

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 027**

51 Int. Cl.:

**G01M 17/10** (2006.01)

**B61L 1/00** (2006.01)

**B61L 23/04** (2006.01)

**B61K 9/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2016 PCT/EP2016/000352**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16138986**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2016 E 16707635 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3265774**

54 Título: **Dispositivo de diagnóstico para la determinación de un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios de acuerdo con un procedimiento de evaluación de impulso**

30 Prioridad:

**02.03.2015 DE 102015002517**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**27.06.2019**

73 Titular/es:

**SCHENCK PROCESS EUROPE GMBH (100.0%)  
Pallaswiesenstraße 100  
64293 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**EHMKE, FRITZ y  
RAIS, VIKTOR**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 718 027 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de diagnóstico para la determinación de un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios de acuerdo con un procedimiento de evaluación de impulso

5 La invención se refiere a un dispositivo de diagnóstico para la determinación de un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios, dentro de una distancia de medición predeterminada, con una pluralidad de sensores de fuerza diseñados / preparados para la determinación de fuerzas que inciden sobre dichos sensores, y que se encuentran conectados a un dispositivo de evaluación, donde el dispositivo de evaluación está diseñado / preparado para la determinación del error de redondez.

15 Los vehículos ferroviarios pueden generar vibraciones no deseadas al pasar. Una causa de ello son las ruedas que presentan un error de redondez con varias esquinas o bien, aplanamientos que se encuentran distribuidos a lo largo de la circunferencia de la rueda. Las excentricidades en el caso de las ruedas de vehículos ferroviarios, por ejemplo, ruedas de trenes, como trenes de pasajeros o trenes de mercancías, inclusive sus locomotoras repercuten de forma negativa. Por lo tanto, provocan vibraciones del suelo no deseadas en edificios colindantes, generan una emisión de ruido elevada, reducen el confort de viaje y ocasionan daños en el vehículo y en la superestructura de las vías. Debido al peligro de descarrilamiento asociado a ello, la seguridad en el tráfico ferroviario se encuentra en riesgo.

20 Bajo error de redondez se pueden subordinar diferentes formas, por ejemplo, una excentricidad, una ovalidad, la presencia de un revestimiento de material, la presencia de un plano o aplanamiento, así como la presencia de una poligonización. Como forma especial de ovalidad, cabe mencionar la conformación de una elipse. Se genera una poligonización cuando existen, al menos, tres esquinas sobre el lado exterior, es decir, en la circunferencia de la rueda. En parte, esta poligonización, es decir, la presencia de tres o más esquinas, se puede presentar periódicamente, sin embargo, también se pueden encontrar distribuidas de manera no uniforme. Por lo tanto, un error de redondez existe cuando existen una o varias divergencias de un contorno exterior circular ideal. Estos errores de redondez que difieren de la forma ideal de un círculo, se pueden categorizar en diferentes grados. De esta manera, un error de redondez de primer grado se debe entender también como excentricidad, mientras que un error de redondez de segundo grado se debe entender también como ovalidad. Un error de redondez de tercer grado es una poligonización que, según la forma de la poligonización, también se podría considerar como un grado mayor al tercer grado. Hasta el momento también se conoce la realización de mediciones de error de redondez con un denominado dispositivo de medición de error de redondez en ruedas.

35 La causa de la poligonización aún no ha sido aclarada en su totalidad. Sin embargo, en parte está fundamentada por las frecuencias propias del sistema de la vía y del respectivo juego de ruedas. En particular, estas frecuencias propias del sistema se deben determinar durante la marcha a una velocidad constante a lo largo de un recorrido con formas de la superestructura iguales y continuas. Dado que en lo posible se deben utilizar aquellas ruedas cuya superficie de rodadura no presente aplanamientos en algunos puntos, superficies de contacto irregulares o desgastes de magnitudes desiguales en la pestaña de la rueda, se deben detectar errores de redondez en ruedas de vehículos, en particular en el sector de los vehículos ferroviarios. Se sabe que durante la rodadura de una rueda poligonizada sobre una vía, se generan vibraciones continuas. Por lo tanto, la vía con la subestructura correspondiente y la rueda del vehículo ferroviario representan un sistema de masa-resorte cuyo comportamiento de vibración puede ser analizado en relación con sus amplitudes, duración del período, tiempo de vibración posterior, frecuencia, etc.

45 En este caso, las correlaciones conocidas son  $U = d \cdot \pi$  ;

$$T = \frac{U}{v}; f_n = \frac{1}{T} \cdot n = \frac{v}{U} \cdot n$$

50 Con d se indica el diámetro de la rueda en metros, con U la circunferencia de la rueda en metros, con T la duración del período en segundos, con v la velocidad en m/s, con n el grado de los errores de redondez y con  $f_n$  la frecuencia del enésimo grado de los errores de redondez en 1/s.

55 Se conoce la utilización de dos traviesas de medición que definen una distancia de medición con una longitud de, por ejemplo, 1.200 mm. También se conoce la utilización de cuatro traviesas de medición en una longitud de distancia de medición de, por ejemplo, 2.400 mm, así como se conoce la utilización de ocho traviesas de medición a lo largo de una longitud de distancia de medición de, por ejemplo, 4.800 mm. Mientras más traviesas de medición se utilicen y mientras mayor sea la longitud de distancia de medición, más precisa será la medición.

60 Del estado de la técnica se conocen previamente dispositivos para la determinación de errores de redondez y de aplanamientos en ruedas de vehículos ferroviarios como, por ejemplo, las patentes DE3309908 A1 y EP2631150 A1. De esta manera, por ejemplo, la patente EP 1 212 228 B1 describe un dispositivo para la determinación de errores de redondez y de aplanamientos en ruedas de vehículos ferroviarios, dentro de una distancia de medición predeterminada, con la ayuda de una pluralidad de sensores de fuerza para la determinación de las fuerzas verticales que inciden sobre los carriles, donde se prevé un dispositivo de evaluación que señala errores de redondez o bien,

aplanamientos. El concepto allí descrito se caracteriza porque el transductor de fuerza está diseñado como células de pesaje que se encuentran dispuestas entre los carriles y las barras transversales fijas o traviesas, y porque cuando se sobrepasa la distancia de medición, el dispositivo de evaluación conforma un carga de peso medio a partir de las señales de fuerza vertical y la compara con el desarrollo de la señal de fuerza en el tiempo y, en caso de exceder una divergencia predeterminada, se señala o se indica como un error de redondez o bien, como un aplanamiento. Sin embargo, el procedimiento allí presentado no es independiente de las restricciones elásticas definidas por las vías, las traviesas, las distancias de las traviesas, el tipo de infraestructura o la rigidez de la infraestructura. Sin embargo, quedan excluidas, al menos en gran parte, las influencias directas debidas a la variación de las restricciones elásticas y a los efectos derivados de una absorción diferente de la infraestructura en el lugar de montaje del dispositivo de medición. Se deben respetar las características técnicas de medición aseguradas y se deben mejorar en comparación con el estado de la técnica. Las inseguridades de medición se deben reducir considerablemente y se debe mejorar una reproducibilidad. También se debe mejorar la estabilidad a largo plazo. En síntesis, se deben reducir o incluso solucionar las desventajas conocidas del estado de la técnica.

Según la invención, este objetivo se consigue mediante un dispositivo según la reivindicación 1 (y un procedimiento según la reivindicación 8), donde en el caso de un dispositivo de diagnóstico para la determinación de un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios, dentro de una distancia de medición predeterminada, que comprende una pluralidad de sensores de fuerza previstos para la determinación de fuerzas que inciden sobre dichos sensores y que se encuentran conectados a un dispositivo de evaluación, el dispositivo de evaluación está diseñado para integrar a lo largo del tiempo una señal de fuerza transmitida por los sensores de fuerza, con el fin de determinar el impulso. En el caso de una rueda de vehículo ferroviario que presenta errores de redondez, la señal de fuerza transmitida F comprende un componente de fuerza cuasiestático y un componente de fuerza dinámico. En una rueda circular ideal, el componente de fuerza cuasiestático corresponde a la fuerza de contacto de la rueda. Por el contrario, el componente de fuerza dinámico de la señal de fuerza transmitida representa el componente de fuerza generado por un error de redondez de la rueda de vehículo ferroviario. El dispositivo de evaluación está diseñado en correspondencia para determinar la fuerza de contacto de la rueda  $F_m$ . Esto se puede realizar mediante cálculo o a través de un filtro. Además, el dispositivo de evaluación está diseñado para corregir la señal de fuerza transmitida con la fuerza de contacto de la rueda  $F_m$  y, a continuación, integrar a lo largo de un intervalo de tiempo el componente de fuerza dinámico que se obtiene de ello. Cuando un vehículo ferroviario sobrepasa una distancia de medición, las cargas se pueden detectar con los sensores de fuerza que se encuentran dispuestos entre las traviesas y el carril de rodadura. Aquí se puede utilizar un sistema ya conocido como "MULTIRAIL WheelScan".

Por lo tanto, la invención se caracteriza en particular porque la evaluación de las señales de sensor se basa en un procedimiento de evaluación de impulso, en comparación con los procedimientos de evaluación de amplitudes de fuerza indicados hasta el momento. Este procedimiento de evaluación de impulso, en comparación con la evaluación de amplitudes de fuerza, no depende de las restricciones elásticas de los componentes ni de las construcciones, ni de la infraestructura en el flujo de fuerza del respectivo punto de medición. En el flujo de fuerza se encuentran, además de las piezas de construcción estables a largo plazo en relación con su constante de elasticidad, como carril, capa intermedia, placa nervada, sensor, traviesa, también la transmisión de fuerza no estable a largo plazo de la traviesa hacia el lecho de balasto y de la infraestructura hacia la tierra. Las influencias ambientales como, por ejemplo, las variaciones de la temperatura y de la humedad, provocan en particular la variación de las propiedades de rigidez y de amortiguación de la infraestructura y del terreno. Para un mejor diagnóstico de daños de la rueda, como errores de redondez, en particular aplanamientos, ya no se calcula exclusivamente la amplitud de fuerza, sino que se calcula y evalúa en particular el impulso.

Se resume brevemente la diferencia entre una amplitud de fuerza y un impulso. Mientras la amplitud de fuerza máxima  $F_{m\acute{a}x}$  depende de la rigidez de los elementos anteriormente mencionados, que se encuentran en el flujo de fuerza, esto no sucede en el caso del impulso.

A partir de la fuerza sobre un cuerpo y su duración de acción, se obtiene una variación de impulso que se denomina impulso. En este caso, cumplen una función tanto el valor como la dirección de la fuerza. El impulso se señala con el signo de fórmula  $\vec{I}$  y se indica en segundos Newton 1 Ns.

Si la fuerza F es constante en el intervalo de tiempo  $\Delta t$ , el impulso se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t.$$

Si por el contrario la fuerza F no es constante como en el caso de errores de redondez de ruedas de vehículos ferroviarios, cuando se conoce el desarrollo en el tiempo de la fuerza vertical F(t), el impulso se puede determinar mediante la integración:

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = \int \vec{F}(t) \cdot dt$$

Mientras más rígido sea el sistema completo, mayores serán las amplitudes de fuerza que se presenten. En correspondencia, en el caso de los dispositivos de medición instalados en la zona, se observa que, por ejemplo, cuando el suelo se encuentra congelado se miden picos de fuerza mayores en comparación con el suelo que no está congelado. Además, el impulso  $\vec{T}$  generado por un aplanamiento también depende del tamaño del aplanamiento y de la velocidad de conducción del vehículo ferroviario.

El impulso  $\vec{T}$  proporciona en correspondencia una conclusión sobre un aplanamiento o sobre un error de redondez de la rueda. Dado que en el cálculo se incluye el tiempo de acción, el impulso  $\vec{T}$  no depende de la rigidez de los elementos que se encuentran en el flujo de fuerza.

En el caso de un sistema rígido, la duración de la acción del impulso es más corta y la amplitud de fuerza es mayor. En el caso que la rigidez se reduzca, el mismo impulso se reduce durante una duración de acción más prolongada y, de esta manera, las amplitudes de fuerza serán menores a lo largo del tiempo. El impulso calculado es igual en ambos casos. Dado que  $\vec{F}(t)$  se mide con sensores de fuerza y de esta manera se conoce, el impulso  $\vec{T}$  se determina mediante la integración a lo largo del tiempo.

Las formas de realización ventajosas se reivindican en las reivindicaciones secundarias y, a continuación, se explican en detalle.

De esta manera, resulta ventajoso cuando el dispositivo de evaluación está diseñado para integrar a lo largo de un intervalo de tiempo el componente de fuerza dinámico que comprende el tiempo de vibración posterior y que finaliza en el momento  $t_2$ . Según la invención, el intervalo de tiempo a lo largo del cual se integra el componente de fuerza dinámico, comienza entre el momento  $t_0$ , la aparición del impulso debido al error de redondez, y el momento  $t_1$ , el primer pasaje por cero de la señal de fuerza  $F$  corregida con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ . La información obtenida de esta manera permite una mayor precisión del resultado proporcionado por el dispositivo de evaluación.

Además, resulta ventajoso cuando la longitud de la distancia de medición corresponde, al menos, a una circunferencia de rueda de un vehículo ferroviario, de manera que el dispositivo de diagnóstico pueda detectar y comprobar la rueda completa.

Se logran resultados particularmente óptimos cuando el dispositivo de evaluación está diseñado / preparado para el procesamiento posterior del valor de fuerza máximo que se presenta, de manera ventajosa junto con el resultado de la evaluación del impulso.

Resulta conveniente cuando los sensores de fuerza se prevén en forma de células de pesaje, barras de pesaje o discos de pesaje, para la detección de fuerzas, como fuerza de gravedad y/o peso. Por lo tanto, se pueden utilizar módulos especialmente robustos, fiables y económicos.

Una coordinación óptima entre costes, longevidad y eficacia de medición, se obtiene cuando, al menos, uno de los sensores de fuerza o todos los sensores de fuerza utiliza o utilizan uno o una pluralidad de bandas extensométricas.

También resulta ventajoso cuando los sensores de fuerza se encuentran distribuidos debajo de varios soportes de carriles, como traviesas, por ejemplo, debajo de 5, 6, 7, 8 o 9 traviesas, uno detrás de otro en el sentido longitudinal de los carriles. En este caso, los sensores de fuerza se encuentran distribuidos de a pares por traviesa. Naturalmente, los sensores de fuerza también pueden estar diseñados como células de pesaje que se encuentran dispuestas entre los carriles y las barras transversales fijas o traviesas. Las células de pesaje se pueden prever en una entalladura en las traviesas, donde los carriles se apoyan sobre las células de pesaje. Para lograr mediciones óptimas, resulta ventajoso cuando al comienzo y/o al final de la distancia de medición se prevén sensores de tensión tangencial en la fase neutra del carril, que sirven para la corrección de la derivación de fuerza y/o como interruptores de carril.

Resulta ventajoso cuando debido a las señales de fuerza vertical detectadas y a la medición de la tensión tangencial, en el dispositivo de evaluación se realiza adicionalmente la suma de la carga media que representa el peso del vagón, a partir del valor de contacto medio de cada rueda o bogie y a partir de las ruedas o bogies identificados para un vagón.

Resulta ventajoso cuando debido a los tipos de vagones identificados y al peso de vagón detectado, en el dispositivo de evaluación se compara el peso del vagón con un valor máximo predeterminado y en caso de exceso se señala como sobrecarga.

Se ha comprobado también que cuando debido a los tipos de vagones identificados y a las cargas medias detectadas de ejes o de bogies, en el dispositivo de evaluación se determina la posición del centro de gravedad con la ayuda de las distancias entre ejes predeterminadas, y se compara con un rango de centro de gravedad admisible y

predeterminado, y en caso de exceder el rango de centro de gravedad esto se señala como un error de centro de gravedad.

5 La invención se refiere también a un procedimiento para determinar un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios, dentro de una distancia de medición predeterminada, donde las señales de fuerza de, al menos, un sensor de fuerza se suministran a un dispositivo de evaluación, la señal de fuerza  $F$  que comprende un componente de fuerza cuasiestático y un componente de fuerza dinámico, se procesa en el dispositivo de evaluación determinando una fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ , la señal de fuerza  $F$  se corrige con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$  y el componente de fuerza dinámico que se obtiene de la diferencia de  $F$  y  $F_m$ , se integra a lo largo de  
10 un intervalo de tiempo para determinar un impulso.

Además, resulta ventajoso cuando el procedimiento utiliza un dispositivo de diagnóstico de la clase conforme a la invención.

15 A continuación, la invención se explica en detalle con ayuda de las figuras. Muestran:

Fig. 1 un desarrollo de la señal de fuerza sobre la ordenada en Newton que se registra a lo largo del tiempo sobre la abscisa en segundos, como se presenta en el caso de una medición convencional de un error de redondez;

20 Fig. 2 otro desarrollo de la señal de fuerza sobre la ordenada, a lo largo del tiempo sobre la abscisa, como se presenta en el caso de una medición convencional de un error de redondez, donde en este caso ya se ha determinado el valor medio  $F_m$  a partir de la fuerza de contacto de la rueda;

Fig. 3 el desarrollo de la señal de fuerza de la figura 2, donde dicho desarrollo ya se representa ajustado con el valor medio  $F_m$ ,

25 Fig. 4 dos desarrollos de señales de fuerza  $F_1$  y  $F_2$ , cuya integración a lo largo del tiempo, con diferentes picos de fuerza  $F_{1\text{máx}}$  y  $F_{2\text{máx}}$ , da como resultado el mismo impulso  $I_1=I_2$ , y

Fig. 5 una sección transversal a través de un carril con un dispositivo de diagnóstico, de acuerdo con una primera forma de realización.

Las figuras solo están representadas de manera esquemática y sirven solo para comprender la invención.

30 Los elementos iguales están provistos de los mismos símbolos de referencia.

En la figura 1, el desarrollo de la señal de fuerza se representa durante el sobrepaso de una rueda de vehículo ferroviario que presenta un error de redondez, por un punto de medición o una distancia de medición. El desarrollo de la señal de fuerza sobre la ordenada en Newton también se registra a lo largo del tiempo sobre la abscisa en segundos.  
35 A partir del desarrollo de la señal de fuerza queda claro que en el área del error de redondez o del aplanamiento de la rueda del vehículo ferroviario, dicho desarrollo experimenta en primer lugar un descenso en comparación con el valor medio obtenido a partir de la fuerza de contacto de la rueda, tras lo cual, cuando aparece el error de redondez sobre el carril, se genera un pico de fuerza  $F_{\text{máx}}$ .

40 En la figura 2 se representa otro desarrollo de señal de fuerza sobre la ordenada, a lo largo del tiempo sobre la abscisa, donde en este caso ya se ha determinado el valor medio  $F_m$  que corresponde a la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda. Para la determinación del impulso  $\vec{I}$  con ayuda de la unidad de evaluación, la señal de fuerza vertical se integra a lo largo del intervalo de tiempo representado. Además, se corrige el impulso calculado  $\vec{I}$  con el componente del valor medio  $F_m$  que representa la fuerza cuasiestática de la rueda. En este caso, la corrección de la señal de fuerza se puede realizar mediante cálculo o mediante un filtro.  
45

El sistema mecánico para la detección de las señales representadas en las figuras 1 o 2 ya ha sido presentado en la patente EP 1 212 228 B1 y ha sido integrado aquí. Sin embargo, de manera diferente a lo allí descrito, ya no se determina solo la amplitud de fuerza máxima  $F_{\text{máx}}$ , sino que se determina el impulso generado por un error de redondez. Es decir, que a lo largo de un periodo de tiempo determinado  $T$  se integra la divergencia de la señal de fuerza, considerando el valor medio  $F_m$ , de acuerdo con la fórmula:  
50

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = \int_{t_0}^{t_2} \vec{F}(t) \cdot dt - \int_{t_0}^{t_2} \vec{F}_m(t) \cdot dt.$$

55 Finalmente, en la figura 3 se representa el desarrollo de la señal de fuerza de la figura 2, que ya ha sido ajustado con el valor medio  $F_m$  o con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda. La detección del impulso en el desarrollo de la señal de fuerza es calculada y optimizada por un algoritmo de evaluación. En correspondencia, el momento de inicio  $t_0$  y el momento de finalización  $t_2$  del intervalo de tiempo  $T$  se determinan a través del algoritmo de evaluación.

60 Para una mejor comprensión, en la figura 4 se representan dos desarrollos de señales de fuerza  $F_1(t)$  y  $F_2(t)$ , cuya integración a lo largo del tiempo, con diferentes picos de fuerza  $F_{1\text{máx}}$  y  $F_{2\text{máx}}$ , da como resultado el mismo impulso

11=12. Por lo tanto, queda claro que en el caso de diferentes grados de rigidez de la infraestructura o bien, de la distancia de medición, pueden variar los picos de fuerza de un error de redondez y también el tiempo de vibración de la vibración generada por el error de redondez, en función de la rigidez. Por lo tanto, mientras que el pico de fuerza dice poco sobre la calidad de un error de redondez, el impulso determinado se puede consultar como valor límite para la valoración del estado de una rueda de vehículo ferroviario.

En la figura 5 se representa un dispositivo de diagnóstico 1 según la invención. El dispositivo de diagnóstico 1 se utiliza para determinar errores de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios. Un carril se indica con el símbolo de referencia 2. Un sensor de fuerza en forma de un sensor de tensión tangencial 3 se encuentra conectado a un dispositivo de evaluación 5, a través de una primera línea eléctrica 4. Debajo del carril 2 y dentro de una barra transversal 6 conformada como una traviesa 7, se encuentra un sensor de fuerza 8. En este ejemplo de realización, el sensor de fuerza 8 está diseñado como una célula de pesaje 9.

De la misma manera que el sensor de tensión tangencial 3, también el sensor de fuerza 8 o bien, la célula de pesaje 9, se encuentra conectado al dispositivo de evaluación 5, a través de una línea, en particular una segunda línea eléctrica 10. La barra transversal 6 o bien, la traviesa 7 se apoya sobre un lecho de balasto 11 o sobre una calzada firme. El sensor de fuerza 8 presenta una banda extensométrica 12 que se encuentra dispuesta en un orificio ciego 13, donde, por otra parte, el orificio ciego 13 se prevé en un cuerpo de deformación o en un cuerpo de medición 14. El sensor de fuerza 8 está definido de manera determinante por un elemento de introducción de fuerza 15 y un elemento de salida de fuerza 16. Para el flujo de fuerza definido o bien, para el guiado definido de la fuerza desde el punto de introducción a través de la banda extensométrica 12 hacia el punto de salida de la carga, a través del sensor de fuerza 8, existen ranuras transversales horizontales 17 y 18.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Dispositivo de diagnóstico
- 2 Carril
- 3 Sensor de tensión tangencial
- 4 Primera línea eléctrica
- 5 Dispositivo de evaluación
- 6 Barra transversal
- 7 Traviesa
- 8 Sensor de fuerza
- 9 Célula de pesaje
- 10 Segunda línea eléctrica
- 11 Lecho de balasto
- 12 Banda extensométrica
- 13 Orificio ciego
- 14 Cuerpo de medición
- 15 Elemento de introducción de fuerza
- 16 Elemento de salida de fuerza
- 17 Ranura transversal horizontal
- 18 Ranura transversal horizontal

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de diagnóstico (1) para la determinación de un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios, dentro de una distancia de medición predeterminada, con una pluralidad de sensores de fuerza (8) diseñados para la determinación de fuerzas de una rueda de vehículo ferroviario que inciden sobre dichos sensores, y que se encuentran conectados a un dispositivo de evaluación (5) diseñado para
- 10 - procesar una señal de fuerza F transmitida por los sensores de fuerza (8), que comprende un componente de fuerza cuasiestático y uno dinámico,  
 - determinar una fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ ,  
 - corregir la señal de fuerza F con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ , **caracterizado porque**  
 - el dispositivo de evaluación también está diseñado para integrar a lo largo de un intervalo de tiempo el componente de fuerza dinámico que se obtiene de ello, para determinar un impulso  
 15 - donde el intervalo de tiempo comienza entre un momento  $t_0$ , la aparición del impulso, y un momento  $t_1$ , el primer pasaje por cero de la señal de fuerza F corregida con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ .
2. Dispositivo de diagnóstico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el intervalo de tiempo comprende el tiempo de decremento de una vibración posterior y finaliza en un momento  $t_2$ .
- 20 3. Dispositivo de diagnóstico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los sensores de fuerza (8) se prevén como células de pesaje (9), barras de pesaje o discos de pesaje.
4. Dispositivo de diagnóstico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (5) se prevé para el procesamiento posterior de la amplitud de fuerza máxima  $F_{m\max}$  que se presenta.
- 25 5. Dispositivo de diagnóstico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque**, al menos uno de los sensores de fuerza (8) o todos los sensores de fuerza (8) utiliza o utilizan uno o una pluralidad de bandas extensométricas (12).
- 30 6. Dispositivo de diagnóstico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la distancia de medición es mayor o igual ( $\geq$ ) a la circunferencia de rueda de una de las ruedas a medir de un vehículo ferroviario.
7. Dispositivo de diagnóstico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los sensores de fuerza (8) están previstos entre los carriles y las traviesas.
- 35 8. Procedimiento para determinar un error de redondez en ruedas de vehículos ferroviarios dentro de una distancia de medición predeterminada, donde las señales de fuerza de, al menos, un sensor de fuerza (8) se suministran a un dispositivo de evaluación (5),
- 40 - la señal de fuerza F que comprende un componente de fuerza cuasiestático y uno dinámico, se procesa en el dispositivo de evaluación,  
 - determinando una fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ ,  
 - la señal de fuerza F se corrige con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ , **caracterizado porque**  
 45 - el componente de fuerza dinámico que se obtiene de la diferencia de F y  $F_m$ , se integra a lo largo de un intervalo de tiempo para determinar un impulso,  
 - donde el intervalo de tiempo comienza entre un momento  $t_0$ , la aparición del impulso, y un momento  $t_1$ , el primer pasaje por cero de la señal de fuerza F corregida con la fuerza de contacto cuasiestática de la rueda  $F_m$ .
- 50 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el intervalo de tiempo comprende el tiempo de decremento de una vibración posterior.

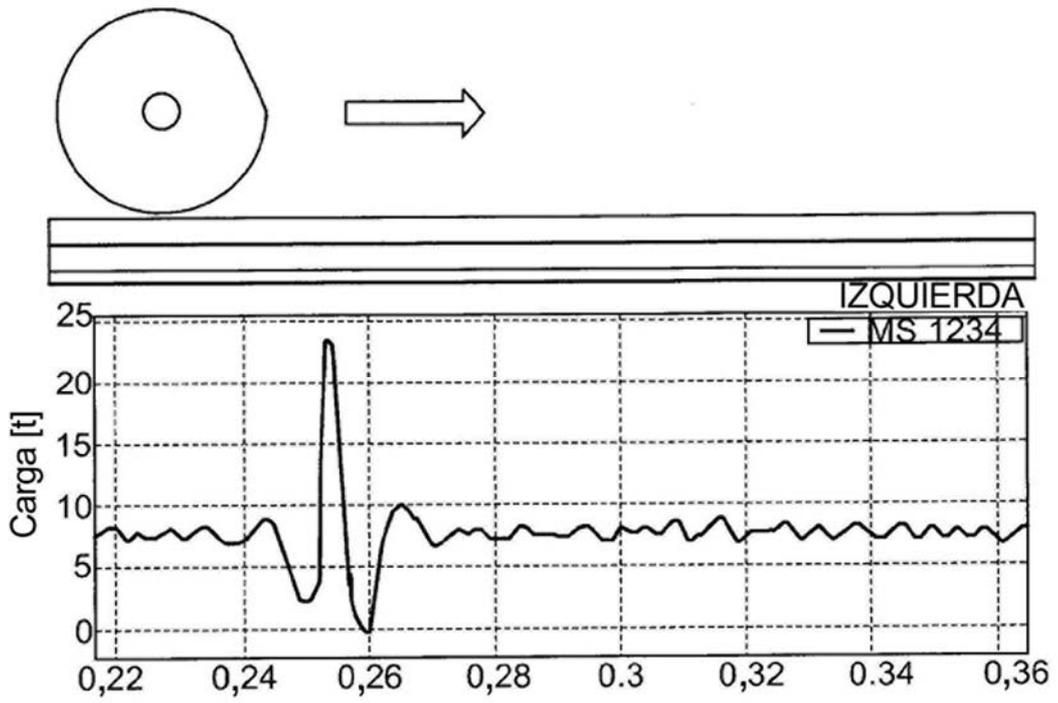


Fig. 1

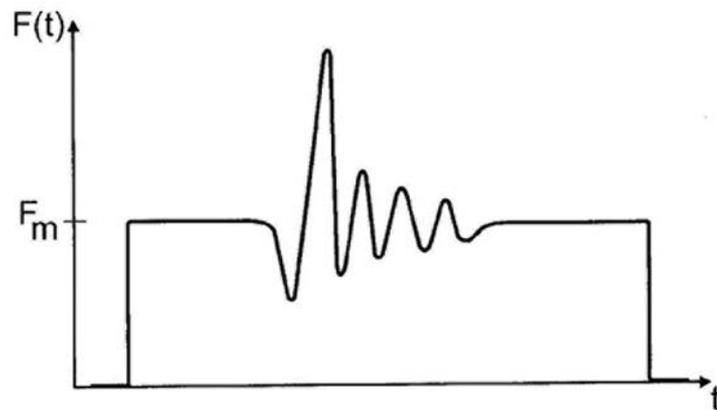


Fig. 2

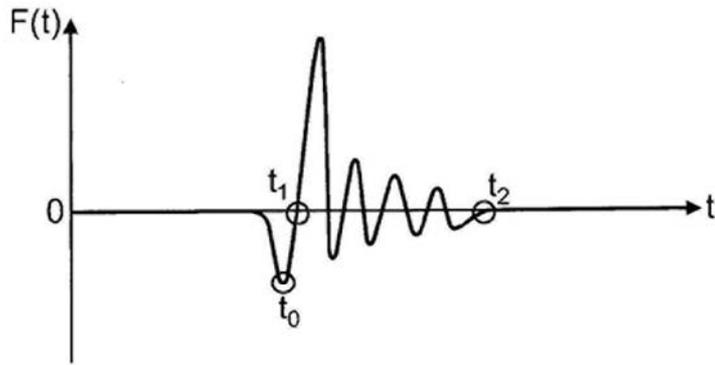


Fig. 3

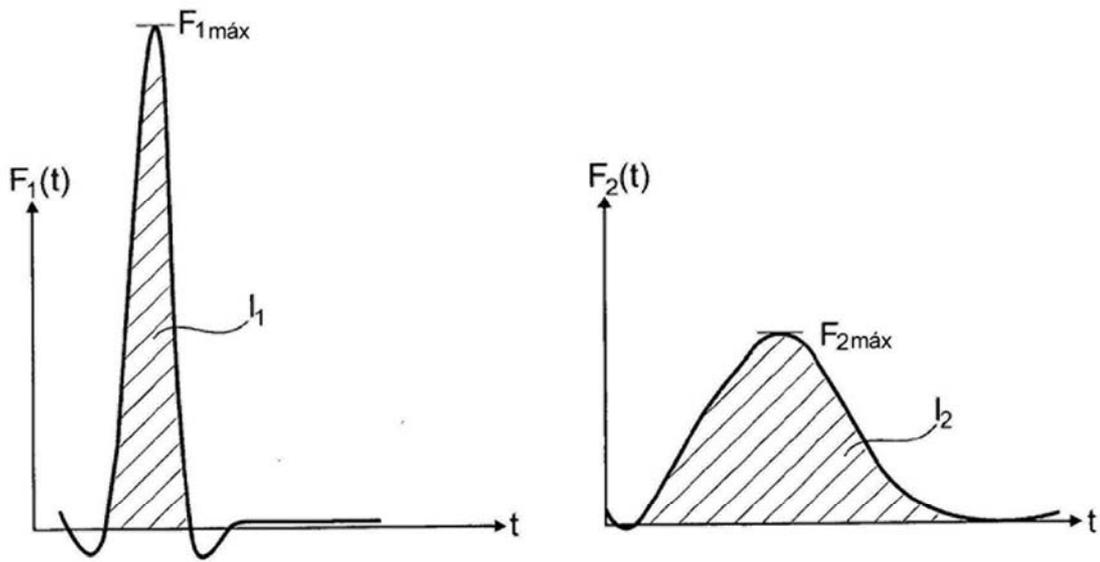


Fig. 4

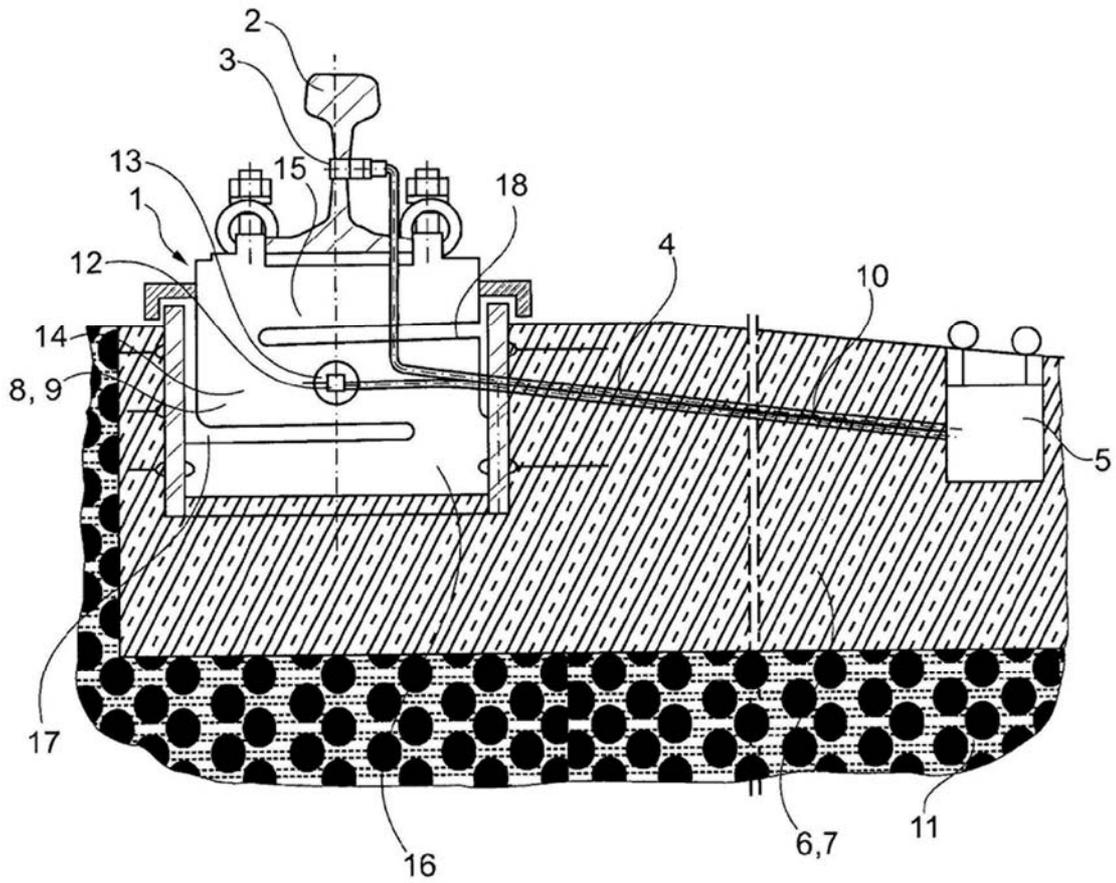


Fig. 5