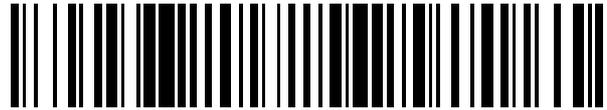


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 204**

21 Número de solicitud: 201531299

51 Int. Cl.:

G01V 11/00 (2006.01)
G01F 23/00 (2006.01)
B61L 23/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

11.09.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.03.2017

71 Solicitantes:

**ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS
FERROVIARIAS (ADIF) (50.0%)
HIEDRA, S/Nº ESTACIÓN DE CHAMARTÍN,
EDIFICIO 23
28036 MADRID ES y
WIN INERTIA, S.L. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ PLAZA, Miguel;
DOMÍNGUEZ AMARILLO, Eugenio;
PÉREZ MASILLA, Álvaro;
GÓMEZ CASTRO, Victor;
ALONSO GIMENO, Diana;
GARCÍA SÁNCHEZ, Constantino José y
MORA MARTÍNEZ, María Luisa**

74 Agente/Representante:

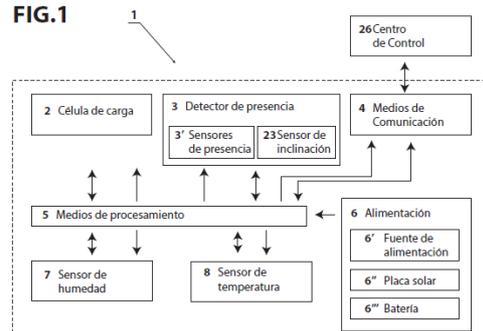
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA ALTURA DE CÚMULOS DE UNA SUSTANCIA EN ENTORNOS FERROVIARIOS**

57 Resumen:

Dispositivo y procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios. Se divulga un dispositivo para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios y su procedimiento de medida asociado. El dispositivo comprende: una célula de carga (2); un detector de presencia (3), que comprende al menos dos sensores de presencia (3') ubicados en un mismo plano vertical a diferentes alturas, configurados para activarse cuando detectan la presencia de la sustancia; y, unos medios de procesamiento (5) configurados para calcular: una primera altura del cúmulo de la sustancia a partir del peso medido por la célula de carga (2); y, una segunda altura a partir de una lectura de los detectores de presencia (3). Los medios de procesamiento están configurados para seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la primera altura si existe coherencia entre la primera y la segunda altura, y seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la segunda altura si existe incoherencia entre la primera y la segunda altura.

FIG.1



ES 2 605 204 A1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA ALTURA DE CÚMULOS DE UNA SUSTANCIA EN ENTORNOS FERROVIARIOS

5

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es un nuevo dispositivo capaz de determinar la cantidad de sustancia acumulada en un determinado lugar así como su procedimiento de medida asociado. La sustancia puede ser cualquier sustancia que se conozca su densidad, y preferentemente, aquellas sustancias encontradas en entornos ferroviarios tales como agua, arena, hielo, cereales, etc.

La presente invención pertenece en general al campo de los sensores de medida de altura de sustancias. Más preferentemente, la invención pertenece al campo de los sensores de medida de la altura de arena empleados en el ámbito ferroviario y de comunicaciones en entornos desérticos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

En la actualidad, se están realizando grandes proyectos en tecnología ferroviaria tanto a nivel nacional como internacional. Entre ellos destacan varias líneas de alta velocidad que atraviesan zonas desérticas con climas extremos. Por ejemplo, es el caso del tren de alta velocidad que en Arabia Saudí recorrerá los 453 km que separan las ciudades de Medina y La Meca, donde parte del trayecto se realiza a través de un desierto de arena. El paso del tren por el desierto incrementa enormemente los requisitos tanto de las vías como de los propios trenes, ya que ambos deben ser resistentes no sólo a altas temperaturas sino también soportar los inconvenientes técnicos creados por la arena.

30

En efecto, la invasión de las vías por arena procedente de dunas en movimiento o depositada por fenómenos de tormentas de arena y viento es una de las preocupaciones que pueden afectar tanto a la utilización como al mantenimiento de las instalaciones. En caso de depositarse sobre las vías una cantidad importante de

arena, podría ser necesario disminuir la velocidad permitida temporalmente, llegando en casos extremos a interrumpir el tráfico de trenes por seguridad.

5 Otros fenómenos naturales como el agua, el hielo o incluso los cereales procedentes de campos de cultivo cercanos a las vías férreas también pueden dificultar el tránsito de los trenes.

En este contexto, se hace necesario el uso de detectores de acumulaciones o cúmulos de sustancia capaces de proporcionar al operador de la línea ferroviaria, en particular
10 la línea de alta velocidad, información acerca de la cantidad de sustancia (arena, agua, etc) que se acumula en cada momento en puntos determinados de la vía.

En el estado de la técnica actual se conocen dispositivos para medir sustancia como la lluvia o la nieve, formados por un único sensor como el divulgado en CN203444126(U)
15 y titulado *"WEIGHING TYPE RAIN AND SNOW METER BASED ON WIRELESS SENSOR NETWORK"*.

Actualmente no se conocen detectores de cúmulos de sustancia capaces de llevar a cabo esta función, y por lo tanto existe una necesidad en la técnica que aún no está
20 solucionada.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención describe un dispositivo capaz de medir los cúmulos de
25 sustancia (arena, agua, etc.) que soluciona la problemática anterior midiendo el peso y altura de la sustancia en un punto determinado y que transmite esta información desde el dispositivo hasta un centro de control donde se tomarán las acciones que sean necesarias en cada momento.

30 Un primer aspecto de la invención está dirigido a un dispositivo para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios. Por tanto, dentro de los entornos ferroviarios, el dispositivo de la presente invención se puede implantar en al menos vías en placa, vías en balasto, trampas de arena, plataforma ferroviaria y muros de contención. El dispositivo fundamentalmente comprende:

35 - una célula de carga configurada para medir un peso de la sustancia;

- un detector de presencia, que comprende al menos dos sensores de presencia ubicados a diferentes alturas, configurados para activarse cuando detectan la presencia de la sustancia; y,

5 - unos medios de procesamiento que están conectados a la célula de carga y al detector de presencia y que están configurados para calcular: una primera altura del cúmulo de la sustancia a partir del peso medido por la célula de carga; y, una segunda altura a partir de una lectura de los detectores de presencia. Los medios de procesamiento están configurados para seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la primera altura si existe coherencia entre la primera y la segunda altura, y
10 seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la segunda altura si existe incoherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo coherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es inferior a un error predeterminado, e incoherencia en caso de que dicha diferencia sea igual o mayor a dicho error predeterminado.

15

En una realización preferida de la invención, el dispositivo adicionalmente comprende un sensor de humedad y un sensor de temperatura conectados a los medios de procesamiento para detectar condiciones ambientales de humedad y temperatura, respectivamente. La humedad y la temperatura son factores que pueden afectar en
20 gran medida a la densidad de la sustancia, la cual representa una variable fundamental en la medida de la primera altura (ver ecuación 1 más adelante).

En otra realización de la invención, el detector de presencia comprende un sensor de inclinación que ayudará a la corrección de las medidas de la altura o a la detección de
25 cambios en la posición del detector de presencia. Los cambios en la posición del detector de presencia pueden ser debidos a un golpe, vandalismo o defectos en el anclaje del detector de presencia. Por tanto, mediante el sensor de inclinación, los medios de procesamiento pueden generar una señal de alarma que enviarán al centro de control para su procesamiento. De forma preferida, el sensor de inclinación puede
30 ser un acelerómetro o clinómetro. Respecto de la colocación del sensor de inclinación en el detector de presencia, se prefiere la ubicación del sensor de inclinación en las partes elevadas del mismo sobre las partes inferiores ya que aumenta la sensibilidad y precisión de las medidas tomadas por el sensor de inclinación.

En otra realización de la invención, el dispositivo adicionalmente comprende unos medios de comunicación conectados a los medios de procesamiento, para que los medios de procesamiento puedan enviar al menos la altura de los cúmulos de sustancia a un centro de control.

5

En otra realización de la invención, el dispositivo adicionalmente comprende unos medios de alimentación configurados para proporcionar alimentación eléctrica a la célula de carga, el detector de presencia, los medios de comunicación y los medios de procesamiento. De entre las tecnologías actuales preferentemente se eligen las células de carga de cualquier tipo (de galgas, piezoeléctrica, hidráulica, neumática...) aunque en una realización preferida de la invención se emplea una célula de carga basada en una galga extensiométrica conectada a un puente de Wheatstone.

10

En otra realización de la invención, el detector de presencia está seleccionado entre detectores capacitivos, detectores inductivos, sensores de ultrasonidos y sensores láser.

15

En otra realización de la invención, los medios de comunicación están seleccionados entre: unos medios de comunicación analógica cableada; unos medios de comunicación digital serie por fibra óptica; unos medios de comunicación serie sobre ZigBee; unos medios de comunicación MiWi; unos medios de comunicación Wifi; unos medios de comunicación por radiofrecuencia; y, una combinación cualquiera de los anteriores. Los medios de comunicación pueden comprender medios de comunicación analógica cableada, medios de comunicación digital serie UART por fibra óptica y medios de comunicación serie inalámbrica sobre ZigBee, siendo estos tres medios de comunicación redundantes entre sí.

20

25

En otra realización de la invención, los medios de procesamiento están seleccionados entre un microprocesador, un microcontrolador, una FPGA, un DSP y un ASIC.

30

En otra realización de la invención, los medios de alimentación están seleccionados entre la red eléctrica, placas solares, baterías, mini-aerogeneradores, dispositivos de generación de energía geotérmica, dispositivos de producción de energía cinética y dispositivos de generación eléctrica a partir de gradiente de salinidad. Los medios de alimentación pueden ser una conexión a la red eléctrica, una batería que se carga a

35

través de la conexión a la red eléctrica, y una placa solar que alimenta dicha batería en caso de fallo en la red eléctrica.

En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios mediante el dispositivo definido en una cualquiera de las realizaciones anteriores referidas al primer aspecto de la invención. El procedimiento comprende las siguientes fases:

- a) calcular una primera altura del cúmulo de la sustancia a partir del peso medido por la célula de carga, de la superficie del sensor y de la densidad de la sustancia;
- b) calcular una segunda altura a partir de una lectura de los detectores de presencia;
- c) seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la primera altura si existe coherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo coherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es inferior a un error predeterminado;
- d) seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la segunda altura si existe incoherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo incoherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es igual o superior al error predeterminado.

En una realización de la invención, el paso a) adicionalmente comprende las siguientes fases:

- determinar la existencia de errores en la lectura de la célula de carga; y,
- seleccionar la segunda altura del cúmulo de la sustancia cuando se detecten errores en la lectura de la célula de carga.

En otra realización de la invención, el paso b) adicionalmente comprende las siguientes fases:

- determinar la existencia de errores en la lectura de los detectores de presencia; y,
- seleccionar la primera altura del cúmulo de la sustancia cuando se detecten errores en la lectura de los detectores de presencia.

En otra realización de la invención, el procedimiento además comprende informar a un centro de control de errores en los detectores de presencia, en la célula de carga, o ambos.

- 5 En otra realización de la invención, el procedimiento además comprende tomar una densidad de arena alternativa en caso de que se detecten errores repetitivos en la medida de la altura a partir de la masa medida por la célula de carga, la densidad de la sustancia y una condición de precipitaciones.

10 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de los elementos que conforman un ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la presente invención.

- 15 La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de implementación del dispositivo de la presente invención sobre una vía de tren.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de implementación de la célula de carga en la vía de tren.

- 20 La Fig. 4 muestra una vista en alzado de un ejemplo de realización del detector de presencia según la presente invención.

- 25 La Fig. 5 muestra una vista en planta del ejemplo de realización del detector de presencia mostrado en la figura 4.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de implementación del detector de presencia mostrado en la figura 4 en la vía de tren.

- 30 La Fig. 7 muestra una vista en alzado del ejemplo de realización del detector de presencia mostrado en figura 4 y las distintas posiciones (alturas) de los sensores capacitivos respecto de los elementos de la vía de tren.

- 35 La Fig. 8 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de medida que lleva a cabo el dispositivo de la presente invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se detalla un ejemplo de realización del dispositivo de la presente invención. Para el presente ejemplo de realización se ha elegido la arena como sustancia cuya acumulación (cúmulos) en altura se pretenden medir. Por tanto, el dispositivo de la presente invención según el presente ejemplo de realización, medirá la altura de arena acumulada en una vía de tren. La medición en altura de cualquier otra sustancia se realiza de forma semejante ya que el dispositivo de la presente invención está fabricado de forma estanca y resistente a alta y baja temperaturas.

Se describe a continuación un ejemplo del dispositivo **1** para medir la altura de arena acumulada haciendo referencia a las figuras adjuntas. Concretamente, la Fig. 1 muestra un esquema del dispositivo **1** donde se aprecian los diferentes elementos que componen el dispositivo **1**. El dispositivo **1** de este ejemplo se ha construido de manera robusta para asegurar su funcionamiento, de forma que la mayoría de los elementos se encuentran redundantes, contando con dos elementos distintos de detección de arena acumulada, concretamente una célula de carga **2** y un detector de presencia **3**. El dispositivo **1** adicionalmente comprende los medios de comunicación **4**, el sistema de procesamiento **5**, el sistema de alimentación **6**, el sensor de humedad **7** y el sensor de temperatura **8**.

Los medios de comunicación **4** comunican el dispositivo **1** con el centro de control **26**. La comunicación se puede realizar mediante comunicación analógica, comunicación serie a través de fibra óptica, y comunicación serie sobre ZigBee. Por su parte, el sistema de alimentación **6** es doble, en concreto la fuente de alimentación **6'** de 24 V y la placa solar **6''** apoyada por la batería **6'''**.

Por su parte, los medios de procesamiento **5** comprenden un microcontrolador, que normalmente dispone de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.

- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertos Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

5

Todo lo anterior debido a que habrá una cantidad considerable de sensores cuyos datos deben recogerse, tratarse, y comunicarse.

10 El dispositivo **1** mostrado en la FIG. 1 se puede implementar en la vía de tren según se muestra en la FIG. 2. En la implementación mostrada en la FIG. 2 se muestran dos células de carga **2** asociadas a sendos detectores de presencia **3** y todo ello conectado a una única caja donde se instalan el resto de elementos (**4** a **8**) que comprenden el dispositivo **1**. Como se observa en la FIG. 2, cada célula de carga **2** y cada detector de presencia **3** están asociados a un carril **9** asentado sobre su correspondiente soporte de carril **10** que a su vez está unido a la vía en placa **21**.

15

La FIG. 3 muestra en mayor detalle la célula de carga **2** y su implementación en la vía de tren. En concreto, la célula de carga **2** está dentro de un cajeadado realizado en la vía en placa **21** de tal forma que la superficie sensora **2''** está enrasada con la parte superior de la vía en placa **12**. De esta forma, la lectura de la altura obtenida por la célula de carga **2** es directamente la altura de la arena acumulada sobre la célula de carga **2**. La célula de carga **2** funciona como una báscula de tal forma que mediante el sensor de presión **2'**, la célula de carga **2** calcula el peso de la arena acumulada sobre la superficie sensora **2''**. La célula de carga **2** manda la lectura del peso medido a los medios de procesamiento, los cuales conocen la superficie de la superficie sensora **2''** y la densidad de la arena. Los medios de procesamiento calculan la altura de la arena aplicando la ecuación:

20

25

30

$$d \text{ (kg/m}^3\text{)} = m \text{ (kg)} / V \text{ (m}^3\text{)} = m \text{ (kg)} / [S \text{ (m}^2\text{)} * \text{harena ccarga (m)}] ;$$

$$\text{harena ccarga (m)} = m \text{ (kg)} / [S \text{ (m}^2\text{)} * d \text{ (kg/m}^3\text{)}] \quad \text{(ecuación 1)}$$

siendo "d" la densidad de la arena, "m" la masa, "V" el volumen, "S" la superficie de la superficie sensora **2''** y harena ccarga(m) la altura de la columna de arena situada sobre la superficie sensora **2''**.

35

En el ejemplo mostrado en la FIG. 3, el sensor de presión es una galga extensiométrica conectada a un puente de Wheatstone, que es la configuración más comúnmente utilizada para el uso de células de carga.

5 Como ha sido mencionado anteriormente, los medios de procesamiento **5** conocen la densidad de la arena para poder calcular la altura de la misma. Para calcular la altura con mayor precisión, los medios de procesamiento **5** están conectados al sensor de humedad **7** y al sensor de temperatura **8** y así conocer las posibles variaciones en la densidad de la arena debida a los factores de humedad y temperatura. Cualesquiera
 10 otro factor meteorológico (p.e., lluvia) puede ser medido por una estación meteorológica y enviados a los medios de procesamiento **5** mediante el centro de control **26** para la corrección de las medidas.

Por otro lado, la Fig. 4 y la Fig. 5 muestran una realización del detector de presencia **3**
 15 compuesto por doce sensores de presencia capacitivos **3'** dispuestos en tres alturas. Es decir, cuatro sensores de presencia capacitivos **3'** por altura dispuestos a 90° unos con respecto a los otros (ver Fig. 5) y fijados a un soporte de sensores **16**, el cual está fijado a una placa de sujeción **20** anclada a la vía en placa **21** mediante el anclaje del detector **19**. La altura máxima de sensor puede ser variable, eligiendo una altura
 20 máxima de 20 cm para el presente ejemplo de realización. Los sensores de presencia capacitivos **3'** están protegidos por un tubo extraíble **15** y una tapadera estanca **14**. El detector de presencia **3** tiene un cableado **18** para su comunicación con los medios de procesamiento. Dicho cableado **18** atraviesa el tubo extraíble **15** donde se sitúa la prensa estopa **17** que asegura la estanqueidad del detector de presencia **3**. Los
 25 sensores de presencia capacitivos **3'** se activan cuando quedan sepultados bajo tierra y no se activan por arena arrastrada por el viento.

El detector de presencia **3** mostrado en las figuras 4 y 5 se muestra también en la FIG. 6 colocado sobre la vía en placa **21** sobre la que también se sitúa el carril **9** y el
 30 soporte de carril **10**. El detector de presencia **3** está separado una distancia "d" del carril **9** donde dicha distancia "d" puede ser variable. Como puede observarse en la FIG. 6, el detector de presencia **3** está compuesto por tres planos a diferentes alturas entre la base del carril **9** y la parte superior del mismo. En cada uno de los planos se encuentran cuatro sensores de presencia capacitivos **3'**. Por tanto, si se quiere
 35 monitorizar la cantidad de arena que se deposita cerca del carril **9**, los sensores de

presencia capacitivos **3'** situados en el plano inferior se activarán en primer lugar, luego los situados en el plano intermedio para finalizar con la activación de los sensores de presencia capacitivos **3'** del plano superior.

5 Alternativamente a la implementación del detector de presencia **3** mostrada en las figuras 4 a 6, en la FIG. 7 se muestra una implementación del detector de presencia **3** compuesto por cuatro pletinas de soporte **25** regulables en altura y una pletina superior **27**. Las varillas **24** soportan tanto las pletinas de soporte **25** regulables en altura como la pletina superior **27**, uniéndolas a la placa de sujeción **20** que se fija a la
 10 losa de hormigón **22** mediante los anclajes **19**. En cada una de las pletinas de soporte **25** regulables en altura se montan un sensor de presencia capacitivo **3'**, y en la pletina superior **27** se monta un inclinómetro **23**. El inclinómetro **23** o detector de inclinación es un acelerómetro o un clinómetro que detecta cambios en la posición del dispositivo. El inclinómetro **23** está ubicado en la parte más elevada del detector de presencia y
 15 permite detectar cambios en su posición (inclinación), bien por efecto de un golpe, vandalismo, defecto en el anclaje del dispositivo, etc., lo cual permite a los medios de procesamiento enviar una señal de alarma al centro de control. El inclinómetro **23** calcula la inclinación de la superficie de la losa de hormigón **22**, a donde se fija el detector de presencia **3**. Por tanto, el inclinómetro **23** también ayuda a corregir las
 20 medidas de altura tomadas tanto por el detector de presencia **3** como por la célula de carga **2**, ya que las correcciones son llevadas a cabo por los medios de procesamiento
5.

A continuación se detalla un ejemplo de realización del procedimiento para medir la
 25 altura de cúmulos de arena en entornos ferroviarios según la presente invención. La combinación de los dos sensores (la célula de carga y los detectores de presencia) tiene como objeto asegurar el cálculo de la altura de la arena en ambientes hostiles para dispositivos electrónicos como supone la arena en zonas desérticas. Mediante la célula de carga se trata de proporcionar una medida precisa de la altura del cúmulo de
 30 arena, mientras que mediante los detectores de presencia se trata de proporcionar una medida menos precisa donde la combinación y comparación según el procedimiento de la presente invención asegura la obtención de una medida de la altura de la arena en cualquier circunstancia. El procedimiento que controla el funcionamiento del dispositivo **1** anteriormente descrito se detalla en el diagrama de flujo de la FIG. 8. El

procedimiento comprende que los medios de procesamiento llevan a cabo las siguientes fases:

- a) calcular **30** una primera altura del cúmulo de arena a partir del peso medido por la célula de carga 2, de la superficie sensora 2'' y de la densidad de la arena;
- 5 b) calcular **31** una segunda altura del cúmulo de arena a partir de las lecturas de los detectores de presencia 3;
- c) determinar **32** si existe un error en las lecturas de los detectores de presencia 3; en caso afirmativo se salta al paso f); en otro caso, continuar;
- d) determinar **33** si existe un error en peso medido por la célula de carga 2; en 10 caso afirmativo se salta al paso g); en otro caso, continuar;
- e) calcular **34** el valor absoluto de la diferencia entre la primera y la segunda altura y compararlo con un error predeterminado; si el valor absoluto es inferior al error predeterminado, continuar; en caso contrario, saltar al paso g);
- f) seleccionar **35** como altura del cúmulo de arena, la primera altura calculada en 15 el paso a);
- g) seleccionar **36** como altura del cúmulo de arena, la segunda altura calculada en el paso b).

El procedimiento termina en el paso f) o en el paso g) ya que en ambos casos queda 20 calculada la altura del cúmulo de arena. Si se aplica el procedimiento de forma iterativa, del paso f) o g) se salta al paso a).

Cuando el valor absoluto de la diferencia entre la primera y la segunda altura es inferior al error predeterminado, se define como que ambas (primera y segunda) 25 medias realizadas de la altura son coherentes, e incoherentes en caso de que el valor absoluto de la diferencia sea igual o mayor al error predeterminado.

En detalle, el paso a) se lleva a cabo tal y como se definió para el dispositivo 1, es decir, la célula de carga calcula el peso de la arena y los medios de procesamiento 30 aplican la ecuación 1. Por su parte, en el paso b), cuando un sensor de presencia detecta la presencia de la arena, manda una señal (lectura) a los medios de procesamiento que contiene al menos una identificación del sensor de presencia. La altura de cada sensor de presencia y su identificación son almacenados previamente en los medios de procesamiento. De esta manera se conoce la altura de la arena 35 coincide con la altura del sensor de presencia, salvo factores de corrección que se

- 5 pudieran aplicar. Por su parte, en el paso c), cuando los medios de procesamiento detectan la activación de un sensor de presencia pero no se han detectado las activaciones de los detectores de presencia colocados inferiormente, se considera que existe un error en los detectores de presencia. También se puede almacenar en el tiempo los detectores activados para conocer posibles fallos. Por su parte, en el paso
- 10 d), cuando los medios de procesamiento detectan una correcta secuencia de activación de los sensores de presencia, es decir desde la parte inferior del sensor a la parte superior, pero no detectan variación significativa del peso calculado por la célula de carga, los medios de procesamiento consideran como errónea la medida aportada por la célula de carga. Respecto del paso e), el error predeterminado dependerá del espacio existente entre cada dos sensores de presencia consecutivos colocados de forma vertical. Cuanto menor sea la distancia entre ellos, menor es el error predeterminado.
- 15 Para ayudar a minimizar los errores, el dispositivo 1 se comunica con el centro de control 26 para intercambiar datos que pudieran afectar a los cálculos (determinación de la primera y segunda altura) realizados por los medios de procesamiento como pudieran ser la existencia o no de lluvias, que afectará a la densidad de arena. Otros datos que ayudan a minimizar los errores son los datos de humedad y temperatura
- 20 procedentes de los sensores de humedad y temperatura, respectivamente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, caracterizado por que comprende:

- 5 - una célula de carga (2) configurada para medir un peso de la sustancia;
 - un detector de presencia (3), que comprende al menos dos sensores de presencia (3') ubicados a diferentes alturas, configurados para activarse cuando detectan la presencia de la sustancia;
 - unos medios de procesamiento (5) están conectados a la célula de carga (2) y
10 al detector de presencia (3) y están configurados para calcular: una primera altura del cúmulo de la sustancia a partir del peso medido por la célula de carga (2); y, una segunda altura a partir de una lectura de los detectores de presencia (3);
donde dichos medios de procesamiento están configurados para seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la primera altura si existe coherencia entre la
15 primera y la segunda altura, y seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la segunda altura si existe incoherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo coherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es inferior a un error predeterminado, e incoherencia en caso de que dicha diferencia sea igual o mayor a dicho error predeterminado.

20

2. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo (1) adicionalmente comprende un sensor de humedad (7) y un sensor de temperatura (8) conectados a los medios de procesamiento (5), para detectar condiciones ambientales
25 de humedad y temperatura, respectivamente.

3. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el detector de presencia (3) adicionalmente comprende un sensor de inclinación (23).

30

4. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el dispositivo (1) adicionalmente comprende unos medios de comunicación (4) conectados a los medios de procesamiento (5), para que los medios de procesamiento
35 (5) puedan enviar al menos la altura de los cúmulos a un centro de control (26).

5. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el dispositivo (1) adicionalmente comprende unos medios de alimentación (6) configurados para proporcionar alimentación eléctrica a la célula de carga (2), el
5 detector de presencia (3), los medios de comunicación (4) y los medios de procesamiento (5).

6. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la célula de
10 carga (2) está basado en una galga extensiométrica conectada a un puente de Wheatstone.

7. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el detector de
15 presencia (3) está seleccionados entre detectores capacitivos, detectores inductivos, sensores de ultrasonidos y sensores láser.

8. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 4, donde los medios de comunicación (4) están
20 seleccionados entre:

- unos medios de comunicación analógica cableada;
- unos medios de comunicación digital serie por fibra óptica;
- unos medios de comunicación serie sobre ZigBee;
- unos medios de comunicación MiWi;
- 25 - unos medios de comunicación Wifi;
- unos medios de comunicación por radiofrecuencia; y,
- una combinación cualquiera de los anteriores.

9. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos
30 ferroviarios, según la reivindicación 8, donde los medios de comunicación (4) comprenden medios de comunicación analógica cableada, medios de comunicación digital serie UART por fibra óptica y medios de comunicación serie inalámbrica sobre ZigBee, siendo estos tres medios de comunicación redundantes entre sí.

10. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los medios de procesamiento (5) están seleccionados entre un microprocesador, un microcontrolador, una FPGA, un DSP y un ASIC.

5

11. Dispositivo (1) para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los medios de alimentación (6) están seleccionados entre la red eléctrica (6'), placas solares (6''), baterías (6'''), mini-aerogeneradores, dispositivos de generación de energía geotérmica, dispositivos de producción de energía cinética y dispositivos de generación eléctrica a partir de gradiente de salinidad.

10

12. Procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios mediante el dispositivo definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el procedimiento se caracteriza por que comprende las siguientes fases:

15

a) calcular una primera altura del cúmulo de la sustancia a partir del peso medido por la célula de carga (2), de la superficie del sensor y de la densidad de la sustancia;

20

b) calcular una segunda altura a partir de una lectura de los detectores de presencia (3);

25

c) seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la primera altura si existe coherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo coherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es inferior a un error predeterminado;

d) seleccionar como altura de cúmulos de la sustancia la segunda altura si existe incoherencia entre la primera y la segunda altura; existiendo incoherencia entre la primera y la segunda altura cuando el valor absoluto de la diferencia entre ambas es igual o superior al error predeterminado.

30

13. Procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 12, donde el paso a) adicionalmente comprende las siguientes fases:

- determinar la existencia de errores en la lectura de la célula de carga (2);

- seleccionar la segunda altura del cúmulo de la sustancia cuando se detecten errores en la lectura de la célula de carga (2).

5 14. Procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 12, donde el paso b) adicionalmente comprende las siguientes fases:

- determinar la existencia de errores en la lectura de los detectores de presencia;

10 - seleccionar la primera altura del cúmulo de la sustancia cuando se detecten errores en la lectura de los detectores de presencia (3).

15 15. Procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según la reivindicación 13 o 14, que además comprende informar a un centro de control de errores en los detectores (3) de presencia, en la célula de carga (2), o ambos.

20 16. Procedimiento para medir la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios, según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, que adicionalmente comprende tomar una densidad de arena alternativa en caso de que se detecten errores repetitivos en la medida de la altura a partir de la masa medida por la célula (2) de carga, la densidad de la sustancia y una condición de precipitaciones.

FIG.1

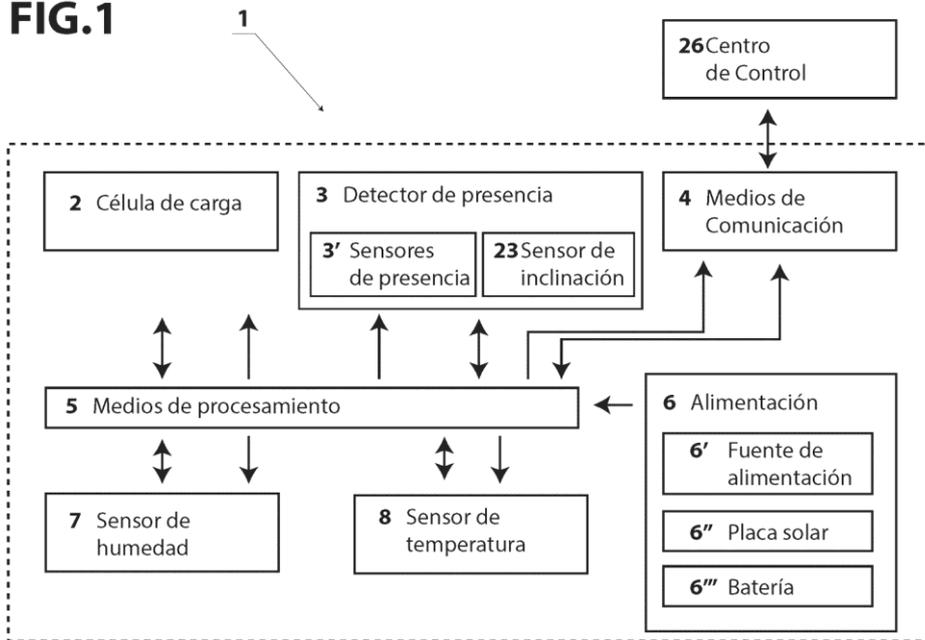


FIG.2

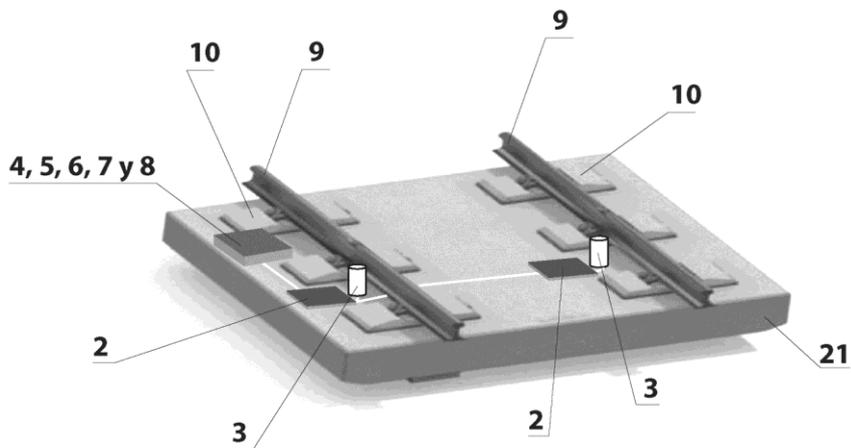


FIG.3

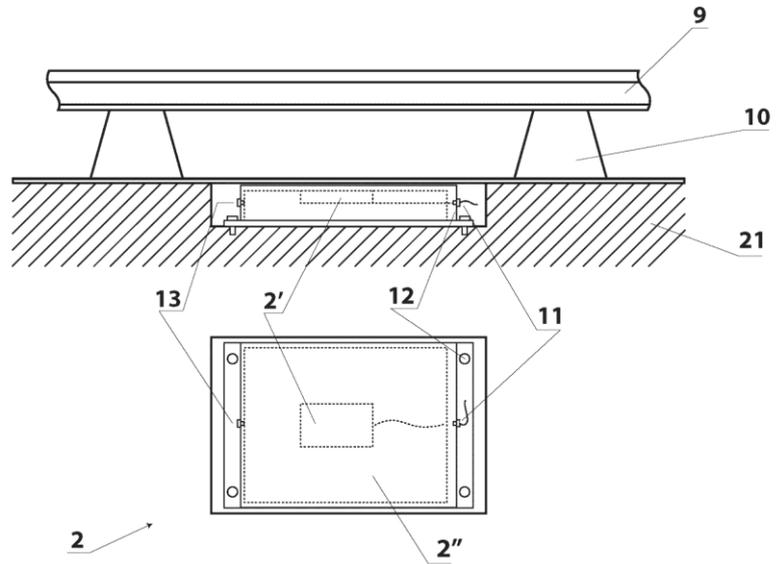


FIG.4

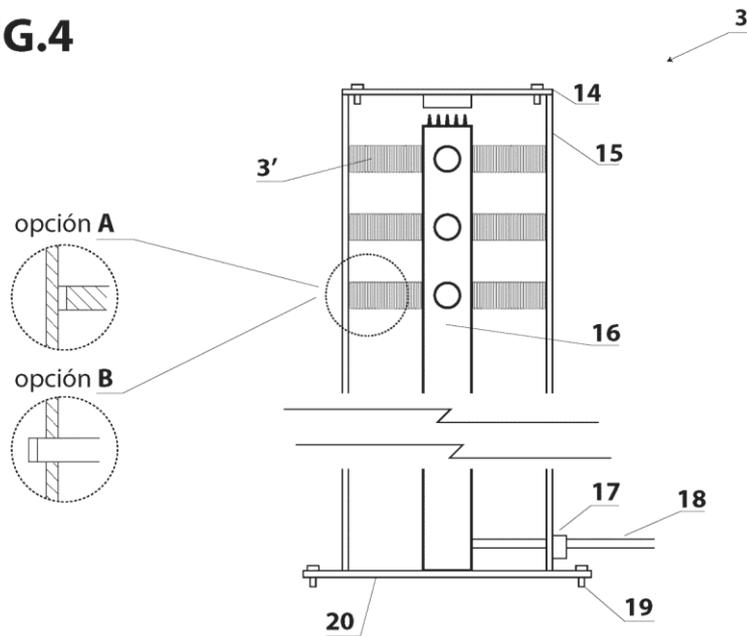


FIG.5

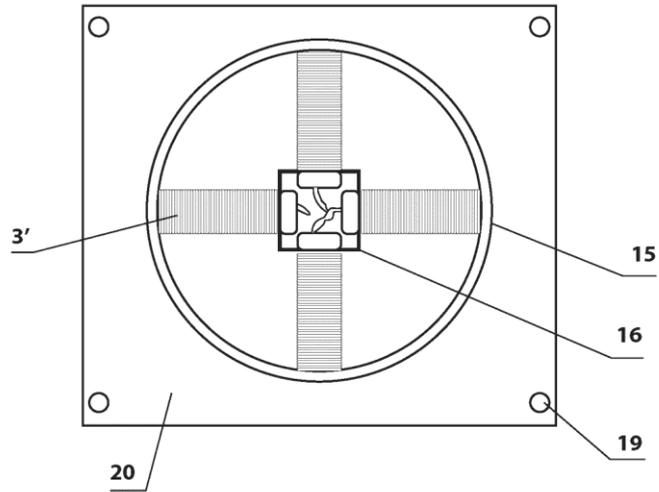


FIG.6

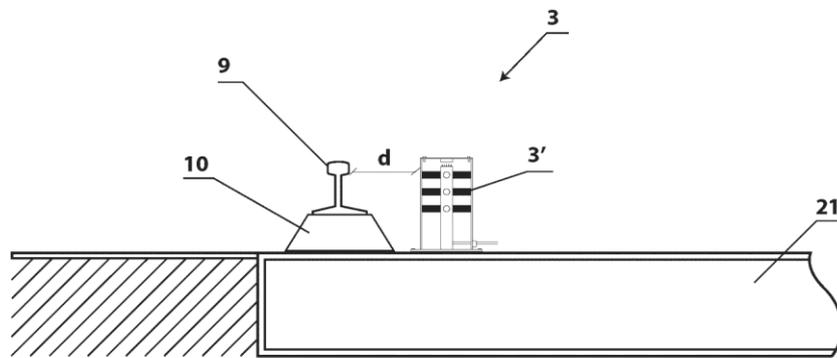


FIG.7

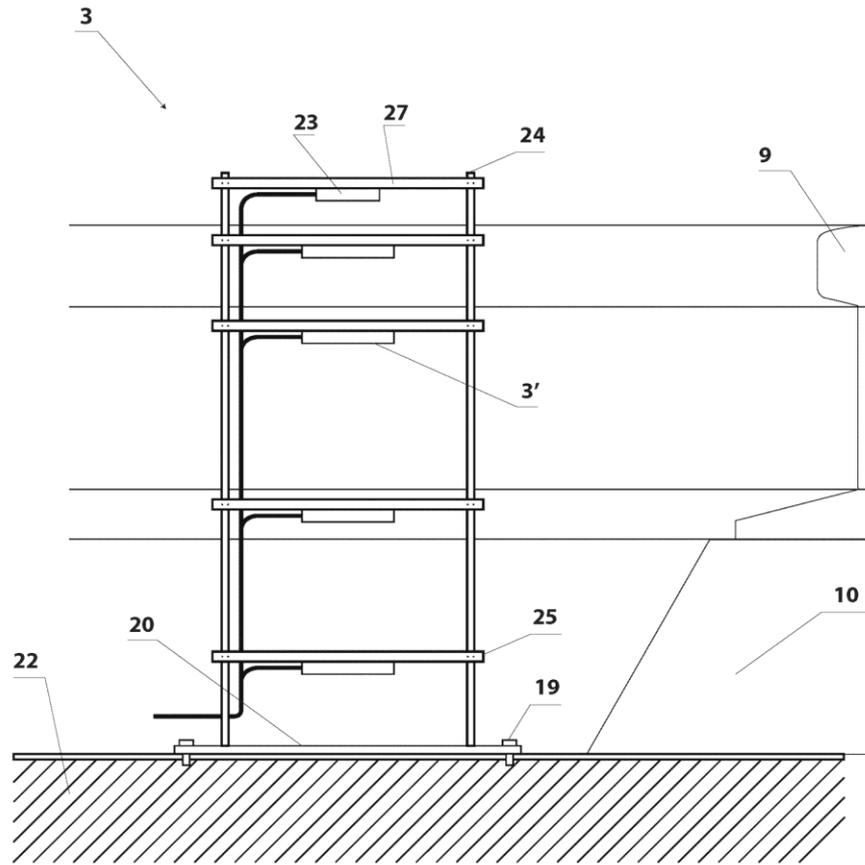
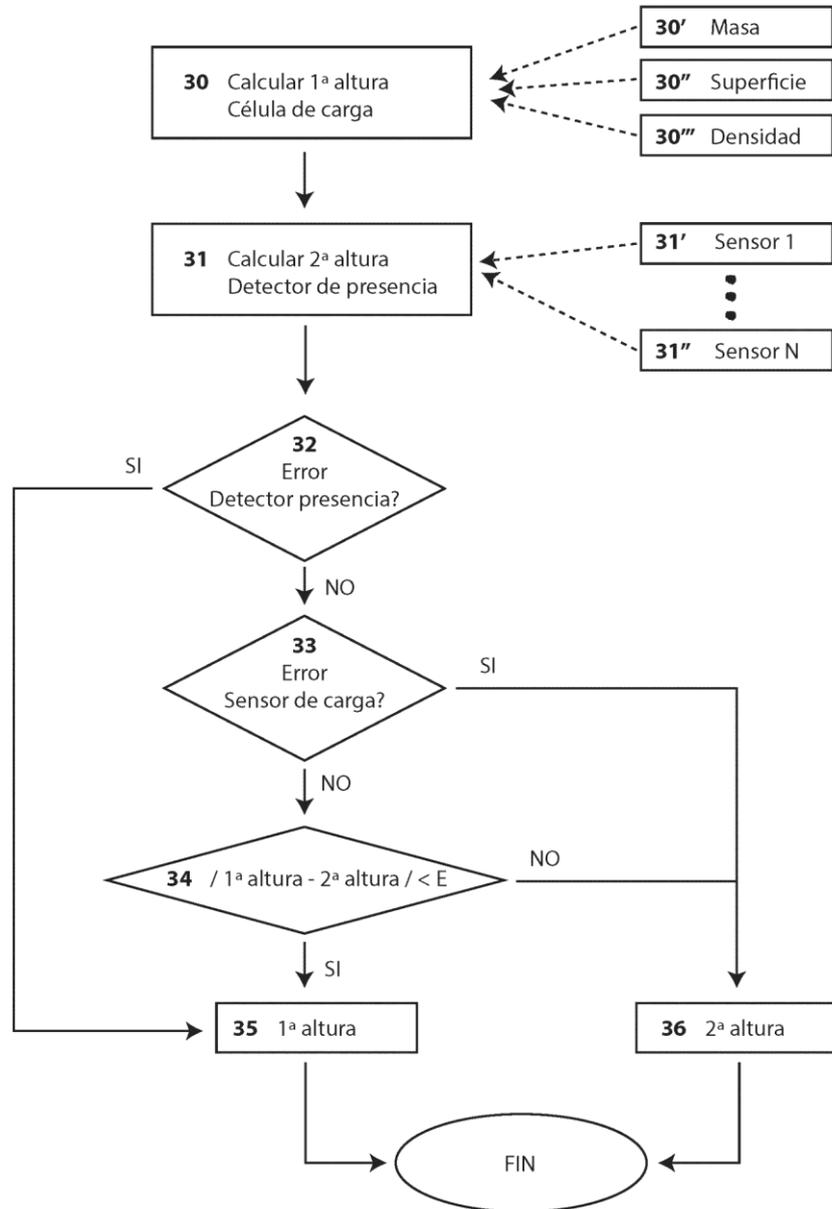


FIG.8





- ②① N.º solicitud: 201531299
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.09.2015
 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
A	US 2010011854 A1 (DE SANZO et al.) 21/01/2010, párrafos [41-45]; figuras 12, 13	1-16
A	US 2015061299 A1 (SHUBS JR et al.) 05/03/2015, párrafos [20-22, 31-34]	1-16
A	US 2014157889 A1 (EAKIN) 12/06/2014, párrafos 33-43; figuras 3,5	1,16
A	US 2004129093 A1 (HAUGE) 08/07/2004, párrafos 26, 27; figuras 1,2	1,16
A	DE 3344088 A1 (WURMBOECK et al.) 19/04/1984, resumen; figura 1	1,16
A	(LARA) " <i>Desarrollo de un sistema de monitorización y/o detección de arena acumulada y arena eólica en vías de tren de altas prestaciones mediante sensores basados en fibra óptica</i> ". Universidad de Sevilla. Trabajo Fin de Máster. Capítulo IV. 2014 http://hdl.handle.net/11441/26766 > http://hdl.handle.net/11441/26766	1-16

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
28.12.2016

Examinador
F. J. Olalde Sánchez

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B61L23/04 (2006.01)

G01F23/00 (2006.01)

G01V11/00 (2006.01)

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

G01V, B61L, G01F

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

EPODOC, INVENES, WPI, Internet, Texto completo

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.12.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-16	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-16	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	US 2010011854 A1 (DE SANZO et al.)	21/01/2010
D02	US 2015061299 A1 (SHUBS JR et al.)	05/03/2015
D03	US 2014157889 A1 (EAKIN)	12/06/2014
D04	US 2004129093 A1 (HAUGE)	08/07/2004
D05	DE 3344088 A1 (WURMBOECK STEPHAN et al.)	19/04/1984

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 1-16 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,

La solicitud contiene dos reivindicaciones independientes que definen un dispositivo para la medida de la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios (reivindicación 1) y un procedimiento para la medida de la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios mediante dicho dispositivo (reivindicación 12).

La solicitud incluye reivindicaciones dependientes que definen dispositivos para la medida de la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios (reivindicaciones 2-11) y procedimientos para la medida de la altura de cúmulos de una sustancia en entornos ferroviarios mediante dichos dispositivos (reivindicaciones 13-16). Se hace notar que aunque la reivindicación 13 indica “...según reivindicación 12, donde el paso a) adicionalmente comprende... seleccionar la segunda altura del cúmulo de la sustancia cuando se detecten errores en la lectura de la célula de carga”. Se ha entendido “donde el paso b) adicionalmente comprende...” “dado que dicha segunda altura (a partir de los detectores de presencia) se calcula en el paso b) de la reivindicación 12.

Los documentos D01-D05 citados en el informe de búsqueda reflejan el estado de la técnica.

Los documentos citados divulgaron dispositivos y procedimientos apropiados para la medida de la altura de cúmulos de una sustancia en ambientes ferroviarios utilizando células de carga y/o detectores de presencia.

Ninguno de ellos divulgó ni de su combinación parece derivar de un modo evidente un dispositivo que combine una célula de carga y un detector de presencia con al menos dos sensores de presencia ubicados a diferentes alturas, utilizando unos medios de procesamiento para calcular una primera altura a partir de la célula de carga y para calcular una segunda altura a partir del detector de presencia, estableciendo la primera altura como la altura de cúmulos cuando el valor absoluto de la diferencia entre la primera y segunda altura sea inferior a un valor predeterminado y estableciendo la segunda altura como la altura de cúmulos cuando dicha diferencia sea igual o mayor a dicho valor predeterminado.

Consecuentemente, también parecen cumplir dichos requisitos los dispositivos definidos por las reivindicaciones dependientes 2-11 y los procedimientos definidos por las reivindicaciones 12-16 que utilizan dichos dispositivos.