D04	US 2003142297 A1 (CASAGRANDE ETTORE)	31.07.2003

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:

Se considera como estado de la técnica más cercano el documento D01. Dicho documento divulga un sensor para medir la altura y descentramiento de los cables de contacto de líneas férreas de tracción eléctrica que consta de dos cámaras de línea y un foco de iluminación infrarroja. Por lo tanto, dicha reivindicación carece de novedad según el artículo 6.1 de la ley de patentes 11/1986.

Reivindicaciones 2 y 3:

La reivindicación 2 expone que el foco de iluminación infrarroja consiste en una matriz de LED's. El documento D01 se diferencia de la segunda reivindicación en que realiza la iluminación mediante un láser que emite en el espectro del infrarrojo. El efecto técnico que se consigue con la utilización de un foco de iluminación infra-roja compuesto por una matriz de LED's es conseguir una mayor área de iluminación y un descenso de la influencia de vibraciones. El problema técnico a resolver es como iluminar la mayor área posible de longitud de cable de contacto. No se ha encontrado ningún documento en el estado de la técnica más cercano en el que se divulgue la utilización de un foco de iluminación con LED's infrarrojos. Por lo tanto, dicha reivindicación presenta novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

La reivindicación 3 hace referencia a que la iluminación de la zona se realiza de forma sincrónica con el tiempo de integración de las cámaras de línea. Se trata de una mera ejecución particular obvia para un experto en la materia, ya que para que se realice la medida de la forma más idónea, se debe producir dicha sincronización. Por lo tanto, la reivindicación 3 presenta falta de actividad inventiva según el artículo 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

Reivindicación 4:

Se considera como estado de la técnica más cercano el documento D01. Dicho documento divulga un procedimiento para medir la altura y descentramiento de los cables de contacto de líneas férreas de tracción eléctrica, en el que se captura las líneas - imágenes con las cámaras de línea. Se diferencia de la cuarta reivindicación en que no se describen el resto de etapas del procedimiento. No se ha encontrado en el estado de la técnica un documento que contenga todas las etapas del procedimiento reivindicado. Asimismo, se considera que las características diferenciales no parecen derivarse de una manera evidente de ninguno de los documentos citados, ni de manera individual ni mediante una combinación evidente entre ellos. Por lo tanto, dicha reivindicación presenta novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.

Otros documentos:

El documento D02 hace una recopilación de distintos dispositivos para medir la altura y el descentramiento de los cables de contacto divulga una serie de dispositivos. Sin embargo, no hace ninguna mención al procedimiento de medida empleado.

El documento D03 divulga un dispositivo formado por cinco emisores láser cuyo haz ilumina los cables de contacto después de haber incidido sobre una serie de espejos, y varias cámaras CCD. En su procedimiento de medida se especifican las dos primeras etapas de la reivindicación 4 de la solicitud (columna 1, línea 65 - columna 16, línea 56; figuras 1-3; D03).

El documento D04 divulga un dispositivo similar al descrito en el documento D03, que consta de seis fuentes de láser cuyo haz se refleja en su espejo correspondiente para luego iluminar el cable y seis vídeo cámaras (párrafos [0022] - [0046]; figuras 1-3; D04).