

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 767**

21 Número de solicitud: 201531710

51 Int. Cl.:

G01C 7/04	(2006.01)
B61K 9/00	(2006.01)
B61K 9/08	(2006.01)
E01B 35/04	(2006.01)
E01B 35/06	(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

25.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.05.2017

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (100.0%)
Vicerrectorado de Investigación, Transferencia e
Innovación. Avda. de Elvas, s/n
06006 Badajoz ES**

72 Inventor/es:

**SÁNCHEZ RÍOS, Alonso;
CHÁVEZ DE LA O, Francisco;
GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Alfonso y
RODRÍGUEZ SALGADO, David**

54 Título: **APARATO PARA LA MEDIDA DE PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE UNA VÍA BASADO EN OBSERVACIONES GNSS**

57 Resumen:

Aparato para la medida de parámetros geométricos de una vía basado en observaciones GNSS.

La presente invención se refiere a un aparato para la medida de parámetros geométricos de una vía. El aparato comprende: unos medios de guiado y alineamiento acoplables a ambos lados de un solo raíl de la vía para mantener el aparato sobre la parte superior del raíl; unos medios rodantes para su desplazamiento sobre el raíl; unos medios motores para accionar los medios rodantes; un sensor de nivel que mide unos parámetros de inclinación; y un sensor GNSS para obtener las coordenadas de ciertas posiciones observadas.

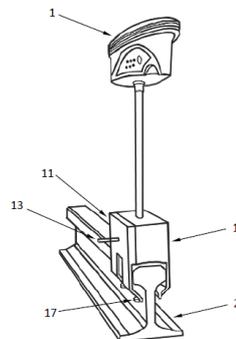


Figura 1

ES 2 613 767 A1

APARATO PARA LA MEDIDA DE PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE UNA VÍA
BASADO EN OBSERVACIONES GNSS

DESCRIPCIÓN

5

Objeto de la invención

La presente invención tiene aplicación en el sector técnico de la construcción y auscultación de vías, como por ejemplo vías férreas, más concretamente en los aparatos de apoyo para la medida de parámetros geométricos, mediante un vehículo autónomo que permite realizar observaciones sin necesidad de ningún tipo de infraestructura adicional.

Antecedentes de la invención

Actualmente, la auscultación y medición de los parámetros geométricos de las vías son operaciones habituales que se realiza sobre las líneas de ferrocarril para garantizar unas determinadas condiciones de seguridad, tanto en las fases de construcción de la infraestructura ferroviaria como en las posteriores operaciones de mantenimiento de la misma, que permitan a los vehículos circular sobre ellas a la velocidad prevista en el trazado. Estas condiciones de seguridad tienen relación directa con el mantenimiento de las características geométricas del trazado a lo largo del tiempo y la pronta detección de deformaciones estructurales.

20

Las administraciones ferroviarias suelen seguir programas de mantenimiento y control periódico de las vías para restablecer los parámetros geométricos y de calidad originales del proyecto. Para ello, es necesario medir las variaciones de las posiciones absolutas de cada carril respecto de su posición teórica que, junto a las mediciones de los anchos de vía, y nivelación longitudinal y transversal, constituyen los datos de partida para que una máquina bateadora restituya las posiciones originales de cada carril.

25

Los avances en este campo han ido en la dirección de aumentar la automatización y velocidad en el registro de datos, dando lugar a la aparición de vehículos medidores y registradores de tracción mecánica y de grandes dimensiones, adecuados para grandes longitudes y de uso exclusivo de las Administraciones Ferroviarias.

30

Otra solución de menor dimensión son los llamados carros de vía, más manejables y de poco peso (unos 20 Kg), que suelen estar formados por un bastidor central en el que

quedan alojados un conjunto de sensores, con los que se miden los datos que definen la geometría de la vía. Se adaptan a gran parte de los trabajos habituales de control de calidad final de la vía montada sobre balasto y a los trabajos de montaje de vía en placa. Sus principales inconvenientes son su elevado precio, el complicado manejo del equipo y tratamiento de los datos y que no resulta operativo en trabajos intermedios de construcción de nuevas vías, ni en muchos casos económicamente rentable en el registro de datos de vía existente, salvo para empresas muy especializadas. Además, el vehículo se mueve apoyando sobre los dos raíles de la vía mediante la fuerza que un operador de campo transmite de forma manual.

10

Los vehículos medidores y los carros de vía coexisten con las soluciones tradicionales, en las que, para medir las deformaciones de los carriles se utilizan instrumentos y métodos de geodesia clásica, apoyados por métodos consistentes en el cálculo de la curvatura de los carriles a través de los datos de medición de las flechas de una cuerda en puntos consecutivos. Son métodos lentos y muy trabajosos que requieren una alta cualificación de los operarios.

15

Por tanto, el trabajo relacionado con la construcción y medición de vías férreas suele tener tres escenarios bien diferentes, tal y como se ha comentado anteriormente: el primero, totalmente automatizado, basado en el uso de vehículos medidores de tracción mecánica y cuyo empleo está limitado en la práctica a las Administraciones Ferroviarias; el segundo, en el que se emplean los denominados carros de vía, cuyo uso suele ser exclusivo de empresas especializadas que han realizado una inversión económica inicial importante y ha formado a su personal en el uso de esta instrumentación; aunque presenta importantes ventajas en cuanto a las precisiones que se obtienen en las coordenadas tridimensionales de los puntos medidos, presentan algunas desventajas importantes, como la necesidad de operarios de campo para realizar manualmente la tracción; por último, el tercer escenario consiste en el uso de instrumentos y métodos de topografía y geodesia clásica, con los que se consiguen precisiones similares a las del segundo escenario, pero con un trabajo de campo a pie de obra más intenso y continuado; mucho más lentos que los anteriores, aunque la inversión económica en instrumentación (regla de anchos, asas de flechar,...) es la menor de los tres escenarios.

20

25

30

Por estas razones, el estado del arte recibiría de buen grado soluciones que lograsen aligerar estos trabajos en los que intervienen una gran parte de pequeñas empresas de

35

Topografía y Geomática dedicadas a la realización de proyectos de ingeniería, control de calidad y asistencia técnica a la construcción. Un aparato autónomo y flexible que pueda reducir la intervención de operarios, fácil de transportar y manejar, de uso sencillo sin necesidad de ninguna infraestructura adicional ni de personal altamente cualificado que
5 revirtiese en una mayor comodidad y competitividad, pero sin prescindir de la obtención de las precisiones requeridas en estos trabajos.

Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas mencionados anteriormente mediante un
10 pequeño vehículo autónomo, el cuál puede acoplarse a un solo raíl de una vía, por ejemplo una vía férrea y desplazarse sin intervención directa de ningún operario ni necesidad de piquetes ni de referencias externas que faciliten los trabajos de replanteo.

Para ello se presenta un aparato para la medida de parámetros geométricos de una vía
15 caracterizado porque comprende:

- unos medios de guiado y alineamiento acoplables a ambos lados de un solo raíl de la vía para mantener el aparato sobre la parte superior del raíl;
- unos medios rodantes para su desplazamiento sobre el raíl;
- unos medios motores para accionar los medios rodantes;
- 20 - un sensor de nivel que mide un parámetro de inclinación;
- un sensor GNSS

El sensor GNSS puede configurarse, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, para obtener datos de coordenadas tridimensionales en distintos puntos de la vía
25 preestablecidos por un usuario.

Se contempla, en una de las realizaciones de la invención, que el sensor GNSS sea un sensor adaptado para su uso con GPS, GLONASS, GALILEO, DEIDOU o cualquier otro sistema de navegación, con conectividad inalámbrica para transmitir los datos obtenidos
30 incluso en tiempo real.

Alternativamente, los datos obtenidos por el sensor GNSS pueden ser almacenados en memoria y procesados posteriormente.

Opcionalmente, se contempla en una de las realizaciones de la invención, que el aparato disponga de una barra lateral acoplable a un segundo raíl de la vía que estabiliza el aparato. De esta forma, la barra el aparato resulta acoplado a ambos raíles de la vía y consigue una estabilidad superior para el caso de observación con viento u otras condiciones que lo aconsejen (curvas muy pronunciadas, necesidad de elevar la altura del receptor acoplando un soporte de mayor altura, etc. La barra, una vez el aparato está acoplado a los raíles, queda perpendicular a dichos raíles en su realización preferente.

Los medios de guiado y alineamiento, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, comprenden: al menos dos guías perpendiculares al eje longitudinal del raíl, donde cada una de dichas guías comprende en su extremo dos tramos adicionales: un primer tramo inclinado hacia el interior del raíl, con una inclinación en torno a los 45° respecto a la vertical, en el cual está fijado un sistema de rodamientos (21) con un eje perpendicular al de dicho primer tramo, que se ajusta por presión a la parte curvada que une la parte inferior de la cabeza del raíl con la parte superior del alma de dicho raíl, mediante un muelle ajustable con tornillo (22); y un segundo tramo, a continuación del primer tramo perpendicular al eje longitudinal del raíl y por tanto, paralelo a la vertical, donde dicho segundo tramo comprende en su extremo inferior una rueda insertada y configurada para apoyar y rodar sobre un lateral del raíl; y además unos medios de desplazamiento que desplazan lateralmente las dos guías para acoplarse al raíl. Dichos medios de desplazamiento pueden consistir por ejemplo, en un tornillo o en un tornillo de doble rosca para permitir a cada una de las guías desplazarse en sentidos opuestos.

Los medios motores de la presente invención, de acuerdo a una de las realizaciones particulares, comprenden un servomotor que regula el índice de giros de los medios motores y que ventajosamente permiten determinar la distancia a la que desplazar el aparato.

Adicionalmente, la presente invención puede comprender unos medios de fijación que fijan los medios de desplazamiento a la estructura del aparato, bloqueando cualquier movimiento respecto a su eje horizontal.

Opcionalmente, la presente invención puede incorporar también unos medios de retención dispuestos entre las guías que impiden el movimiento rotatorio de dichas guías. Ventajosamente, se consigue que las guías queden bloqueadas al ser atravesadas por los medios de retención, como por ejemplo dos varillas.

De acuerdo a una de las realizaciones de la presente invención, se contempla ubicar un sensor de distancia en uno de sus laterales del aparato para detectar la distancia entre el raíl por el que se desplaza el aparato y un segundo raíl de la vía. El sensor de distancia
5 puede ser por ejemplo un sensor de ultrasonidos, un sensor láser o cualquier otro dispositivo similar.

Se contempla, en una de las realizaciones de la invención, un módulo de comunicaciones para recibir instrucciones de control enviadas por un usuario desde un dispositivo móvil
10 mediante una interfaz de comunicaciones. Por ejemplo, el módulo de comunicaciones puede ser una tarjeta WiFi, un módulo de conexión 3G, 4G o cualquier otro tipo de comunicación inalámbrica.

Se contempla, en una de las realizaciones de la invención, un módulo de memoria
15 configurado para almacenar todas las mediciones realizadas por cualquiera de los sensores. Ventajosamente se puede realizar el procesado posterior de dichas mediciones recuperando los datos almacenados en el módulo de memoria en un ordenador o procesador.

El aparato de la presente invención puede ser, de acuerdo a una de las realizaciones, un
20 vehículo autónomo que no necesita de ningún operario para desplazarse por la vía. Puede realizar sus desplazamientos a través de una programación previa o siguiendo en tiempo real las instrucciones que recibe a través del módulo de comunicaciones.

Ventajosamente el aparato de la presente invención se desplaza por un solo raíl de la vía
25 férrea, acoplado firmemente gracias a los medios de guiado.

Las reducidas dimensiones y poco peso del vehículo autónomo de la presente invención permiten una gran estabilidad gracias a un centro de gravedad muy bajo, lo que le permite avanzar por el raíl impulsado por un pequeño motor de bajo consumo. Ventajosamente
30 puede manipularse y transportarse fácilmente, cambiándolo de raíl si es necesario, o salvando un tramo de vía no operativa.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una
35 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, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

5 **La figura 1.-** Muestra un esquema de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, donde se representa una realización del vehículo autónomo.

La figura 2.- Muestra una vista en alzado de un vehículo acoplado sobre un raíl de acuerdo a una de las realizaciones de la invención.

10 **La figura 3.-** Muestra una vista en planta de un vehículo acoplado sobre un raíl de acuerdo a una de las realizaciones de la invención.

La figura 4.- Muestra una vista en 3 dimensiones de una de las realizaciones de la invención que incluye un elemento estabilizador.

15 **Descripción detallada de la invención**

Lo definido en esta descripción detallada se proporciona para ayudar a una comprensión exhaustiva de la invención. En consecuencia, las personas medianamente expertas en la técnica reconocerán que son posibles variaciones, cambios y modificaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria sin apartarse del ámbito de la invención. Además, la descripción de funciones y elementos bien conocidos en el estado del arte se omite por claridad y concisión.

25 Por supuesto, las realizaciones de la invención pueden ser implementadas en una amplia variedad de plataformas arquitectónicas, protocolos, dispositivos y sistemas, por lo que los diseños e implementaciones específicas presentadas en este documento, se proporcionan únicamente con fines de ilustración y comprensión, y nunca para limitar aspectos de la invención.

30 La presente invención divulga un aparato, método y sistema para auscultar vías de una forma flexible, sencilla y económica. Concretamente, una de las realizaciones, tal y como se muestra en la figura 1, se refiere a un pequeño vehículo autónomo y ligero que soporta un receptor GNSS geodésico (1). El vehículo recorre la vía (2) de forma autónoma, movido por su propio motor y controlado remotamente por el usuario gracias a una aplicación específica implementada en un dispositivo móvil que se comunica de forma inalámbrica con el vehículo, por ejemplo a través de una comunicación WiFi entre el dispositivo móvil y la correspondiente tarjeta WiFi instalada en el vehículo. A medida que se recorre la vía,

mediante el GPS se van registrando las coordenadas XYZ directamente (en tiempo real) en la memoria interna del receptor y conectarse por ejemplo vía GSM/GPRS a las redes de posicionamiento GNSS disponibles, como las que ofrecen las comunidades autónomas, o bien trabajar en post-proceso, consiguiendo una mayor precisión en las coordenadas medidas.

Una de sus aplicaciones más ventajosas se refiere a la toma de datos de vías existentes para proyectos de rectificación de su trazado, ya que incluso pueden ejecutarse sin la existencia de bases de replanteo en un sistema de coordenadas ni ninguna otra infraestructura adicional. Tan solo, habría que apoyarse en la redes de posicionamiento GNSS existentes.

La trayectoria que sigue el vehículo autónomo está completamente vinculada al seguimiento de uno de los raíles de la vía férrea, detectando las variaciones de las posiciones absolutas de cada carril respecto de su posición teórica por medio de las observaciones proporcionadas por el receptor GNSS. De esta forma, se ofrece una precisión muy alta para todos los procesos que se realizan sobre dicho carril, ya que se obtiene un registro de datos fiable a medida que el vehículo avanza sobre la vía férrea. Dicho avance además puede realizarse de manera autónoma y programada sin necesidad de una continua supervisión por parte de un operario.

Se contempla en una de las realizaciones, un vehículo autónomo de dimensiones reducidas y de poco peso, características que permiten trabajar directamente sobre un único raíl ferroviario y facilitan su transporte de forma sencilla debido al menor peso y volumen que los sistemas conocidos del estado del arte. Paralelamente, su control a distancia implica una facilidad de uso y maniobrabilidad mejoradas, al no necesitar el desplazamiento mediante la tracción de un operario una vez colocado el vehículo en su posición inicial.

El movimiento de vehículo se realiza preferentemente por medios motores. Concretamente, en una de las realizaciones se contempla un pequeño motor que impulsa el vehículo y hace posible su desplazamiento a lo largo de uno de los raíles de la vía la distancia estipulada por el usuario en cada momento. Preferentemente se recurre a motores del tipo servo-motor, que permiten regular el índice de giros y ajustar así la distancia a trasladar el vehículo en cada momento. De esta forma se hace prescindible el uso de bulones o piquetes como referencia, ya que el vehículo se desplazará exactamente el número de metros indicador por

el usuario, normalmente coincidente con los puntos kilométricos del proyecto de construcción. Por ejemplo, un motor apropiado para la presente invención es un “Servo alto torque HD1501MG 17Kg” que permite un torque a 6 V de 17kg/cm, suficiente para mover el vehículo por la vía.

5

En cuanto a las labores de control tanto hardware como software del vehículo autónomo, se contemplan en una de las realizaciones de la invención, que se realicen mediante herramientas libres como por ejemplo la gama de sensores y placas Arduino y RaspBerry Pi, permitiendo el control de sensores mediante el hardware y su gestión mediante el software.

10

Por otra parte, es necesario cierto software para gestionar el vehículo de forma eficiente y su movimiento controlado por la vía, toma de datos de los sensores asociados, y comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil del usuario. Esta gestión del software, control de movimiento y envío y recepción de órdenes puede realizarse por ejemplo mediante otro dispositivo de hardware que puede alojar, de acuerdo a una de las realizaciones, un módulo de control software en el vehículo autónomo. La programación del software necesario para el control de cada uno de los sensores y motor del vehículo puede realizarse por ejemplo utilizando una API como la de Arduino preparada para ello.

15

20

Las figuras 2 y 3 representan dos vistas en alzado y en planta respectivamente de una de las posibles realizaciones de la presente invención, donde puede observarse un vehículo autónomo que detecta a través de su movimiento las variaciones de las posiciones absolutas de un raíl respecto de su posición teórica. Dicho vehículo comprende, de acuerdo a esta realización particular, una estructura formada por dos módulos A (11) y B (16) y que se alinean mediante unos ejes cilíndricos (15) fijados en el módulo B , que puede ser por ejemplo una carcasa, una base o un bloque que soporta el resto de elementos. Esta estructura, en su módulo B (16), se monta sobre unos medios rodantes, que pueden ser por ejemplo 4 ruedas (12) motrices como se muestra en las figuras, aunque podrían variarse en número o sustituirlas por otro tipo de rodamientos o cilindros que cumplirían con la misma función. Estas ruedas apoyan sobre la parte superior del raíl de la vía férrea y permiten desplazar el vehículo por dicho raíl al ejercer una cierta fuerza motriz. Pueden utilizarse unos medios motores, no representados en la figura, como por ejemplo un servomotor, para generar la potencia necesaria para mover el vehículo, siendo dicha potencia transmitida por un sistema de transmisión de potencia entre dichos medios motores y los medios rodantes. El vehículo incluye en su estructura instrumental para la toma de datos, en este caso un receptor GNSS geodésico (3), para la medición de coordenadas tridimensionales de los

25

30

35

puntos que definen la geometría de la vía. Además, en esta realización, cuenta con un sensor de nivel o un sensor de inclinación, no representado en la figura, fijado en la estructura del vehículo para corregir las coordenadas en el caso de trazados con peralte y pendiente longitudinal. Los datos generados por los diferentes sensores del vehículo se recogen en un módulo de almacenamiento incluido en el mismo, para su procesamiento posterior mediante una aplicación informática.

Además, la presente invención puede incluir un sistema de alineamiento y fijación (SAF) que se ajusta mecánicamente y de forma continua al raíl. En concreto, dicho sistema permite un alineamiento del vehículo respecto del raíl independientemente de la tipología y dimensiones del raíl, incluyendo aquellas que podrían derivarse por cambios climatológicos, desgaste del propio raíl, etc. Dicho sistema se compone de unos medios de guiado que, de acuerdo a la realización particular representada en las figuras 2 y 3, pueden comprender por ejemplo un tornillo de rosca (13), o varios dependiendo del número de ejes verticales utilizados, que une los módulos A (11) y B (16) de la estructura, encontrándose dicho tornillo alojado en el interior de la estructura del módulo A (11) y con su respectivo roscado en B (16) es el que regula el mecanismo de ajuste. Al tener rosca permite el desplazamiento en dirección horizontal y sentido opuesto a las guías verticales (12). En su extremo exterior se encuentra acoplado el mecanismo de accionamiento (14) para el SAF, con el cual se genera el movimiento rotacional del tornillo. Dicho sistema de accionamiento puede realizarse con o sin sistema de amortiguación. En cada extremo inferior de las partes A (11) y B (16) se prolongan en sentido perpendicular al eje longitudinal unas guías que, al estar unidas a la estructura A (11) y B (16) respectivamente, se desplazan en dirección horizontal a lo largo del tornillo (13) y permiten realizar el ajuste necesario para el sistema de alineamiento y fijación en función de las dimensiones del raíl. Para una mayor precisión en el ajuste y alineamiento, las guías verticales incluyen en su tramo inclinado aproximadamente a 45° e inferior un sistema de rodamiento (21 y 22) y ruedas (17) respectivamente como las mostradas en las figuras 2 y 3 que se ajustan al alma y tramo inclinado inferior del perfil del raíl y sirven tanto de sistema de alineamiento como fijación al vehículo. El desplazamiento de las guías verticales por el accionamiento del tornillo de rosca acerca o aleja el sistema de rodamiento ajustable (21 y 22) y las ruedas (17) del alma del raíl o vía y del tramo inclinado inferior, lo que permite el ajuste y fijación a cualquier ancho de vía. En la cara interior del módulo B (16) se encuentra fijado a la estructura del mismo un sistema guía (15) que permite el ajuste y alineamiento con el módulo A (11). Este sistema guía (15) permite el desplazamiento en dirección horizontal pero impiden a su vez el movimiento rotatorio de los

módulos A (11) y B (16). El reparto de pesos en el sistema SAF es tal que preferiblemente provoca un centro de masas y por tanto de gravedad muy bajo, lo que genera un momento de inercia mínimo y favorece la estabilidad del vehículo.

5 El sistema de alineamiento y dirección permite contrarrestar el momento de vuelco que supone soportar el peso de la estructura y el peso propio del receptor GNSS que incorpora la invención para realizar la medición. Para la adecuada captación de información por el receptor GNSS es necesario que dicho dispositivo se eleve respecto del elemento que está en contacto con la vía (sistema de alineamiento y dirección), mediante la incorporación de
 10 un jalón a una altura variable; y en consecuencia el centro de masas del conjunto estructura soporte del receptor GNSS y del propio receptor GNSS, se encuentra lo suficientemente por encima de la vía como para que el sistema de alineamiento y dirección deba contrarrestar los esfuerzos laterales (horizontales) que se produzcan por tal requerimiento del diseño de la invención. Para ello, además de las ruedas cuyo eje es vertical y que apoyan en el alma del perfil metálico que constituye la vía, se han incorporado dos ruedas [21] enfrentadas a
 15 ambos lados del perfil de la vía que forman un ángulo de aproximadamente 45° respecto de la vertical y que apoyan también sobre la vía. Cabe destacar que pueden establecerse tantos conjuntos de dos ruedas, tanto las de eje vertical como las ruedas a 45°, como sean necesarias en relación a la longitud del sistema de alineamiento y dirección de la invención.
 20 Las ruedas que forman 45° con la vertical, además de presionar el perfil de la vía por la presión ejercida en el apriete de los elementos A [11] y B [16]; también ejercen mayor presión y sujeción por la acción de un sistema de muelles [22] que incorpora. Con este sistema de muelles se garantiza un contacto continuo sobre el perfil de la vía, evitando despegues por las irregularidades propias del perfil o por la velocidad a la que puede
 25 desplazarse la invención por la vía, de modo que se asegura así un contacto continuo que evita el giro respecto de la vertical de la invención debido a los esfuerzos laterales y a la posición elevada del centro de masas, y en consecuencia se produzca una medición errónea.

30 La presente invención incluye, en una de sus realizaciones, un sensor de distancia basado en ultrasonidos o de cualquier otro tipo, para la medición del ancho de vía. De acuerdo a realización de las figuras 2 y 3, el sensor de ultrasonidos (19) se sitúa en uno de los laterales de la estructura orientado, obviamente, hacia el otro raíl de la vía. Por ejemplo puede utilizarse un sensor de ultrasonido HC-SR04, que permite medir la distancia entre
 35 carriles con una precisión milimétrica. No obstante, para aumentar la precisión de las

medidas, se podría complementar la utilización del sensor de ultrasonidos con una regla de anchos.

5 La estructura del vehículo puede servir para alojar el hardware y los sensores del vehículo que permiten el control del vehículo. Es necesario un cierto espacio (20) para componentes como el motor, hardware, sensores y otros componentes electrónicos y los medios de conexión correspondientes.

10 La energía necesaria para alimentar el vehículo autónomo puede proceder de una fuente de alimentación autónoma, como por ejemplo una batería eléctrica, una pila, placa solar o similar, implementada en la propia estructura del vehículo autónomo.

15 La figura 4 representa una vista en 3 dimensiones de una de las realizaciones del vehículo que incluye un elemento estabilizador y antibasculante. Concretamente, se dispone una barra (40) lateral configurada para ser acoplada a un segundo raíl (41) de la vía para estabilizar el vehículo. El vehículo resulta de esta forma acoplado a ambos raíles de la vía y consigue una estabilidad superior. Puede observarse como la barra queda perpendicular a dichos raíles en su realización preferente, ya que estructuralmente proporciona mayores ventajas, aunque en otras realizaciones podría tomar orientaciones alternativas, recurrir a 20 varias barras o a varios puntos de apoyo en cualquiera de las dos vías.

Cualquiera de las realizaciones mostradas en las diferentes figuras, presentan una morfología y diseño particulares que diferencian la presente invención de cualquier otra de las soluciones existentes en el estado del arte. Es mucho más sencilla y ligera que los 25 carros actuales, lo que le permite circular sobre un solo raíl gracias a las características estructurales comentadas anteriormente. A modo de ejemplo, un equipamiento típico para una de las realizaciones de la presente invención lo conforman un sensor de inclinación y un sensor lineal muy ligeros, de apenas algunos gramos y unas dimensiones del orden de algunos centímetros, un sensor GNSS y algunos otros elementos auxiliares pero también 30 muy ligeros. Estas características hacen que el aparato de la presente invención sea muy apropiado no solo para registrar datos para el mantenimiento y control de calidad de las vías, sino también para los trabajos de anteproyectos de rectificación de vías y sobre todo, a los trabajos propios de asistencia a la construcción, por ser mucho más versátil, ligero y adaptable a las circunstancias propias de los trabajos de obra en fases intermedias, en las 35 que apenas se cuenta con elementos de referencia.

El sensor GNSS se va desplazando solidariamente con el vehículo de forma automática, de acuerdo a las instrucciones enviadas por el operador que maneja el aparato, y de esta forma se obtienen las coordenadas X, Y, Z de cada punto observado. En función del trabajo a realizar, surgen diferentes aplicaciones de la presente invención en las tareas de medición:

5 Por una parte, pueden medirse los parámetros geométricos de la vía para un control de calidad de la misma. Para ello, se procede a realizar una sola pasada en el hilo bajo (carril izquierdo) con el vehículo. Se toman los datos necesarios para definir la posición y altura de vía con la misma precisión que un carro medidor de los ya conocidos, pero con una solución
10 mucho más sencilla y económica. Los otros dos parámetros (ancho de vía y peralte), aunque también se pueden registrar solo mediante este vehículo (con los datos que proporcionan el sensor de distancia y el sensor de inclinación), en el caso de requerir una mayor precisión en la medición del ancho de vía, se podría complementar el uso de la invención con el de una regla de anchos. Recientemente se ha podido constatar que las
15 precisiones conseguidas con estos equipos son iguales a las de los carros medidores de vía, a costa de un menor rendimiento de los trabajos de campo, pero perfectamente válidas cuando se necesita tomar datos en tramos de longitudes medias, que desaconsejan el empleo del carro medidor por su elevado coste y aparatosidad.

20 Por otra parte, si se quieren tomar datos preliminares para un proyecto de rectificación de vías existentes, se realiza una sola pasada con el vehículo colocado en uno de los carriles, obteniéndose así todos los parámetros geométricos: posición y altura de vía, así como ancho de vía y peralte, con la precisión suficiente para estos trabajos.

25 En el caso de obras de construcción, los replanteos normalmente se refieren a un carril, y éste sirve de referencia para colocar el segundo. Por ello, sólo es necesaria una pasada por uno de los raíles.

En todos los casos, la presente invención manifiesta una serie de ventajas sobre las
30 soluciones ya conocidas del estado del arte, entre las que se encuentran por ejemplo el mínimo desembolso en equipos topográficos necesario para operar con un vehículo autónomo como el de la presente invención, ya que puede prescindirse totalmente de cualquier elemento adicional. Además, el vehículo propuesto es de muy bajo coste, ya que los componentes que utiliza son básicos.

35 Se consigue optimizar enormemente los proyectos de medición y automatizar los procesos,

con el consiguiente ahorro de personal y gastos de energía innecesarios, ya que todo el control lo puede realizar un solo operador.

5 La flexibilidad con la que se pueden realizar los trabajos es enorme. Las características de la presente invención hacen el trabajo de campo tremendamente cómodo y permiten desplazar a un solo operario el vehículo de una vía a otra, repetir un tramo o transportar el equipo fácilmente. Incluso, la intervención del operador puede reducirse a únicamente programar las observaciones y controlar el buen funcionamiento de los dispositivos.

10 El registro de datos se hace en un entorno completamente digital desde el propio vehículo de la invención, en contraposición con los métodos de registro manuales ampliamente extendidos entre las alternativas de bajo coste.

15 Por tanto la presente invención resulta ser un producto de bajo coste, desde luego muy inferior a los sistemas empleados en la actualidad para la toma de datos in-situ en actividad de construcción, que aumenta el rendimiento y la comodidad de los trabajos en los que se aplica sin menoscabo de los resultados. Además, para su uso, las necesidades de formación de personal son absolutamente mínimas.

20 Como ejemplos de aplicaciones concretas de la presente invención, pueden señalarse por ejemplo los trabajos de rectificación y remodelación de vías existentes o, por otro lado, la implantación de nuevas líneas de ferrocarril.

25 Para los trabajos de rectificación y remodelación de vías existentes, se parte de las coordenadas de una red de bases calculadas en el sistema de coordenadas oficial, desde las que se realiza una medición de la situación local de la vía, tanto en planta como en alzado. Para ello, se toman las coordenadas de puntos de marcaje sobre la vía, además de otros puntos obligados; posteriormente, con las coordenadas obtenidas se calculan los parámetros del trazado en planta (puntos singulares, radios de curvas, curvas de transición y sus longitudes, etc.) y en alzado (pendientes, acuerdos verticales, etc.); por último, con estos datos, se calculan los desplazamientos horizontales y verticales (ripados, levantes y rebajes) que mediante una máquina bateadora, habría que aplicar a la vía existente para adecuarla a la situación proyectada. En este supuesto, la presente invención se aplica
30 justamente en la fase de toma de datos de las coordenadas tridimensionales de los puntos sobre los carriles y en la fase de comprobación final de la obra ejecutada.

35

En cuanto a los trabajos de implantación de nuevas líneas de ferrocarril, se parte de la existencia de una red de bases calculadas en el sistema de coordenadas oficial y de que los datos de la posición de los carriles tanto en planta como en alzado están definidos en los documentos del propio proyecto de construcción. En este caso, hay que realizar un replanteo por coordenadas, normalmente indirecto mediante piquetes auxiliares, colocados a una distancia de entre 2,5 y 3 m del eje de la vía, que servirá de referencia a la maquinaria de vía para posicionar correctamente los carriles. Hay que señalar que las vías no se colocan en su posición final en una sola vez, sino que su alineación y nivelación se realiza mediante una máquina bateadora en tres secuencias repetidas y siempre referenciándose a los datos planimétricos y altimétricos que proporcionan los piquetes. En este caso, la invención puede utilizarse para comprobar en cada fase el estado en que se encuentra la vía respecto de su posición geométrica sin necesidad de piquetes, aligerando así el trabajo de los operadores de la máquina bateadora, sobre todo cuando, por las propias circunstancias de las obras, desaparecen sobre el terreno algunos tramos de alineaciones de piquetes, al no ser necesarios estos para el funcionamiento de la presente invención.

Por último, tras la finalización y recepción de las obras, se procede a referenciar las posiciones absolutas de la vía a unos bulones o puntos de marcaje permanentes embutidos en los postes de la catenaria (hay que tener en cuenta que a estas alturas, los piquetes han desaparecido), con el fin de poder reproducir en todo momento la posición de cada carril, tanto en planta como en alzado, para futuras operaciones de conservación de la vía. En este caso, la invención tiene un uso inmediato, ya que puede programarse su avance de manera que realice paradas controladas frente a estos puntos; una vez obtenidas las coordenadas de los mismos y comparadas con las de proyecto, pudiéndose calcular los desplazamientos necesarios para llevar los carriles a su posición original sin necesidad de realizar mediciones auxiliares a los bulones, solamente se trabajaría con las coordenadas tridimensionales del proyecto original.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.-** Aparato para la medida de parámetros geométricos de una vía caracterizado por que comprende:
- unos medios de guiado y alineamiento acoplables a ambos lados de un solo raíl de la vía para mantener el aparato sobre la parte superior del raíl;
 - unos medios rodantes para su desplazamiento sobre el raíl;
 - unos medios motores para accionar los medios rodantes;

10 - un sensor de nivel que mide un parámetro de inclinación;

 - un sensor GNSS.
- 2.-** Aparato de acuerdo a la reivindicación 1 donde el sensor GNSS está configurado para obtener datos de coordenadas tridimensionales en distintos puntos de la vía preestablecidos por un usuario.
- 15 **3.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el sensor GNSS es un sensor adaptado para su uso con GPS, GLONASS, GALILEO, DEIDOU o cualquier otro sistema de navegación, con conectividad inalámbrica para transmitir los datos obtenidos.
- 4.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además
- 20 comprende una barra lateral acoplable a un segundo raíl de la vía que estabiliza el aparato.
- 5.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los medios de guiado y alineamiento comprenden:
- al menos dos guías perpendiculares al eje longitudinal del raíl, donde cada una de dichas guías comprende en su extremo inferior una rueda insertada en dicha guía y

25 configurada para apoyar y rodar sobre un lateral del raíl;
 - unos medios de desplazamiento que desplazan lateralmente las dos guías para acoplarse al raíl.
- 6.-** Aparato de acuerdo a la reivindicación 5 donde el extremo inferior de las guías comprende dos tramos: un primer tramo inclinado hacia el interior aproximadamente 45
- 30 grados; y un segundo tramo, a continuación del primer tramo, perpendicular al eje longitudinal del raíl; donde dicho primer tramo comprende adicionalmente un sistema de rodamientos (21) dispuesto según un eje perpendicular al de dicho primer tramo, donde el sistema de rodamientos es ajustable por presión a la parte curvada que une la cabeza del raíl con el alma de dicho raíl mediante un muelle ajustable con un tornillo (22).
- 35 **7.-** Aparato de acuerdo a cualquier de las reivindicaciones 5,6 donde los medios de desplazamiento comprenden un tornillo de rosca.

8.- Aparato de acuerdo a cualquier de las reivindicaciones 5-7 que además comprende unos medios de fijación que fijan los medios de desplazamiento a la estructura del aparato, bloqueando cualquier movimiento respecto a su eje horizontal.

5 **9.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 5-8 que además comprende unos medios de retención dispuestos entre las guías que impiden el movimiento rotatorio de dichas guías.

10.- Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un sensor de distancia ubicado en uno de sus laterales que detecta la distancia entre el raíl por el que se desplaza el aparato y un segundo raíl de la vía.

10 **11.-** Aparato de acuerdo a cualquier de las reivindicaciones anteriores que además comprende un módulo de comunicaciones configurado para recibir instrucciones de control enviadas por un usuario desde un dispositivo móvil mediante una interfaz de comunicaciones.

15 **12.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los medios motores comprenden un servomotor que regula el índice de giros de los medios motores y determina la distancia a la que desplazar el aparato.

13.- Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un módulo de memoria configurado para almacenar todas las mediciones realizadas por cualquiera de los sensores.

20 **14.-** Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de comunicaciones es una tarjeta WiFi, un módulo de comunicaciones 3G o un módulo de comunicaciones 4G.

15.- Aparato de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el aparato es un vehículo autónomo.

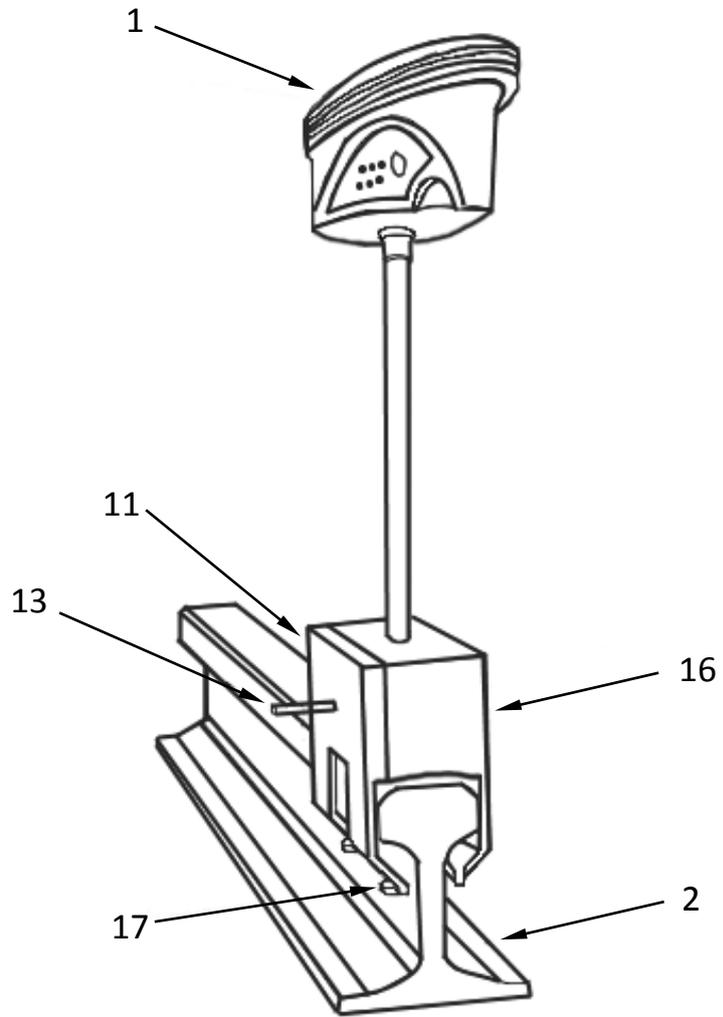


Figura 1

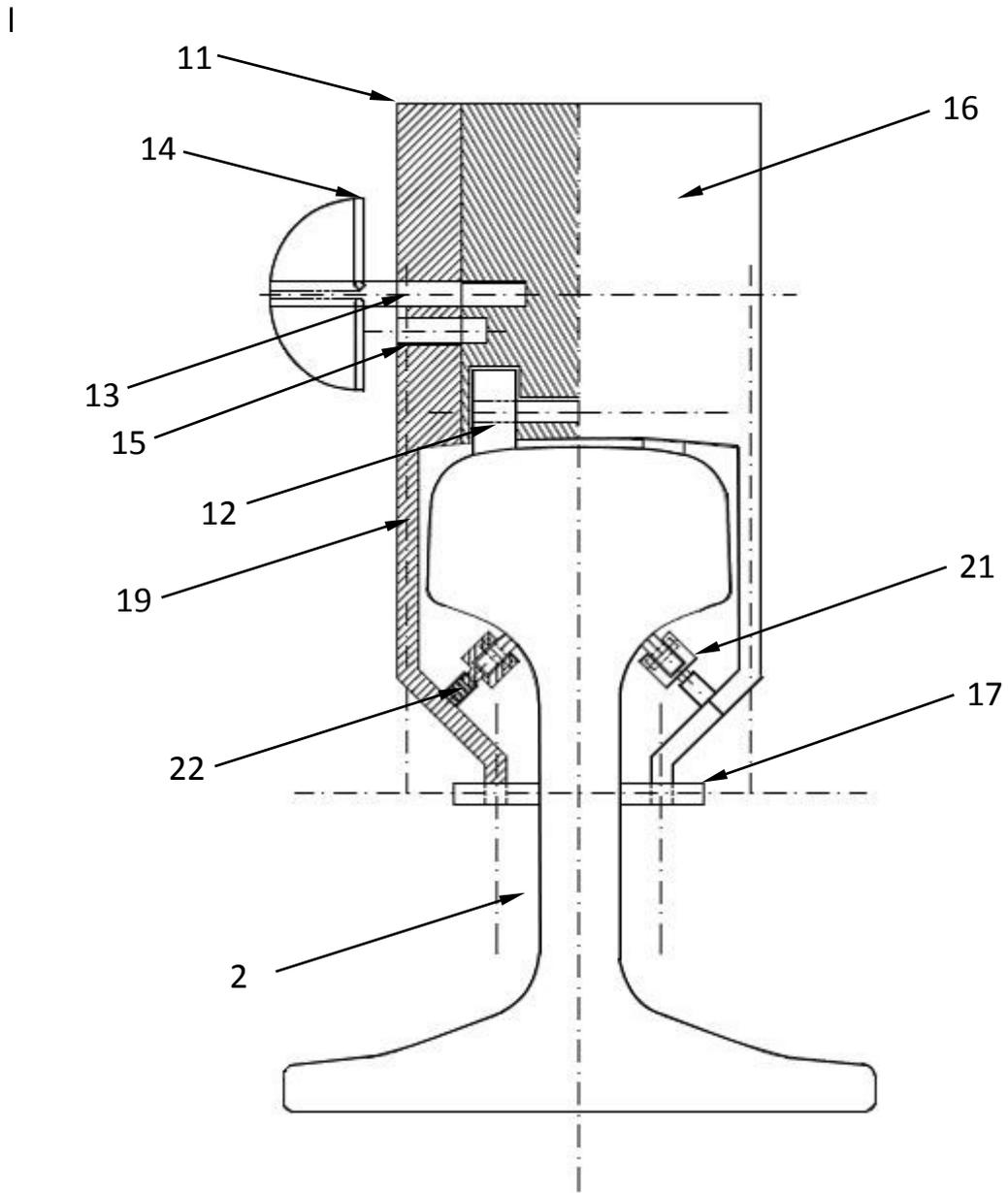


Figura 2

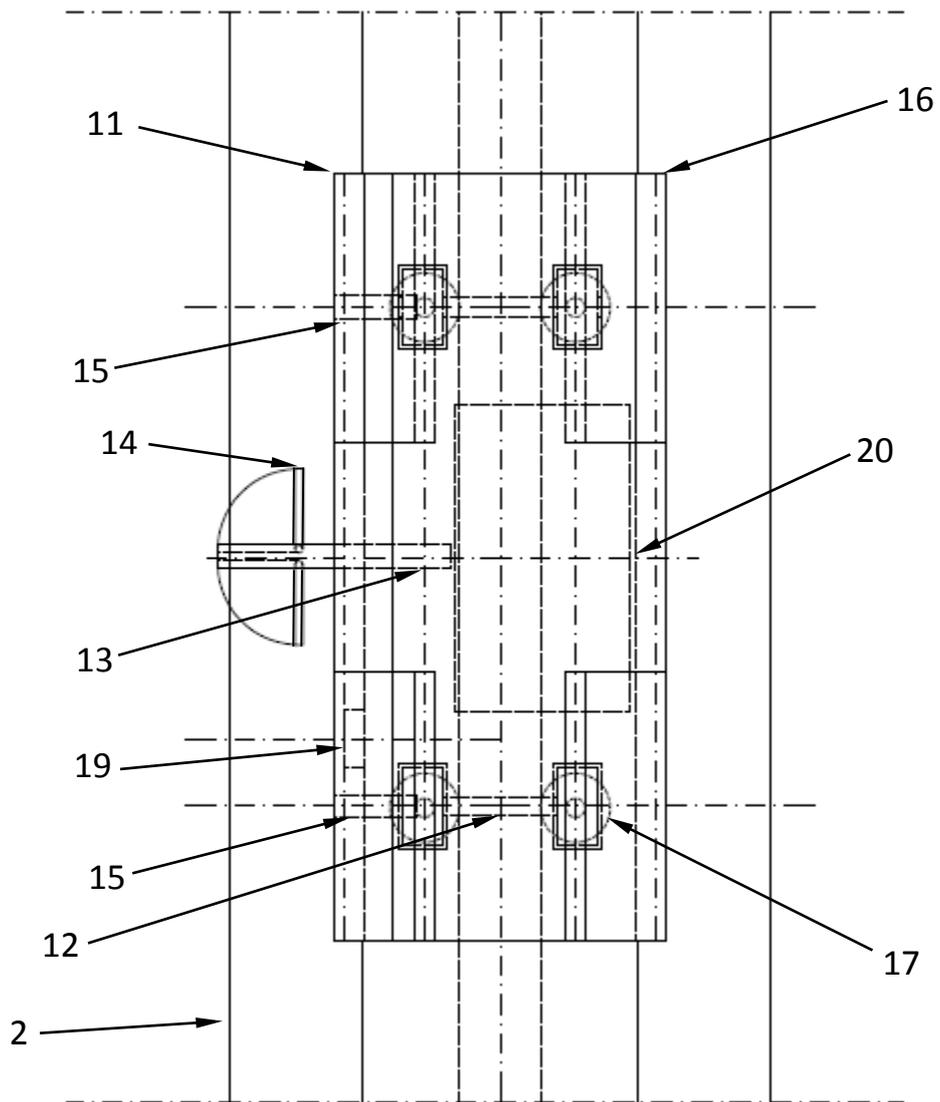


Figura 3

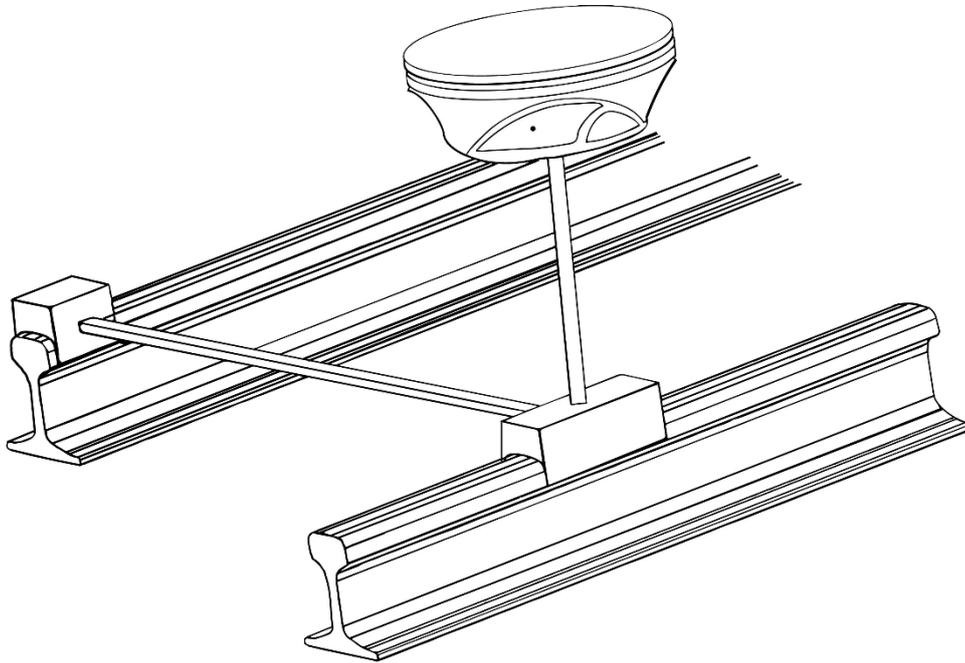


Figura 4



- ②① N.º solicitud: 201531710
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 25.11.2015
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2005111012 A1 (WAISANEN STEVEN K) 26/05/2005, figuras 1 - 2. párrafos [0031 - 0038]; figuras 10 - 11.	1-15
A	CN 103343498 A (UNIV WUHAN) 09/10/2013, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE. Figuras	1-15
A	CN 201107030Y Y (MIN ZHOU) 27/08/2008, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE. Figuras	1-15
A	CN 101962925 A (SHANGHAI RAILWAY RES INST OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 02/02/2011, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE	1-15

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
20.10.2016

Examinador
P. Sarasola Rubio

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01C7/04 (2006.01)
B61K9/00 (2006.01)
B61K9/08 (2006.01)
E01B35/04 (2006.01)
E01B35/06 (2006.01)

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

G01B, G01C, B61K, E01B

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: 20.10.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-15	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	US 2005111012 A1 (WAISANEN STEVEN K)	26.05.2005
D02	CN 103343498 A (UNIV WUHAN)	09.10.2013

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

El documento D01 se considera el estado de la técnica más cercano a la invención a estudio. En él se describe un dispositivo de inspección de raíles con láser, en este caso, para comprobar que los raíles de una instalación de puente grúa cumplen con todas las especificaciones exigidas en la normativa correspondiente. El dispositivo comprende unos medios de guiado (246) y alineamiento (figuras 10, 11, párrafo [0038]) acoplables a ambos lados de un solo raíl de la vía para mantener el aparato centrado y sujeto al raíl; unos medios rodantes (224, 228, párrafo [0036]) para su desplazamiento sobre el raíl; unos medios motores (232, párrafo [0036]) para accionar los medios rodantes y un sensor de nivel (124, párrafos [0032-0033]) que mide el parámetro de inclinación del láser.

Si comparamos el documento D01 con **la reivindicación 1** de la invención a estudio, vemos que la diferencia entre ambos reside en que el dispositivo del documento D01 no posee el sensor GNSS. Esta diferencia implica que el dispositivo del documento D01 no envía las coordenadas de los distintos puntos de la vía o del carril. Este efecto resuelve el problema técnico de localizar el punto de la vía donde se encuentra el carril defectuoso. Un experto en la materia que esté utilizando el dispositivo para reconocer defectos en una vía del tren, de gran longitud, reconocería el problema y lo resolvería de la misma forma, sin necesidad de utilizar actividad inventiva. Utilizar sensores GNSS es algo habitual en los dispositivos auscultadores, tal y como se ilustra con el documento D02, el cual describe un detector de irregularidades de la vía basado en un sistema INS/GNSS. Este sistema de navegación se fija en un soporte móvil el cual cuenta con un medidor y sensor de desplazamiento y se desplaza a lo largo de la vía y va registrando las coordenadas tridimensionales de la posición del vehículo así como su inclinación. Una unidad de proceso se utiliza para medir las irregularidades del carril y calcular los ajustes a realizar.

Por ello, la reivindicación 1 de la invención a estudio tendría novedad pero carecería de actividad inventiva, a la vista del documento D01 (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Las **reivindicaciones 2-3** también hacen referencia al sensor GNSS y a la conectividad inalámbrica. El dispositivo del documento D01 no tiene GNSS pero mide la distancia que se ha recorrido del carril con un encóder (240) y sí posee conexión inalámbrica (300, figura 1). El hecho de que no tenga GNSS tampoco aporta ningún efecto sorprendente a la invención. En el documento D02 se ve que es algo habitual en este tipo de vehículos, por lo que se considera que carecen de actividad inventiva las reivindicaciones 2-3 (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

La **reivindicación 4** describe que el dispositivo comprende una barra lateral acoplable a un segundo raíl de la vía. El documento D01 no utiliza este mecanismo, pero es evidente que si se quiere dar mayor estabilidad al dispositivo esa es la manera más habitual de lograrlo. De hecho, la mayor parte de los dispositivos auscultadores que se encuentran en el estado de la técnica (véase el documento D02) se apoyan en ambos raíles. Por tanto, se considera que la reivindicación 4 carecería de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Las **reivindicaciones 5-9** describen los medios de guiado y alineamiento. El documento D01 describe (figuras 10-11, párrafo [0038]) el mecanismo de alineamiento y ajuste del dispositivo, el cual comprende unos rodillos de guía de autoajustables (246) que son empujados hacia el carril (26, 28) por unos resortes o equivalentes (250). Con esto se asegura que el dispositivo (74) permanezca centrado en el carril, independientemente de la condición del mismo (por ejemplo, que esté desgastado, que el esté desplazado horizontalmente, y similares). Aunque el dispositivo no sea idéntico, se trata de una variante constructiva sin efecto técnico sorprendente. Por tanto, las reivindicaciones 5-9 carecerían de actividad inventiva a la vista del documento D01 (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Las **reivindicaciones 10-15** describen los elementos que se instalan en el vehículo y además se reivindica que se trata de un vehículo autónomo. Concretamente se instalan: un sensor de distancia, un módulo de comunicaciones, un servomotor y un módulo de memoria. Las diferencias se encuentran en que en el dispositivo del documento D01 no utiliza un sensor para medir la distancia al segundo raíl y que el módulo de memoria reside en el ordenador, pero ambos sistemas son de uso común y un experto en la materia los seleccionaría, según las circunstancias, sin el ejercicio de actividad inventiva. Por tanto se considera que las reivindicaciones 10-15 carecerían de actividad inventiva a la vista del documento D01 (Ley 11/1986, Art. 8.1.).