

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 703**

51 Int. Cl.:

G01P 15/04 (2006.01)

G01P 15/08 (2006.01)

B61F 9/00 (2006.01)

B61L 15/00 (2006.01)

B61L 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2015** **PCT/EP2015/063503**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015** **WO15193333**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2015** **E 15730747 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.08.2021** **EP 3158344**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la detección de descarrilamientos**

30 Prioridad:

20.06.2014 DE 102014108685

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

02.03.2022

73 Titular/es:

**KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH (100.0%)
Moosacher Strasse 80
80809 München , DE**

72 Inventor/es:

ETZBACH, ANDREA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 897 703 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

Procedimiento y dispositivo para la detección de descarrilamientos

La presente invención hace referencia a un procedimiento para la detección de un descarrilamiento de al menos un juego de ruedas de un vehículo ferroviario, en el cual se mide una señal de aceleración, en particular de forma continua, durante un viaje.

Sin ayudas técnicas, el conductor del tren por lo general no puede reconocer el descarrilamiento de un juego de ruedas o de un bogie de un vehículo ferroviario, especialmente, en el caso de trenes largos. El juego de ruedas descarrilado pasa desapercibido y es arrastrado, y el vagón descarrilado corre el riesgo de chocar con un túnel, un puente o con un tren que se aproxime. Para mantener este riesgo bajo, un descarrilamiento se debe detectar lo antes posible para que el conductor del tren o el control de los frenos del vehículo ferroviario puedan iniciar las contramedidas adecuadas, como, por ejemplo, el frenado de emergencia.

Debido a que un juego de ruedas descarrilado está sujeto a aceleraciones provocadas por el descarrilamiento, es conocido el monitorear la aceleración del juego de ruedas, preferentemente la aceleración vertical, directamente en la rueda a través de un sensor de aceleración. En particular, un juego de ruedas descarrilado rueda o salta sobre la superestructura de la vía que se recorre, como resultado de lo cual se imprimen fuertes impactos y, por lo tanto, altas aceleraciones en el juego de ruedas. La señal de aceleración emitida por el sensor de aceleración puede entonces ser evaluada por un dispositivo de evaluación para determinar el estado del juego de ruedas, descarrilado o no descarrilado. En principio, la aceleración del bogie también se puede monitorear, aunque está amortiguada.

Por ejemplo, de la solicitud DE 199 53 677 C1 es conocido integrar dos veces la señal del sensor de aceleración y compararla con un valor límite superior e inferior, en donde cuando se excede o cae por debajo del respectivo valor se detecta un descarrilamiento. La desventaja en este caso, sin embargo, consiste en que la detección de descarrilamientos sólo es posible en el momento real del descarrilamiento, pero ya no después. También es conocido verificar la señal de aceleración en busca de una correlación con una frecuencia umbral. Sin embargo, esto presupone la presencia de traviesas en la superestructura de la vía, en donde las traviesas deben estar espaciadas uniformemente y la velocidad del vehículo ferroviario debe estar dentro de un cierto rango. Además, también se conocen sistemas de descarrilamiento mecánico que ventilan una línea de aire principal de un dispositivo de frenado en vagones de mercancías en caso de un fuerte impacto, o sistemas inductivos que miden la distancia entre el bogie y los raíles. Es conocido que los dos sistemas mencionados tienden a activar falsas alarmas.

La solicitud EP 2 374 686 A1 revela un procedimiento y un dispositivo para la detección de descarrilamientos en los cuales, mientras un vehículo ferroviario se desplaza, las velocidades de cabeceo y de balanceo de un chasis se detectan mediante sensores de velocidad angular y se comparan con valores umbral.

La solicitud EP 1 213 202 A1 describe un procedimiento para mapear el estado de la vía y/o el comportamiento operativo de los vehículos ferroviarios. La solicitud DE 698 28 316 T2 describe un procedimiento y un dispositivo para determinar el descarrilamiento de vagones de ferrocarril.

El objeto de la presente invención consiste en especificar un procedimiento de la clase mencionada en la introducción que permita detectar de manera fiable un estado descarrilado y distinguirlo de manera segura de un estado no descarrilado más allá de impactos por vías irregulares, juntas de raíles, transiciones de cambio de agujas, puntos planos en las ruedas y similares.

El objeto mencionado se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y en particular porque el cuantil p se determina para un conjunto de valores de un perfil de tiempo de la señal de aceleración que se encuentran dentro de una ventana de tiempo predeterminada; en donde p corresponde a un valor predeterminado mayor a 0 y menor a 1 y el cuantil p se compara con un valor umbral predeterminado y se verifica el criterio de si el cuantil p supera o cae por debajo del valor umbral predeterminado.

Con el procedimiento conforme a la invención, se pueden distinguir fácilmente de los descarrilamientos otros eventos con altas aceleraciones, tales como, por ejemplo, el paso por juntas de raíles, cambios de aguja y puntos planos en la rueda. La buena distinción se debe al uso del cuantil, que se compara con un valor umbral predeterminado, por lo cual los valores no representativos en la señal de aceleración que son causados por las juntas de raíles, cambios de aguja y puntos planos en la rueda no están ponderados o sólo ligeramente. Esto significa que las falsas alarmas se pueden descartar casi por completo, mientras que los descarrilamientos se pueden detectar con un grado de probabilidad muy elevado. El procedimiento relativamente sencillo permite detectar un descarrilamiento incluso después del proceso de descarrilamiento real. El procedimiento conforme a la invención se puede utilizar independientemente de la superestructura de vía del carril que se recorre y se puede utilizar de manera fiable tanto a velocidades del tren bajas como muy altas.

El procedimiento conforme a la invención se ejecuta preferentemente para todos los juegos de ruedas del vehículo ferroviario. En particular, el procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar para las dos ruedas de un respectivo juego de ruedas.

La aceleración del juego de ruedas se mide en la dirección vertical, en la dirección de desplazamiento o en la dirección transversal con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario, o en una dirección que está conformada por cualquier superposición de al menos dos de estas direcciones. Se prefiere la medición de la aceleración en la dirección vertical, ya que las aceleraciones verticales son particularmente pronunciadas en el caso de un descarrilamiento. La aceleración se puede medir en una rueda del juego de ruedas o en el correspondiente bogie.

La fiabilidad del procedimiento conforme a la invención es máxima cuando se determinan valores extremos locales que se presentan en el perfil de tiempo de la señal de aceleración y se determina el cuantil p para el conjunto de valores extremos locales que se encuentran dentro de la ventana de tiempo predeterminada. El conjunto de valores que se encuentran dentro de la ventana de tiempo predeterminada consiste, por lo tanto, en un conjunto de valores extremos locales. En principio, sin embargo, el cuantil p también puede estar basado en todos los valores del perfil de tiempo de la señal de aceleración o en un subconjunto de valores del mismo que se encuentren dentro de la ventana de tiempo predeterminada.

En el caso de choques debidos a raíles en mal estado o a un descarrilamiento, se producen desviaciones en la señal de aceleración medida. Los valores del conjunto mencionado que se encuentran en la ventana de tiempo especificada conforman una distribución. El cuantil p corresponde al valor en el cual el p % de todos los valores del conjunto, por ejemplo, todos los valores extremos locales, son menores que este valor y $(1 - p)$ % mayores que este valor. La ventana de tiempo debería seleccionarse tan grande que contenga un número suficientemente elevado de desviaciones. P debería seleccionarse lo suficientemente grande como para que incluso las pequeñas desviaciones causadas por un descarrilamiento estén dentro del cuantil, y lo suficientemente pequeño como para que las desviaciones individuales causadas por perturbaciones que ocurren durante el viaje normal queden por fuera del cuantil.

En el caso de los valores extremos locales se puede tratar de valores mínimos locales o valores máximos locales del perfil de tiempo de la señal de aceleración o de las cantidades absolutas o cantidades absolutas sobre las negativas de los valores mínimos y máximos locales. Cuando, por ejemplo, el cuantil p se determina para el conjunto de valores máximos, en particular, valores máximos locales positivos que se encuentran dentro de la ventana de tiempo predeterminada, se puede verificar el criterio de si el cuantil p excede el valor umbral predeterminado. Cuando, por el contrario, el cuantil p se determina para el conjunto de valores máximos, en particular, valores máximos locales negativos que se encuentran dentro de la ventana de tiempo predeterminada, se puede verificar el criterio de si el cuantil p está por debajo del valor umbral predeterminado.

Un descarrilamiento se puede reconocer cuando se cumple el criterio, en particular, durante un período de tiempo predeterminado. Básicamente, un descarrilamiento ya se puede reconocer cuando sólo se mide una señal de aceleración en una dirección y la correspondiente verificación muestra que se cumple el correspondiente criterio. El cumplimiento del criterio durante un período de tiempo específico aumenta la fiabilidad de la prueba.

La prueba del criterio de si el cuantil p excede el valor umbral especificado, reconociendo un descarrilamiento cuando se cumple el criterio, también comprende en el sentido de la presente invención, en particular, que se verifique el criterio en cuanto a si el cuantil p cae por debajo del valor umbral predeterminado, detectando que no se presenta ningún descarrilamiento cuando se cumple tal criterio. Asimismo, la prueba de si el cuantil p cae por debajo del valor umbral especificado, reconociendo un descarrilamiento cuando se cumple el criterio, también comprende en el sentido de la presente invención, en particular, que se verifique el criterio en cuanto a si el cuantil p excede el valor umbral predeterminado, detectando así que no se presenta ningún descarrilamiento cuando se cumple tal criterio.

Sin embargo, también resulta posible que un descarrilamiento sólo se reconozca cuando se cumplen múltiples criterios, los cuales se verifican indicando en cada caso la existencia de un descarrilamiento. Esto permite realizar una verificación de plausibilidad en la cual se comparan los resultados de diferentes pruebas para identificar posibles errores en una de las pruebas. Cuando el cuantil p alcanza exactamente el valor umbral predeterminado, o bien se puede detectar un descarrilamiento o aún no se puede suponer un descarrilamiento.

Antes de la determinación del cuantil p , se puede aplicar un filtro de baja frecuencia a la señal de aceleración, es decir que, la señal de aceleración se puede filtrar previamente para evitar efectos de solapamiento en la señal de aceleración y/o para subsanar una eventual desviación en la señal de aceleración.

En el caso de la ventana de tiempo predeterminada se puede tratar de una ventana de tiempo con una duración de entre 1 ms y 60 s, en particular, de entre 100 ms y 10 s. Según la invención, la duración de la ventana de tiempo se

- selecciona en función de la velocidad del vehículo ferroviario. De manera preferida, el valor de p no es superior a 0,9, en particular, no es superior a 0,7, en particular, se encuentra entre 0,1 y 0,5. Los descarrilamientos se pueden detectar de forma especialmente fiable en estos rangos. De acuerdo con la invención, la duración de la ventana de tiempo predeterminada depende de la velocidad del vehículo ferroviario. Por ejemplo, la ventana de tiempo se puede seleccionar para que sea mayor a velocidades más bajas para poder determinar así el cuantil p con un número de desviaciones estadísticamente lo suficientemente elevado. El valor umbral puede ser constante o depender de al menos un parámetro, por ejemplo, de la velocidad del vehículo ferroviario o de una carga o de una superestructura de vía. De esta manera, el procedimiento conforme a la invención se puede adaptar de manera óptima a las respectivas condiciones límite.
- De acuerdo con una forma de ejecución puede estar previsto que se midan múltiples de estas señales de aceleración para diferentes direcciones y se determine un respectivo cuantil p y se compare con un respectivo valor umbral predeterminado y se compruebe el respectivo criterio de si el respectivo cuantil p excede o cae por debajo del respectivo valor umbral predeterminado. Con un procedimiento de este tipo, se puede realizar una verificación de plausibilidad, tal como ya se mencionó anteriormente.
- Además, también se puede determinar un parámetro que caracteriza la velocidad de la rueda, por ejemplo, la propia velocidad de la rueda o una frecuencia de la rueda polar y compararlo con una curva de referencia predefinida, y verificar el criterio de si el parámetro excede un grado de desviación predefinido de la curva de referencia predefinida. Por ejemplo, la desviación de la señal de velocidad de la rueda a lo largo del tiempo se puede comparar con un valor umbral predeterminado para identificar saltos en la desviación como los que ocurren en caso de descarrilamientos.
- Alternativa o adicionalmente, se puede determinar una frecuencia umbral, resultante de la velocidad del vehículo ferroviario y de la distancia mutua entre los umbrales de la superestructura de vía; y comparar el intervalo de tiempo entre los valores extremos locales que se presentan en el perfil de tiempo de la señal de aceleración con la frecuencia umbral y comprobar el criterio de si la señal de aceleración excede un nivel predeterminado de correlación con la frecuencia umbral. Este es particularmente el caso cuando el juego de ruedas rueda sobre las traviesas de la superestructura de la vía y ya no está situado sobre la vía.
- Alternativa o adicionalmente, la señal de aceleración se puede monitorear en base al criterio de la presencia de un aumento de amplitud al menos a un nivel predeterminado y durante una duración predeterminada. El salto, es decir, un aumento prolongado en las amplitudes de las desviaciones antes mencionadas se debe distinguirse de un pulso, es decir, de un aumento a corto plazo, como puede ocurrir cuando se cruza un cambio de agujas o similares.
- En particular, también se puede detectar un descarrilamiento cuando se cumple el criterio o al menos uno de los criterios adicionales, en particular, durante un período de tiempo predeterminado. Por lo tanto, puede estar previsto que, en el caso de múltiples pruebas, un descarrilamiento se detecte incluso cuando el correspondiente criterio de descarrilamiento se cumple sólo en una de las pruebas. Puede estar previsto que un descarrilamiento sólo se reconozca cuando se cumplan al menos dos criterios, en particular, durante un período de tiempo predeterminado. La duración del período de tiempo predeterminado puede variar según los diferentes criterios. También puede estar previsto que se reconozca un descarrilamiento tan pronto como al menos un número mínimo predeterminado de criterios, en particular, todos los criterios, se cumplen al mismo tiempo.
- Fundamentalmente, los resultados de las múltiples pruebas se pueden evaluar en conjunto y, en función de la evaluación conjunta, se puede detectar opcionalmente un descarrilamiento. En particular, se puede reconocer un descarrilamiento cuando los resultados de las múltiples pruebas corresponden a una determinada constelación, en particular, de un grupo de constelaciones predefinidas. En particular, por lo tanto, pueden estar previstas múltiples instancias de evaluación, cada una de las cuales realiza una prueba.
- La presente invención hace referencia a un dispositivo para la detección de un descarrilamiento de al menos un juego de ruedas de un vehículo ferroviario, con un sensor de aceleración configurado para medir durante un viaje una señal de aceleración que representa la aceleración del juego de ruedas en la dirección vertical, en la dirección de desplazamiento, en la dirección transversal con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario o en una dirección que está conformada por cualquier superposición de al menos dos de estas direcciones; y con un dispositivo de evaluación que está configurado para determinar el cuantil p para un conjunto de valores del perfil de tiempo de la señal de aceleración que se encuentran dentro de una ventana de tiempo predeterminada; en donde p corresponde a un valor predeterminado mayor a 0 y menor a 1 y en donde la duración de la ventana de tiempo predeterminada depende de la velocidad del vehículo ferroviario, para comparar el cuantil p con un valor umbral predeterminado y para verificar el criterio de si el cuantil p supera o cae por debajo del valor umbral predeterminado.
- Otros perfeccionamientos del dispositivo conforme a la invención resultan de manera análoga de los perfeccionamientos del procedimiento conforme a la invención.

Otras configuraciones ventajosas de la presente invención se describen en las reivindicaciones relacionadas, la descripción de las figuras y en el dibujo.

A continuación, la invención se describe a modo de ejemplo haciendo referencia al dibujo. Las figuras muestran:

Figura 1: una imagen de una medición de una aceleración vertical que actúa sobre una rueda de un vehículo ferroviario mientras se conduce por una vía en mal estado.

Figura 2: una imagen de una medición de una aceleración vertical que actúa sobre una rueda de un vehículo ferroviario antes, durante y después del momento de un descarrilamiento.

Figura 3: una imagen de una medición de una aceleración vertical que actúa sobre una rueda ya descarrilada de un vehículo ferroviario.

Figura 4: una máquina de estado para la descripción de un algoritmo utilizado para comprobar la plausibilidad de la detección de un descarrilamiento.

En el diagrama superior, la figura 1 muestra un registro de una aceleración vertical que actúa sobre una rueda de un juego de ruedas no descarrilado de un vehículo ferroviario cuando el vehículo ferroviario se desplaza sobre una vía en mal estado. Por el contrario, en el diagrama superior de la figura 2 se muestra un registro de una aceleración vertical que actúa sobre una rueda de un juego de ruedas de un vehículo ferroviario inmediatamente antes e inmediatamente después de un proceso de descarrilamiento del juego de ruedas. Las señales de aceleración vertical se registraron cada una con un correspondiente sensor de aceleración. Como se puede observar en los dos diagramas, en las dos curvas de señales se producen valores extremos locales positivos y negativos comparables con un ruido, los cuales están esencialmente dentro de un rango de ± 40 g. En la figura 1 dichos valores extremos locales se deben a desniveles y otras perturbaciones en la vía, en la figura 2, a la condición de descarrilamiento.

Para poder diferenciar el estado descarrilado de la figura 2 del estado no descarrilado de la figura 1 mediante un dispositivo de evaluación del vehículo ferroviario, los valores absolutos de los valores extremos locales positivos y negativos se consideran juntos, y para el conjunto de los valores absolutos de los valores extremos locales que se encuentran dentro de una ventana de tiempo predeterminada que conforman una distribución se determina un cuantil p, por ejemplo, el cuantil 0,3, es decir, se determina el valor en el que el 30% de todos los valores absolutos de los valores extremos locales son menores que dicho valor y un 70% mayores que dicho valor. Entonces, el cuantil 0,3 se compara con un valor umbral predeterminado y se comprueba el criterio de si el cuantil p supera el valor umbral predeterminado. Con este procedimiento, los valores extremos de aceleración causados por juntas de raíles, cambios de aguja y puntos planos en la rueda no se ponderan o sólo se ponderan ligeramente. Por lo tanto, se puede suponer que se presenta un descarrilamiento cuando se cumple el criterio y que no hay descarrilamientos cuando no se cumple el criterio.

En las imágenes intermedias de las dos figuras 1 y 2, se muestran los perfiles de tiempo 12 de los dos cuantiles 0,3 para los dos perfiles de aceleración. El perfil del cuantil 0,3 de la figura 1 (riel en mal estado) es siempre inferior a 5 g, mientras que en el perfil del cuantil 0,3 de la figura 2 también se producen valores de hasta más de 10 g (proceso de descarrilamiento). La ventana de tiempo predeterminada en la que se basa la determinación de un respectivo cuantil tiene una duración de 1 s. Las ventanas de tiempo para las cuales se determina un cuantil, es decir, un valor del perfil, se suceden inmediatamente en el tiempo. Sin embargo, en principio, las ventanas de tiempo también pueden superponerse o se puede utilizar una ventana de tiempo que se modifique con el tiempo. También se puede observar un valor umbral que depende de la velocidad 14, con el cual se compara el cuantil.

En las imágenes inferiores de las dos figuras 1 y 2, se muestran los perfiles de tiempo de las señales de estado, que indican si hay un descarrilamiento o no. En la presente forma de ejecución se detecta, por ejemplo, un descarrilamiento con un valor umbral que, dependiendo de la velocidad del vehículo ferroviario, se mueve en el rango de aproximadamente 3,5 g hasta aproximadamente 9 g o aproximadamente de 4 g hasta aproximadamente 5 g. En correspondencia, la señal de estado en la figura 1 (riel en mal estado) siempre está en cero (sin descarrilamiento), mientras que la señal en la figura 2 (proceso de descarrilamiento) cambia su estado de cero a uno (descarrilamiento) cuando ocurre el descarrilamiento. Por lo tanto, con el presente procedimiento, se puede detectar de manera fiable un descarrilamiento o se puede distinguir de forma fiable un estado descarrilado de un estado no descarrilado.

La figura 3 muestra una representación análoga a la de la figura 2; en donde, sin embargo, el juego de ruedas en cuestión del vehículo ferroviario estaba colocado originalmente, es decir, desde el principio, junto a la vía. También en este caso se puede detectar de manera fiable el descarrilamiento en curso.

Alternativamente, además de la aceleración vertical mencionada anteriormente, de la manera explicada anteriormente también se pueden verificar o monitorear las aceleraciones en otras direcciones para detectar un

descarrilamiento, o también se pueden verificar o monitorear las velocidades de las ruedas o correlaciones de aceleraciones con una frecuencia umbral, tal como fue explicado anteriormente. Entonces, las evaluaciones individuales de descarrilamientos pueden ser verificadas por diferentes organismos de evaluación para corroborar su plausibilidad.

- 5 La figura 4 muestra una máquina de estado para tal verificación de plausibilidad. Se asume que existen múltiples instancias de evaluación, cada una de las cuales puede generar una alarma de descarrilamiento, en donde el valor 0 no corresponde a una alarma y el valor 1 corresponde a una alarma. N es el número de todas o al menos de la mayoría de las instancias de evaluación. Los posibles estados son: estado 0a, ninguna instancia de evaluación emite una alarma, un temporizador t se coloca en 0; estado 1a, exactamente una instancia de evaluación emite una alarma, el temporizador t funciona hasta que se alcanza un tiempo de espera T , después se establece una alarma general, que corresponde a la detección de un descarrilamiento; estado na, exactamente n instancias de evaluación emiten respectivamente una alarma, el temporizador t funciona hasta que se alcanza el tiempo de espera T , después se establece la alarma general; Na, N instancias de evaluación emiten cada una una alarma, la alarma general se establece inmediatamente, es decir, el tiempo de espera se alcanza después de $T=0$.
- 10
- 15 Las transiciones entre los estados ocurren cuando uno o más mensajes de alarma cambian, ya sea de sin alarma a alarma o de alarma a sin alarma. El tiempo de espera T puede ser diferente según el estado y depender de qué instancia o instancias de evaluación emiten una alarma. Este valor debería ser seleccionado en función de la confianza en la detección de descarrilamiento de las instancias de evaluación individuales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la detección de un descarrilamiento de al menos un juego de ruedas de un vehículo ferroviario, en el cual se mide una señal de aceleración durante un viaje; en donde la señal de aceleración representa la aceleración del juego de ruedas en la dirección vertical, en la dirección de desplazamiento, en la dirección transversal con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario o en una dirección que está conformada por cualquier superposición de al menos dos de estas direcciones,
- caracterizado porque,
- 10 el cuantil p se determina para un conjunto de valores del perfil de tiempo de la señal de aceleración que se encuentran dentro de una ventana de tiempo predeterminada; en donde p corresponde a un valor predeterminado mayor a 0 y menor a 1 y en donde la duración de la ventana de tiempo predeterminada depende de la velocidad del vehículo ferroviario, y el cuantil p se compara con un valor umbral predeterminado y se verifica el criterio de si el cuantil p supera o cae por debajo del valor umbral predeterminado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- caracterizado porque,
- 15 antes de determinar el cuantil p , se aplica un filtro de baja frecuencia a la señal de aceleración.
3. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque,
- 20 se determinan valores extremos locales que se presentan en el perfil de tiempo de la señal de aceleración y se determina el cuantil p para el conjunto de valores extremos locales que se encuentran dentro de la ventana de tiempo predeterminada.
4. Procedimiento según la reivindicación 3,
- caracterizado porque,
- 25 en el caso de los valores extremos locales se trata de valores mínimos locales o valores máximos locales del perfil de tiempo de la señal de aceleración o de las cantidades absolutas o cantidades absolutas sobre las negativas de los valores mínimos y máximos locales.
5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque,
- la ventana de tiempo predeterminada se trata de una ventana de tiempo con una duración de entre 1 ms y 60 s, en particular, de entre 100 ms y 10 s.
- 30 6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque,
- el valor de p no es superior a 0,9, en particular, no es superior a 0,7, en particular, se encuentra entre 0,1 y 0,5.
7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque,
- 35 el valor umbral es constante o depende de al menos un parámetro, por ejemplo, de la velocidad del vehículo ferroviario o de una carga.
8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque,

se miden múltiples de estas señales de aceleración para diferentes direcciones y se determina un respectivo cuantil p y se compara con un respectivo valor umbral predeterminado y se comprueba el respectivo el criterio de si el respectivo cuantil p excede o cae por debajo del respectivo valor umbral predeterminado.

9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,

5 caracterizado porque,

adicionalmente, se determina un parámetro que caracteriza la velocidad de la rueda y se compara con una curva de referencia predefinida, y se verifica el criterio de si el parámetro excede un grado de desviación predefinido de la curva de referencia predefinida.

10. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,

10 caracterizado porque,

adicionalmente, se determina una frecuencia umbral y el intervalo de tiempo entre los valores extremos locales que se presentan en el perfil de tiempo de la señal de aceleración se compara con la frecuencia umbral y se comprueba el criterio de si la señal de aceleración excede un nivel predeterminado de correlación con la frecuencia umbral.

11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes,

15 caracterizado porque,

adicionalmente, la señal de aceleración se monitorea en base al criterio de la presencia de un aumento de amplitud al menos a un nivel predeterminado y durante una duración predeterminada.

12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 8 a 11,

caracterizado porque,

20 un descarrilamiento también se detecta cuando se cumple el criterio o al menos uno de los criterios adicionales, en particular, durante un período de tiempo predeterminado.

13. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 8 a 12,

caracterizado porque,

25 un descarrilamiento sólo se reconoce cuando se cumplen al menos dos criterios, en particular, durante un período de tiempo predeterminado.

14. Procedimiento según al menos la reivindicación 12 ó 13,

caracterizado porque,

la duración del período de tiempo determinado es diferente para diferentes criterios.

15. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 8 a 14,

30 caracterizado porque,

un descarrilamiento se reconoce tan pronto como al menos un número mínimo predeterminado de criterios, en particular, todos los criterios, se cumplen al mismo tiempo.

16. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 8 a 15,

caracterizado porque,

35 los resultados de las múltiples pruebas se evalúan conjuntamente y, en función de la evaluación conjunta, se detecta opcionalmente un descarrilamiento.

17. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 8 a 16,

caracterizado porque,

se detecta un descarrilamiento cuando los resultados de las distintas pruebas corresponden a una determinada constelación.

- 5 18. Dispositivo para la detección de un descarrilamiento de al menos un juego de ruedas de un vehículo ferroviario, con un sensor de aceleración configurado para medir durante un viaje una señal de aceleración que representa la aceleración del juego de ruedas en la dirección vertical, en la dirección de desplazamiento, en la dirección transversal con respecto a una dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario o en una dirección que está conformada por cualquier superposición de al menos dos de estas direcciones,

caracterizado por

- 10 un dispositivo de evaluación que está configurado para determinar el cuantil p para un conjunto de valores del perfil de tiempo de la señal de aceleración que se encuentran dentro de una ventana de tiempo predeterminada; en donde p corresponde a un valor predeterminado mayor a 0 y menor a 1 y en donde la duración de la ventana de tiempo predeterminada depende de la velocidad del vehículo ferroviario; para comparar el cuantil p con un valor umbral predeterminado y para verificar el criterio de si el cuantil p supera o cae por debajo del valor umbral predeterminado.

15

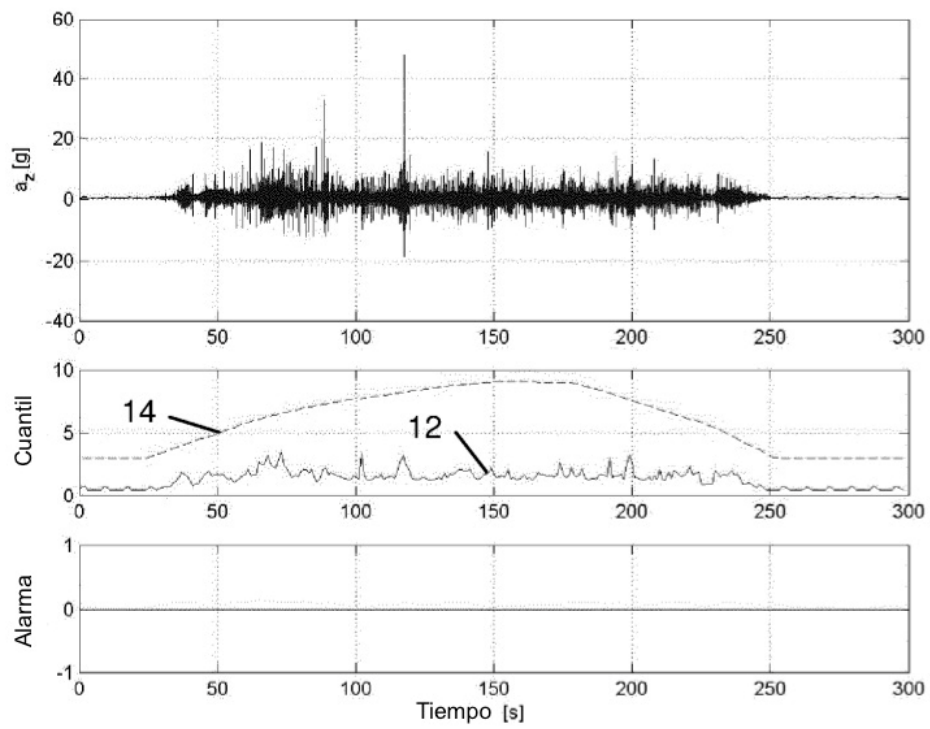


Fig. 1

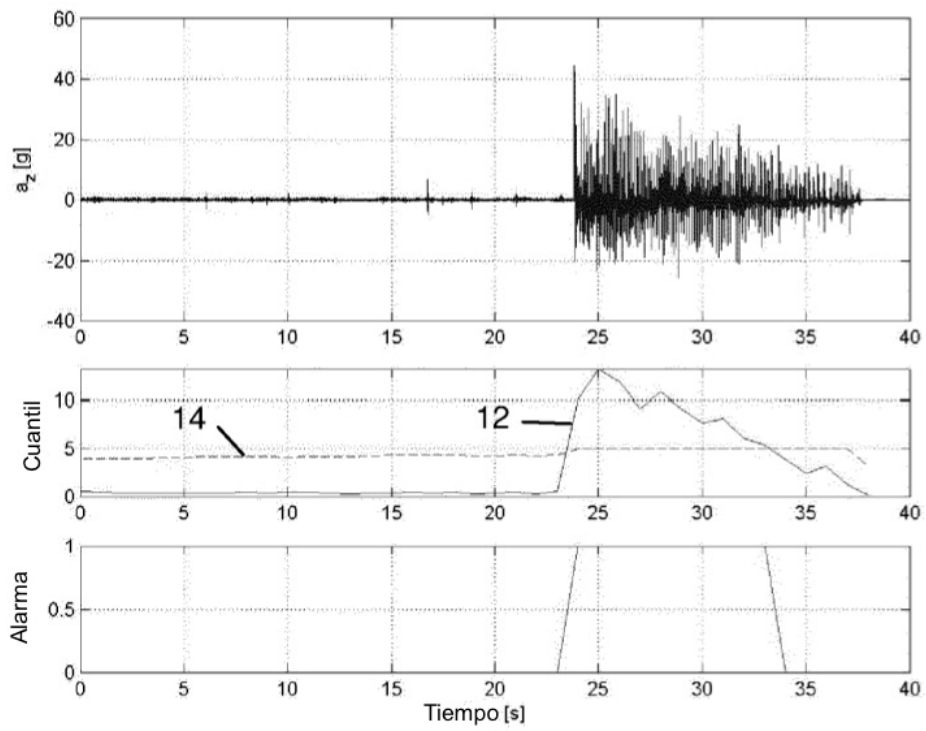


Fig. 2

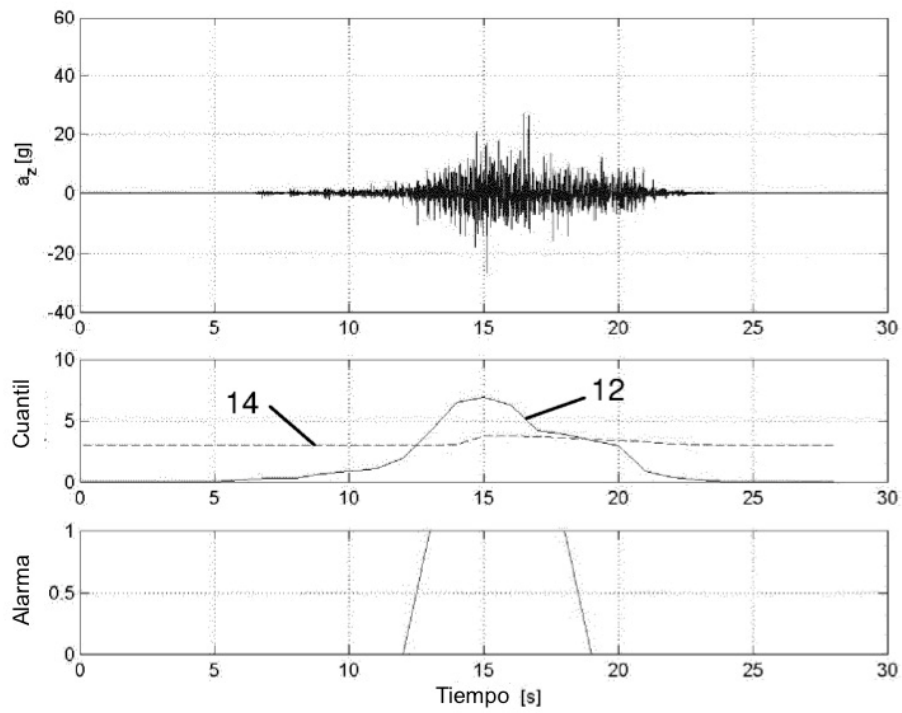


Fig. 3

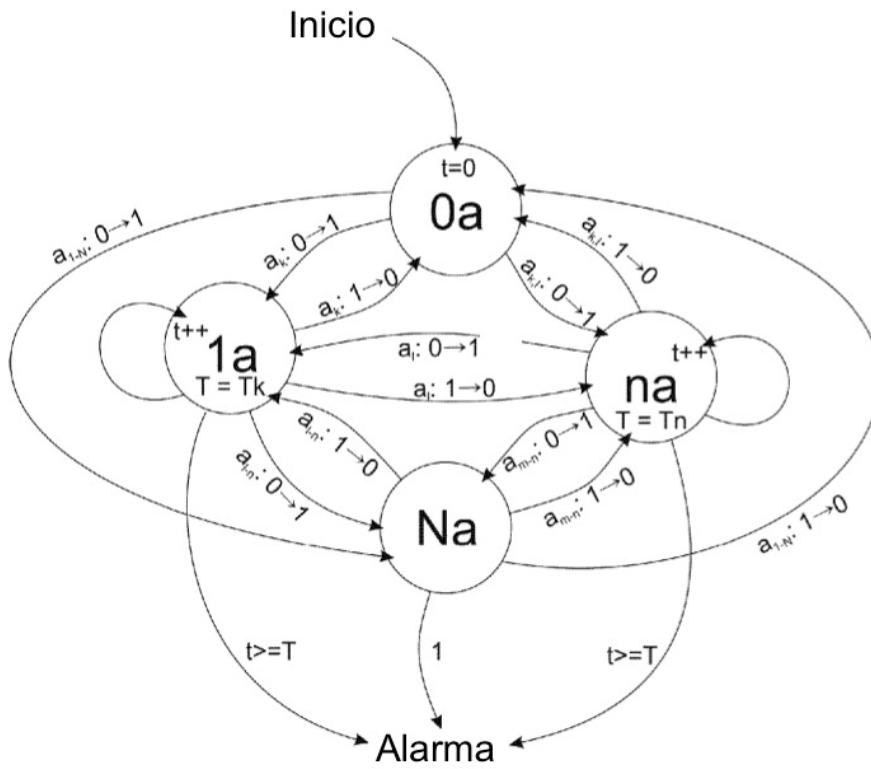


Fig. 4