

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 210**

21 Número de solicitud: 200901301

51 Int. Cl.:

G01B 11/04 (2006.01)

B60L 5/24 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **27.05.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **10.04.2012**

Fecha de la concesión: **15.11.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **27.11.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
27.11.2012

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ
PLAZA DE SAN DIEGO, S/N
28801 ALCALÁ DE HENARES, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**LUNA VÁZQUEZ, Carlos;
MAZO QUINTAS, Manuel y
MÁRQUEZ VARELA, Vicente**

74 Agente/Representante:

No consta

54 Título: **DISPOSITIVO SENSOR Y PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR EL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL PANTÓGRAFO.**

57 Resumen:

Dispositivo sensor y procedimiento para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo. El dispositivo está constituido por una cámara de línea (2) y una pantalla de iluminación infrarroja (1). El procedimiento se basa en medir los valores instantáneos de la altura del cable de contacto (3) al paso del pantógrafo. La medida se realiza de forma diferencial, tomando como referencia los bordes de la zona iluminada (7) de la pantalla de iluminación infrarroja (1) y la posición píxelica del cable de contacto (3) en la línea-imagen capturada por la cámara. Este procedimiento permite realizar las medidas con gran precisión y evitar los errores debidos a las vibraciones de la cámara de línea (2) al paso del tren.

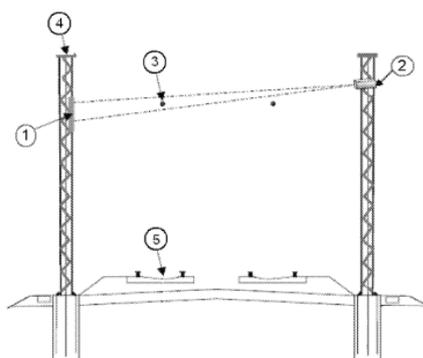


Figura 1

ES 2 378 210 B1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo sensor y procedimiento para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo.

OBJETO DE LA INVENCION

5 La presión que ejercen los pantógrafos sobre la línea aérea de contacto, en trenes de tracción eléctrica, puede presentar anomalías que producen un defectuoso contacto eléctrico entre el pantógrafo y el cable de contacto (3), lo que conlleva una defectuosa captación de energía por parte de la máquina locomotora, dando lugar, además de una gran pérdida de energía (existencia de arcos eléctricos), e importantes averías en las instalaciones, tales como micro-fusiones. Estos defectos son perjudiciales, tanto para el pantógrafo como para el propio cable de contacto (3), pudiéndose en casos extremos 10 provocar la rotura del cable de contacto (3). Si bien este es un problema común a todos los trenes de tracción eléctrica, es especialmente importante en las infraestructuras de alta velocidad. Por tanto es de vital importancia conocer cuándo la presión pantógrafo-catenaria está mal calibrada o existen defectos, bien en las infraestructuras ferroviarias o en las máquinas locomotoras que provocan una defectuosa interacción dinámica entre pantógrafo y cable de contacto (3).

15 Para detectar interacciones defectuosas entre el pantógrafo y el cable de contacto (3), se instalan en las vías férreas, cerca de las entradas de circulación, sistemas sensoriales capaces de detectar los posibles defectos de la presión que ejerce el pantógrafo sobre el cable. Estos sistemas se conocen como "Detectores de Comportamiento Dinámico del Pantógrafo".

20 La presente memoria descriptiva se refiere a un sistema sensor desarrollado para medir el movimiento temporal del cable de contacto (3) al paso del tren y con ello determinar el comportamiento dinámico del pantógrafo.

SECTOR DE LA TÉCNICA

25 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

30 El sistema ferroviario está cobrando una gran importancia a nivel mundial, debido en gran medida de 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.

Por razones de disponibilidad y fiabilidad en este medio de transporte, las empresas operadoras de los servicios ferroviarios están obligadas a presentar un incremento de la seguridad y confiabilidad en los transportes ferroviarios.

35 En líneas de ferrocarriles de tracción eléctrica, es obligado controlar, en todo momento y en tiempo real, los elementos de la infraestructura y los trenes, que puedan afectar las condiciones de seguridad y confiabilidad de las circulaciones.

40 Para la medida del grado de integración pantógrafo-catenaria, existen actualmente soluciones basadas en la medida de la altura del cable de contacto (3), utilizando para ello sensores potenciométricos resistivos lineales. En este tipo de sistema el sensor potenciométrico se fija a un brazo mecánico instalado en el poste de catenaria y el eje resistivo variable se une mediante un hilo al cable de contacto (3). Este sistema tiene el inconveniente de que al estar físicamente unido al cable de contacto (3), constituye un sistema invasivo, en el que aparte de los errores que puede introducir en las medidas, está la problemática asociada a los campos eléctricos y magnéticos que se forman alrededor de los cables de contacto (3). Por otra parte, se producen errores en las medidas debido al movimiento del brazo con las vibraciones que se generan al paso de un tren y con el viento. Además la sustitución o reparación de uno de estos sistemas conlleva la eliminación de la tensión de catenaria, con todos los inconvenientes que ello supone, tanto desde el punto de vista de disponibilidad como de seguridad.

45 Con el objetivo de darle una solución a esta problemática se ha desarrollado e implementado un sistema sensor óptico, no invasivo, que permite realizar las medidas a distancia. Además, por el método de medidas utilizado el sistema es inmune a las vibraciones del sensor.

50 Por parte del solicitante de esta patente no se tiene conocimiento de la existencia en la actualidad de una invención que tenga características similares a las que se describen en esta memoria.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION.

La esencia de la invención que aquí se propone está basada en determinar con una exactitud submilimétrica la posición vertical del cable de contacto (3), mediante una cámara de línea (2), tomando como referencia una pantalla de iluminación infrarroja (1) situada en el lado opuesto de la vía (5).

5 El uso de una pantalla de iluminación infrarroja (1) como referencia, 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.

10 A partir de la línea-imagen capturada con la cámara de línea (2), la posición relativa entre dicha cámara y la pantalla de iluminación infrarroja (1), el alto de la zona iluminada (7) de la pantalla de iluminación infrarroja (1) y la posición del cable de contacto (3) en estado de reposo, se calcula, mediante triangulación, la variación de la altura del cable de contacto (3).

15 El sistema que se propone patentar también tiene capacidad para realiza medidas de calibración automática cada 10 milisegundos. Estas medidas permiten aumentar o disminuir la ganancia de la cámara, dependiendo de las condiciones atmosféricas (niebla, nieve, lluvia, iluminación solar). También permiten corregir las variaciones de altura del cable de contacto (3) cuando no hay trenes pasando por la ubicación del sensor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS.

20 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:

En la figura 1 se muestra una representación sencilla de la ubicación en los postes de catenaria (4) de la cámara de línea (2) y de la pantalla de iluminación infrarroja (1) respecto al cable de contacto (3) de la vía (5) donde se realizan las medidas de altura.

25 La figura 2 muestra un dibujo de la pantalla de iluminación infrarroja (1), donde se indica la zona de emisión luminosa infrarroja (7) entre las dos zonas oscuras (6).

En la figura 3 muestra un diagrama de flujo del procedimiento utilizado para determinar las variaciones de altura del cable de contacto (3) y con ello detectar posibles anomalías en el pantógrafo.

MODO DE REALIZACIÓN

30 A la vista de la figura 1, puede observarse que el sensor para la detección del comportamiento dinámico de la integración pantógrafo-catenaria está constituido por una pantalla de iluminación infrarroja (1) y una cámara de línea (2) que se colocan sobre los postes de catenaria (4) existentes a ambos lados de la vía. La cámara de línea (2) se debe ubicar en el poste de catenaria (4) a una altura, donde en su campo de visión sólo se encuentre el cable de contacto (3) de la vía (5) donde se realizan las medidas de altura y la pantalla de iluminación infrarroja (1).

35 La cámara de línea (2) consta de una óptica de pequeño angular con un filtro interferencial acoplado a la misma. La banda de paso de dicho filtro corresponde con la longitud de onda de emisión de los diodos LED's de la pantalla de iluminación infrarroja (1). El uso del filtro interferencial es con el objetivo de atenuar posibles ruidos provenientes de otras fuentes luminosas. El conjunto cámara-óptica está protegido dentro de una carcasa que cumple con las normas IP67.

40 En la figura 2 se muestra una vista de la pantalla de iluminación infrarroja (1), en la parte frontal de la misma se pueden observar tres zonas: dos zonas oscuras (6) y una zona de emisión luminosa infrarroja (7). La carcasa de la pantalla de iluminación infrarroja (1) es metálica y sólo en la parte frontal tiene una ventana de cristal transparente que se corresponde con la zona de emisión luminosa infrarroja (7) de la misma. La pantalla cumple con las normas IP67.

45 La zona de emisión luminosa infrarroja (7) de la pantalla de iluminación infrarroja (1) está compuesta por una matriz de 1400 LED's que iluminan en el espectro infrarrojo. Las zonas oscuras (6) de la pantalla de iluminación infrarroja (1) están pintadas con una pintura mate negra, para que refleje lo menos posible la luz ambiental.

50 El algoritmo del procedimiento de cálculo de la variación de altura del cable de contacto se presenta en forma de diagrama de flujo en la figura 3, donde las etapas que se siguen -según la numeración indicada en la figura- son las siguientes:

8. Base de tiempo (10 ms). Es el intervalo de tiempo tras el cual se ejecuta el procedimiento. Este tiempo se programa en la tarjeta de captura de imágenes.

9. Capturar imagen. Se captura una línea-imagen con la cámara.

5 **10. ¿Imagen con poca o mucha iluminación?** A partir de los valores de intensidad relativa a las zonas oscuras y de emisión luminosa infrarroja (7) de la pantalla y el cable se determina si hay cambios de iluminación.

11. Cambiar la ganancia de la cámara. Modificar el valor de la ganancia de la cámara proporcionalmente al cambio de iluminación.

10 **12. ¿Hay tren en vía?** Verificar si hay tren en vía. Esto se hace chequeando un comando externo al procedimiento enviado por un sensor de ejes.

15 **13. Calcular variación de altura.** A partir de la posición relativa entre la cámara y la pantalla, la posición del cable de contacto en estado de reposo y la línea-imagen capturada, se calcula y almacena la diferencia entre el valor medido y el valor en estado de reposo de la altura del cable. Para corregir la desviación del campo de visión de la cámara, debido a las vibraciones ocasionadas por el paso del tren, se calcula la diferencia entre las coordenadas pixélicas relativas a los bordes de la zona de emisión luminosa infrarroja (7) de la línea-imagen capturada y los valores de dichas coordenadas obtenidos con la cámara en estado de reposo.

14. ¿Había tren en vía? Determinar si en el ciclo anterior del procedimiento había un tren en vía.

20 **15. Procesar datos.** Se ejecuta un procedimiento donde se detiene la base de tiempo, se procesan los datos medidos durante el paso del tren, para determinar si el pantógrafo ha elevado el cable de contacto (3) fuera de los límites permitidos, y se vuelve a activar la base de tiempo.

16. Actualizar altura del cable en estado de reposo. Se realiza una actualización de la altura del cable en estado de reposo. Esto se hace tomando el valor medio de dicha altura durante los últimos 20 segundos.

25 **17. Fin del procedimiento.** Finaliza el procedimiento.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo, caracterizado porque está compuesto por una cámara de línea (2) y una pantalla de iluminación infrarroja (1).
- 5 2. Dispositivo sensor para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo, según la reivindicación 1, caracterizado porque toma como referencia una pantalla de iluminación infrarroja, con una zona de iluminación entre dos zonas oscuras.
3. Dispositivo sensor para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo, según la reivindicación 1, caracterizado porque la pantalla de iluminación infrarroja que se toma como referencia está compuesta por una matriz de LED's.
- 10 4. Procedimiento para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo, utilizando el dispositivo sensor de la reivindicación 1, caracterizado por las siguientes etapas:
 - a) Capturar una línea-imagen con la cámara de línea.
 - b) Ajustar la ganancia de la cámara de línea proporcionalmente a los cambios de iluminación ambiental.
 - 15 c) Calcular la variación de altura a partir de la línea-imagen capturada.
 - d) Determinar si el pantógrafo ha elevado el cable de contacto (3) fuera de los límites permitidos.

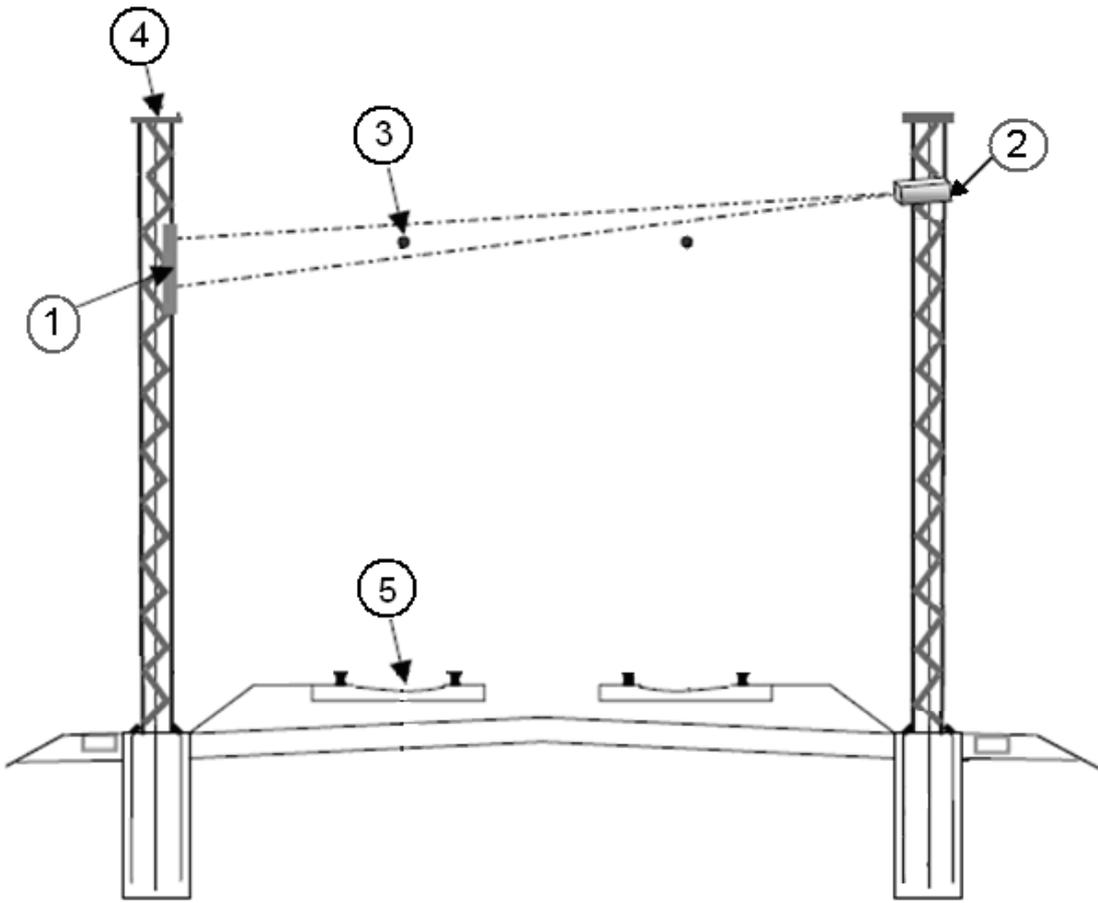


Figura 1

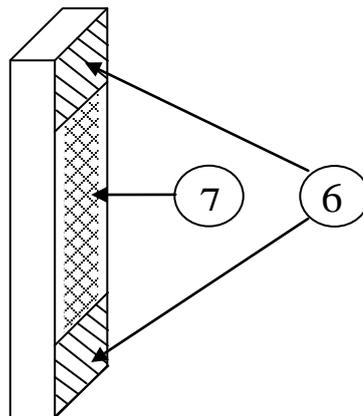


Figura 2

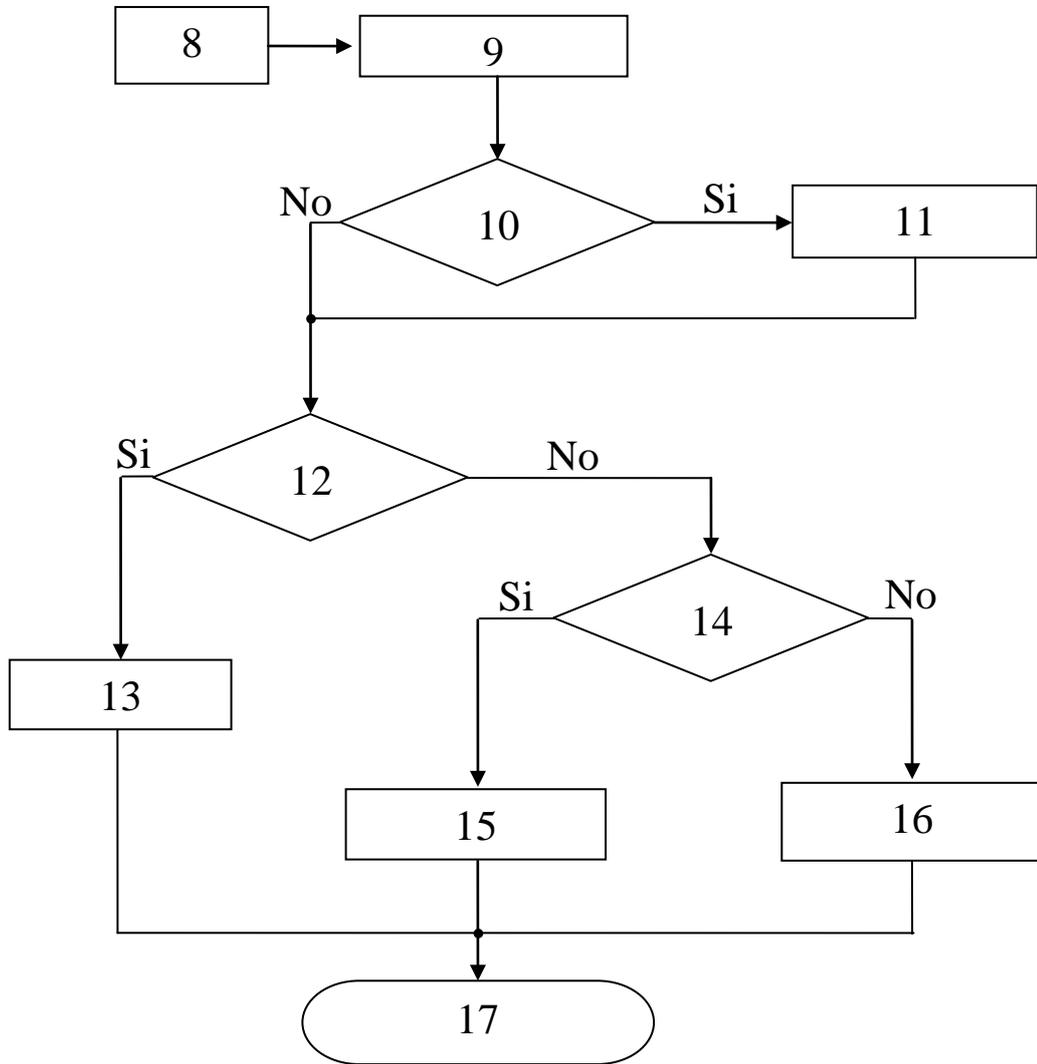


Figura 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901301

②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.05.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

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

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|----------------------------|
| A | 14.04.2009, C. LUNA et al. "Image stabilization, determining the structure of the camera movement by means of an additional line-scan". Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics. Málaga (España). Abril 2009. | 1-4 |
| A | JP 2008104312 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 01.05.2008, Resumen y figuras de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE. | 1-4 |
| A | DE 2551805 A1 (LICENTIA GMBH) 18.05.1977, resumen; figuras. | 1-4 |
| A | US 4195791 A (FRAZEE RALPH E JR) 01.04.1980, columna 2, línea 42 – columna 3, línea 68; figura 1. | 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
23.03.2012

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: 23.03.2012

Declaración

| | | |
|---|----------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-4 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986) | Reivindicaciones 1-4 | 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 | C. LUNA | 14.04.2009 |
| D02 | JP 2008104312 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) | 01.05.2008 |
| D03 | DE 2551805 A1 (LICENTIA GMBH) | 18.05.1977 |
| D04 | US 4195791 A (FRAZEE RALPH E JR) | 01.04.1980 |

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

Se considera como estado de la técnica más cercano el documento D01. En dicho documento se divulga un dispositivo sensor para detectar el comportamiento dinámico del pantógrafo compuesto por una cámara de línea fijado a uno de los postes de la catenaria y una pantalla de marcas en el poste de enfrente (figura 1; D01). Dicha pantalla consta de dos planos paralelos desplazados uno respecto de otro con siete líneas paralelas cada uno de ellos. Se diferencia en que la pantalla no es una pantalla de iluminación infrarroja. El efecto técnico que se consigue es tener una referencia tanto diurna como nocturna. El problema técnico a resolver es cómo determinar la posición vertical del cable de contacto de forma continua en el tiempo. No se ha encontrado en el estado de la técnica un documento que contenga todas las características técnicas expuestas en la primera reivindicación. 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.

El documento D02 divulga un dispositivo para la medida del pantógrafo por procesado de imagen que consta de una cámara de línea (2; D02) y una pantalla de marcas blancas y negras (4; D02) donde una región de la pantalla tiende a reflejar la luz y la otra no (resumen; figuras; D02). De esta forma puede obtener la altura del pantógrafo que es equivalente a la altura de los cables de contacto de la catenaria. Se diferencia de la primera reivindicación en que la pantalla no es una pantalla de iluminación infrarroja.

El documento D03 describe un dispositivo para la medición de la altura y posición lateral del cable de contacto de la catenaria para ferrocarriles eléctricos, dirigiendo la luz hacia el cable y midiendo la intensidad de la parte reflejada (resumen; figura 1; D03).

El documento D04 divulga un controlador de la catenaria mediante una cámara dirigida hacia el punto más bajo de la curva que forma el cable escaneándola (columna2, línea 42 - columna 3, línea 68; figura 1; D04).

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 una manera evidente de ninguno de los documentos citados, ni de manera individual ni mediante una combinación evidente entre ellos. Por todo lo anterior, se concluye que la reivindicación 1 y sus dependientes, así como la reivindicación 4 de procedimiento satisfarían los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6.1 y 8.1 de la ley de patentes 11/1986.