

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 506 590**

21 Número de solicitud: 201330515

51 Int. Cl.:

**B61L 1/16** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**11.04.2013**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**13.10.2014**

Fecha de la concesión:

**21.07.2015**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**28.07.2015**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)  
Plaza de San Diego, s/n  
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**MAZO QUINTAS, Manuel;  
LUNA VÁZQUEZ, Carlos;  
PALAZUELOS CAGIGAS, Sira Elena;  
MACÍAS GUARASA, Javier;  
LOSADA GUTIÉRREZ, Cristina y  
MARRÓN ROMERA, Marta**

74 Agente/Representante:

**GUTIÉRREZ DE MESA, José Antonio**

54 Título: **Sistema sensor y procedimiento para detectar los ejes de los trenes utilizando fibra óptica y cámaras de tiempo de vuelo**

57 Resumen:

Dispositivo sensor y procedimiento para detectar los ejes de los trenes, utilizando fibra óptica y cámaras de tiempo de vuelo. El dispositivo está constituido básicamente por una cámara de tiempo de vuelo (1), un foco emisor de luz infrarroja (2) y un mazo de fibra óptica (3). El procedimiento se basa, en a partir de la información proporcionada por la cámara de tiempo de vuelo, enfocada a un terminal del mazo de fibra óptica, obtener información de las ruedas y determinar el instante en que pasa el centro de éstas. El foco emisor de luz infrarroja se utiliza para iluminar la escena a través de un terminal del mazo de fibra óptica. El uso del mazo de fibra óptica permite iluminar y capturar imágenes 3D a gran distancia de la cámara de tiempo de vuelo y del foco emisor de luz infrarroja, pudiéndose ubicar éstos lejos de la vía.

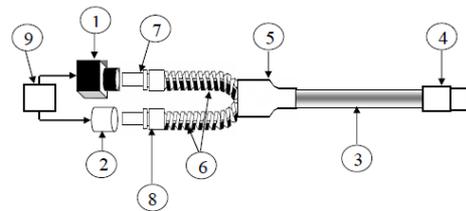


Figura 1

ES 2 506 590 B1

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA SENSOR Y PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR LOS EJES DE LOS  
TRENES UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA Y CÁMARAS DE TIEMPO DE VUELO**

**5 OBJETO DE LA INVENCION**

10 Detectar y contar el número de ejes de trenes, en diferentes puntos de las vías férreas, es una tarea de vital importancia para el correcto funcionamiento de los sistemas ferroviarios, ya que permiten la comprobación de su integridad, y así, la reducción en el número de accidentes. Los sistemas encargados de detectar el paso de ejes se conocen como "Detectores o Sensores de Ejes".

15 Los detectores de ejes se utilizan en diferentes tareas relacionadas con la seguridad de los sistemas ferroviarios, como pueden ser: la detección de la presencia de trenes, la medición de la velocidad de circulación, y el conteo del número de ejes que entran y salen de un desvío o sección del trazado ferroviario, entre otras. Por ello se requiere que sean sistemas muy fiables y robustos.

20 La presente memoria descriptiva se refiere a un sistema sensor desarrollado para detectar y contar el paso de los ejes de los trenes por un punto de las líneas férreas.

**25 SECTOR DE LA TÉCNICA**

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

**30 ESTADO DE LA TÉCNICA**

35 En los sistemas ferroviarios actuales existen soluciones destinadas a detectar el paso de los ejes de los trenes, una de ellas es el uso de pedales electromecánicos y ópticos [1] que emiten una señal eléctrica al ser presionados por una rueda. Esta solución tiene los inconvenientes de que al tener contacto físico con las ruedas o la vía sufre desgaste físico y su vida útil es corta y en los trenes de alta velocidad pueden omitir el paso de ejes consecutivos debido a la propia inercia de las partes mecánicas del sensor. Otras soluciones, que no requiere contacto físico con los trenes, son los sensores electromagnéticos [2-8]. Los sensores electromagnéticos, aunque son los más usados, presentan problemas relacionados con la dificultad de ubicación y posibles fallos

derivados de su sensibilidad con respecto a la posición relativa del emisor y receptor y a las vibraciones. Además, son sistemas susceptibles a las interferencias electromagnéticas del entorno, lo que hace que no respondan a las exigencias de fiabilidad que demandan estos sistemas, y, en algunos casos, requieren electrónica en  
5 vía, lo que constituye otro factor negativo en su fiabilidad de detección. La eliminación de la electrónica en vía y el uso de sistemas inmunes a las interferencias electromagnéticas son dos de los criterios que se imponen en cualquier sistema relacionado con la seguridad en entornos ferroviarios [9].

10 Con el objetivo de darle una solución a esta problemática se ha diseñado un sistema sensor óptico, no invasivo, que permite detectar el paso de las ruedas a distancia, sin necesidad de incluir ninguna electrónica en vía y completamente inmune a las interferencias electromagnéticas. Además, por el método de medidas utilizado el sistema es inmune a las vibraciones del sensor.

15

Por parte de los solicitantes 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.

## 20 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente memoria descriptiva se refiere a un procedimiento y un sistema sensor desarrollados para detectar el paso de los ejes de un tren y contar el número de estos para verificar, entre otros factores, la integridad de los convoyes ferroviarios. Este procedimiento y sistema sensor se caracterizan por conseguir una alta velocidad de  
25 auscultación, la realización de las medidas sin necesidad de contacto físico con ningún elemento del tren, la total inmunidad a las interferencias electromagnéticas y a las vibraciones del sensor, y la ausencia de electrónica en vía.

La esencia de la invención que aquí se propone está basada en detectar con una  
30 exactitud de milisegundos el instante en que pasa una rueda por el punto donde se encuentra ubicada la cabeza óptica del sensor. Para ello se utiliza una cámara de tiempo de vuelo, un foco emisor de luz infrarroja, un mazo de fibra óptica, una cabeza óptica, un separador o bifurcador, dos mazos terminales de fibra óptica, una óptica de enfoque acoplada a la cámara de tiempo de vuelo, una óptica de enfoque acoplada al foco emisor  
35 de luz y una tarjeta de sincronización.

La cámara de tiempo de vuelo, basa su funcionamiento en el principio de que cada uno de los píxeles determina la distancia desde el sensor al objeto, mediante la medida muy precisa del tiempo que tarda en llegar una luz hasta dicho objeto y retornar hasta el sensor. Además, este tipo de cámara captura la información relativa a la intensidad luminosa que llega a cada pixel, proporcionando dos matrices de datos, una correspondiente a los niveles de intensidad y otra a las distancias entre un punto de la escena y el sensor.

10 El foco emisor de luz ilumina en el espectro infrarrojo para garantizar el funcionamiento diurno y nocturno del sistema, incluso en condiciones extremas de iluminación ambiental. Además se utilizan estrategias que reducen el efecto de la 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 producir confusión con el sistema de señalización vial.

A partir de las matrices de datos capturadas con la cámara de tiempo de vuelo, se calcula el instante en el que pasa cada una de las ruedas del tren por el punto donde se encuentra ubicada la cabeza óptica del sensor.

20 El procedimiento y dispositivo sensor que se proponen patentar también tienen capacidad de realizar una calibración automática de la cámara de tiempo de vuelo, dependiendo de las condiciones atmosféricas (niebla, nieve, lluvia, iluminación solar, etc.).

## 25 **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 de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, dos hojas de figuras en las cuales, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30 En la figura 1 se muestra un esquema en bloques donde se representan los componentes del sistema sensor.

En la figura 2 se muestra la ubicación de la cabeza óptica en la vía al lado del raíl.

35

En la figura 3 se representa la ubicación de la cabeza óptica en un poste situado al lado de la vía.

### **MODO DE REALIZACIÓN**

5 A la vista de la figura 1, puede observarse que el sistema sensor para detectar los ejes de los trenes, está constituido por una cabeza óptica (4) acoplada a un mazo de fibra óptica (3) que es separado en dos mazos terminales (6) por un bifurcador (5). A uno de los terminales (6) se acopla, mediante una óptica de enfoque (8), el foco emisor de luz infrarroja (2) para iluminar la escena a captar. Por el otro terminal (6), a través de una  
 10 óptica de enfoque (7) se conecta a la cámara de tiempo de vuelo (1). La cabeza óptica (4) se debe ubicar de tal forma que la zona por donde pasan las ruedas (10) se encuentre dentro de su campo de visión. La tarjeta de sincronización (9) es la encargada de dar las órdenes de emisión al foco emisor de luz (2) y de comienzo de captura a la cámara de tiempo de vuelo (1). La información capturada por la cámara de tiempo de vuelo (1), es  
 15 enviada a un procesador que actúa como unidad de procesamiento y visualización.

El procedimiento de medidas se basa en buscar secuencialmente en las matrices de datos capturados por la cámara de tiempo de vuelo (1) la información correspondiente al reflejo de luz emitida por el foco emisor (2) en las ruedas (10). Con dicha información se  
 20 determina el instante en que pasa el centro de las ruedas. Para saber en cada instante si el sistema está funcionando correctamente, se hace un análisis tanto de la información de distancia como de la imagen de intensidad, proporcionadas ambas por la cámara de tiempo de vuelo, ante secuencias patrones de iluminación, lo que permite determinar si el sensor sigue activo o tiene algún problema de funcionamiento.

25

### **REFERENCIAS**

[1] Sensor Line. "Fiber Optic Rail Pad Sensor". Disponible en línea en <http://sensorline.de/home/pages/application-areas/railroad/fiber-optic-rail-pad-sensor.php> [Último acceso 03/Abril/2013].  
 30

[2] Ingeniería y Control Ferroviario. "Sensor detector de ejes SDE-900". Disponible en línea en [http://www.icf.com.es/pdf/SPN-900\\_SDE-900\\_ES.pdf](http://www.icf.com.es/pdf/SPN-900_SDE-900_ES.pdf) [Último acceso 03/Abril/2013].

35

- [3] Siemens. "Módulo contador de ejes Clearguard ACM 100". Disponible en línea en <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/ic/logistica/senalizacion/Documents/Contador%20de%20ejes%20ACM%20100.pdf> [Último acceso 03/Abril/2013].
- 5 [4] Frauscher. "Wheel sensor RSR123 Disponible en línea en [http://www.frauscher.com/en/rsr122\\_rsr123/](http://www.frauscher.com/en/rsr122_rsr123/) [Último acceso 04/Abril/2013]
- [5] Tiefenbach. "Rail sensors (wheel sensors)". Disponible en línea en <http://pintschtiefenbach.de/en/produkte/2064/traffic-technology/components> [Último acceso 04/Abril/2013]
- 10 [6] Honeywell. "RDS80001/2 Series High Speed Railwheel Sensors. Honeywell". Disponible en línea en [http://sensing.honeywell.com/index.php?ci\\_id=50164](http://sensing.honeywell.com/index.php?ci_id=50164) [Último acceso 04/Abril/2013]
- 15 [7] ALTPRO. "Axle Counter BO23". Disponible en línea en <http://www.altpro.com/eng/Products/Infrastructure/Axle-Counter-BO23> [Último acceso 04/Abril/2013]
- 20 [8] General Electric." Axle Counter SCA" Disponible en línea en <http://www.getransportation.com/rail/rail-products/signaling-a-communication/signaling-a-train-control/axle-counter-sca.html> [Último acceso 04/Abril/2013]
- 25 [9] European Railway Agency. "Extract of the study on EMC Requirements General Electric." Disponible en línea en <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/The%20Demonstration%20of%20Electromagnetic%20Compatibility%20in%20Ireland.pdf> [Último acceso 04/Abril/2013]
- 30

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema sensor para detectar el paso de los ejes de los trenes por las vías férreas, caracterizado porque el sistema sensor está compuesto por una cámara de tiempo de vuelo, una cabeza óptica, un foco emisor de luz infrarroja, dos mazos de fibra óptica, dos ópticas de enfoque y un procesador de señales. El foco emisor de luz infrarroja se acopla, mediante una óptica de enfoque, a un extremo de un mazo de fibra óptica, para iluminar la escena con el otro extremo del mazo acoplado a la
- 10 cabeza óptica, y la información de la escena se obtiene a través del otro mazo de fibra óptica, conectado mediante una óptica de enfoque a la cámara de tiempo de vuelo, que a su vez se conecta al procesador que actúa como unidad de procesamiento y visualización.
- 15 2. Procedimiento para detectar el paso de los ejes de los trenes por las vías férreas, utilizando el sistema sensor de la reivindicación 1, caracterizado por las siguientes etapas:
- 20 (a) Capturar de forma secuencial, a través de una cámara de tiempo de vuelo, las matrices de datos (de niveles de intensidad luminosa y de distancias).
- 25 (b) Comparar los valores actuales de las matrices de niveles de intensidad y de distancias con los obtenidos en la captura anterior, para obtener un coeficiente de variabilidad. En el caso de que este coeficiente de variabilidad no sobrepase un determinado umbral se considera que el sistema no está operativo y se genera una alarma, en caso contrario se continúa en la etapa (c).
- 30 (c) Comparar el valor del coeficiente de variabilidad con otro umbral obtenido de forma empírica, y que está relacionado con la luz reflejada en las ruedas, como consecuencia de la luz emitida por el foco emisor infrarrojo. En caso de que el valor del coeficiente de variabilidad sea menor que el umbral se vuelve a la etapa (a), en caso contrario se continúa en la etapa (d).

- (d) Determinar, a partir de la matriz de distancias, la posición longitudinal de las ruedas del tren con respecto al sensor, en el instante de captura. Con ello determinar el instante en que pasa el eje central de las ruedas. Volver a la etapa (a).

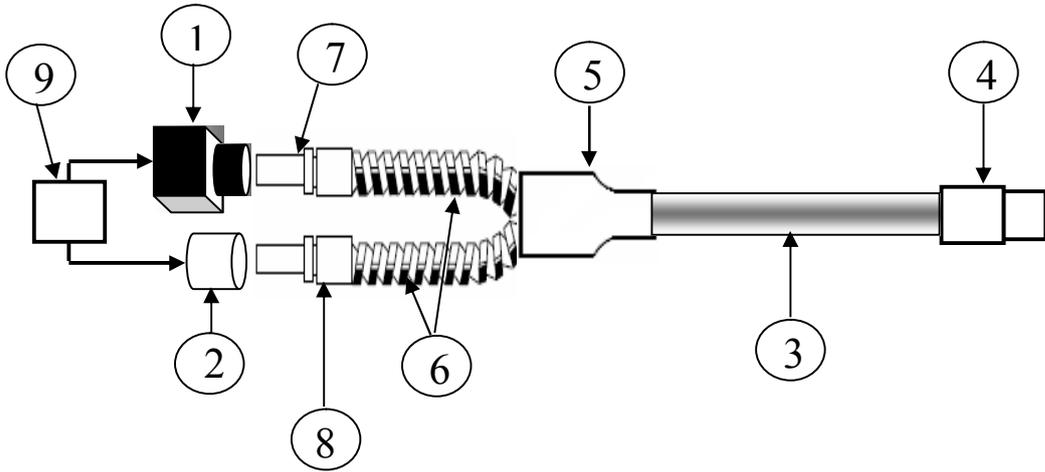


Figura 1

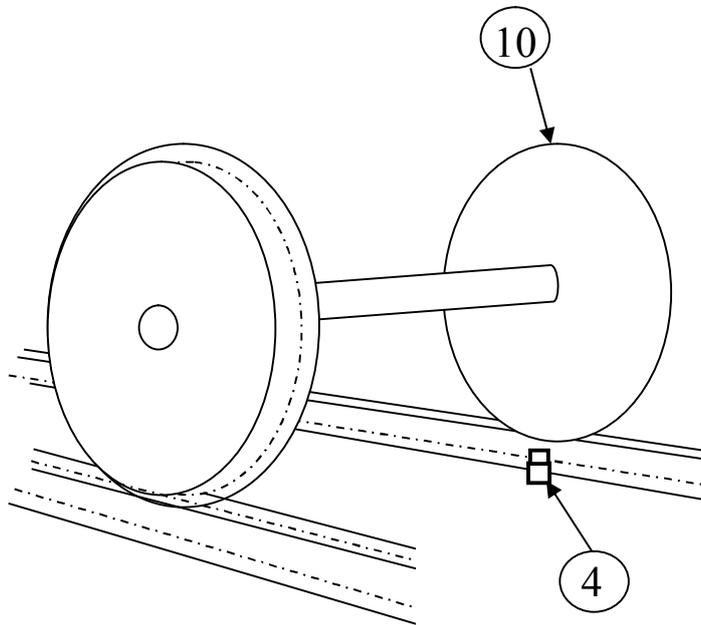


Figura 2

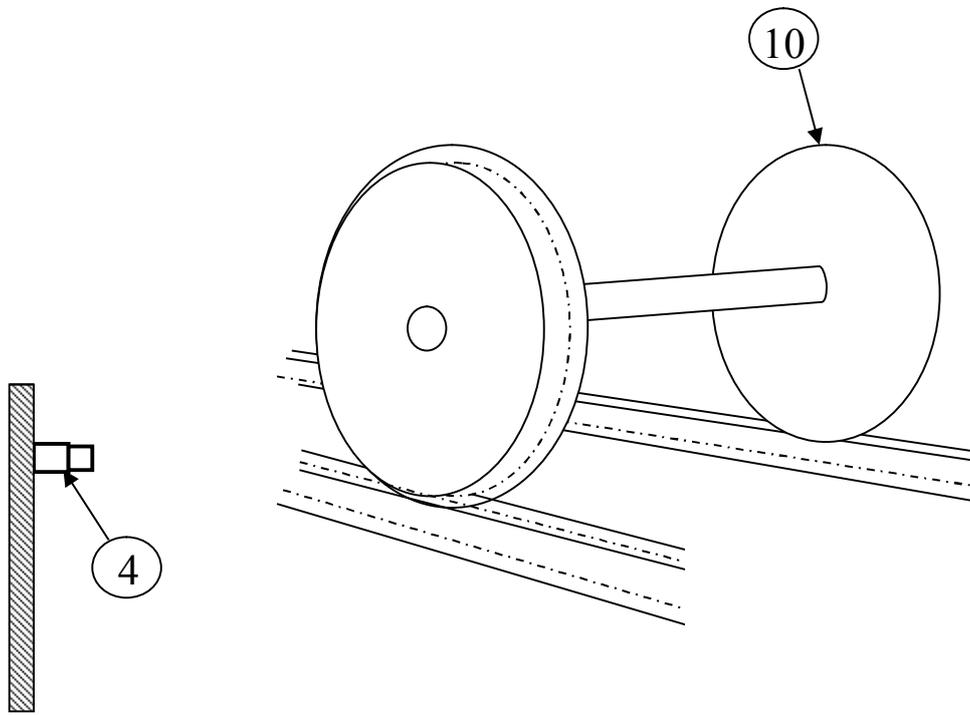


Figura 3



- ②① N.º solicitud: 201330515  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.04.2013  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B61L1/16** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2005088644 A1 (MORCOM) 28.04.2005, párrafos [14-44].	1,2
A	WO 2012084620 A1 (SIEMENS) 28.06.2012, todo el documento.	1,2
A	DE 3537588 A1 (SIEMENS) 23.04.1987, todo el documento.	1,2
A	US 2008019701 A1 (TAM et al.) 24.01.2008, párrafos [4-22].	1,2
A	CN 101428634 A (FANGZHEN BEIJING TECHNOLOGY) 13.05.2009, resumen; figura 4.	1,2
A	ROOP et al. "An Analysis of Low-Cost Active Warning Devices for Highway-Rail grade Crossings". Texas Transportation Institute, Proyecto N.º. HR 3-76B. Marzo / 2005. <a href="http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/NotesDocs/3-76B%20Report.pdf">http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/NotesDocs/3-76B%20Report.pdf</a>	1,2
A	LOSADA et al. "Segmentación de movimiento a partir de la información de cámaras de tiempo de vuelo". Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación, páginas 764-769. ISBN 978-972-98603-5-5. Julio / 2012. <a href="http://www.geintra-uah.org/system/files/0764-gf-000054.pdf">http://www.geintra-uah.org/system/files/0764-gf-000054.pdf</a>	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 n.º:

Fecha de realización del informe  
30.07.2014

Examinador  
F. J. Olalde Sánchez

Página  
1/4

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

B61L1/16

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, TEXTO COMPLETO

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.07.2014

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1,2	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1,2	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

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

**Base de la Opinión.-**

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

**1. Documentos considerados.-**

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

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2005088644 A1 (MORCOM)	28.04.2005
D02	WO 2012084620 A1 (SIEMENS)	28.06.2012
D03	DE 3537588 A1 (SIEMENS)	23.04.1987
D04	US 2008019701 A1 (TAM et al.)	24.01.2008
D05	CN 101428634 A (FANGZHEN BEIJING)	13.05.2009
D06	ROOP et al. "An Analysis of Low-Cost Active Warning Devices for Highway-Rail grade Crossings".	Marzo / 2005
D07	LOSADA et al. "Segmentación de movimiento a partir de la información de cámaras de tiempo de vuelo".	Julio / 2012

**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 1-2 cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes (LP), y 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,

Los documentos citados en el informe de búsqueda reflejan el estado de la técnica relativo al conteo de ejes de vehículos ferroviarios. De ninguno de ellos ni de su combinación se desprende la utilización de una cámara de tiempo de vuelo que recibe, a través de un mazo de fibra óptica, la información de una escena de vía iluminada por un foco de luz infrarroja a través de otro mazo de fibra óptica estando ambos mazos asociados a una cabeza óptica.

Por propia definición el procedimiento de detección que utiliza dicho dispositivo también cumplirá aparentemente dichos requisitos.