

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 027**

51 Int. Cl.:

B61L 23/04 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

B61L 3/00 (2006.01)

B61L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2018 E 18152813 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3351452**

54 Título: **Procedimiento e instalación de análisis automático de la evolución de la geometría de vías de circulación**

30 Prioridad:

23.01.2017 FR 1750518

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

24.03.2020

73 Titular/es:

**SNCF RESEAU (100.0%)
15-17 Rue Jean-Philippe Rameau, CS 80001
93418 La Plaine Saint-Denis CEDEX , FR**

72 Inventor/es:

**BONGINI, ESTELLE y
FUNFSCHILLING, CHRISTINE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 750 027 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

Procedimiento e instalación de análisis automático de la evolución de la geometría de vías de circulación

La presente invención concierne a las vías de circulación ferroviarias y, más concretamente, al seguimiento de la evolución de la geometría de tales vías.

5 Según es sabido, las vías de circulación ferroviarias pueden ser objeto, localmente, de degradaciones principalmente resultantes de la densidad de circulación de los trenes y del comportamiento dinámico de los mismos en su interacción con la vía y/o del clima y/o del tipo de suelo sobre el que se asientan y/o de las operaciones de mantenimiento que han experimentado. Algunas de estas degradaciones se traducen en una modificación local de la geometría de la vía, caracterizada, en cuanto a su parte vertical, principalmente por un defecto de nivelación vertical y/o un defecto de alabeo o desviación de peralte y, en cuanto a su parte horizontal, por un defecto de nivelación transversal y/o un defecto de distanciamiento.

10 Por la gravedad de las posibles consecuencias de estas degradaciones, las vías de circulación ferroviarias son objeto de un seguimiento realizado, bien por medio de máquinas que miden una flecha, por ejemplo de tipo Mauzin, o bien por medio de sistemas llamados inerciales, por ejemplo una central inercial y cámaras que adquieren imágenes de vídeo, como por ejemplo el sistema GEOV / GEOV2 de la firma MERMEC (instalado en la rama IRIS dedicada a la vigilancia de las líneas de alta velocidad en Francia). En ambos casos, la detección de las degradaciones precisa de la utilización de máquinas específicas cuya circulación es costosa y generalmente obliga a franjas de circulación dedicadas (especialmente en el caso de IRIS), cuando no a la interrupción de la circulación de los trenes. Se habla, para este protocolo, de seguimiento de rondas por máquinas de medición mecanizadas.

15 20 Cuando una degradación detectada sobrepasa un umbral prefijado en un lugar determinado, se emite una alerta. Existen varios grados / umbrales de alerta. Si se alcanza un último umbral de alerta (o valor de ralentización), se decide inmediatamente una operación de mantenimiento. Esta operación precisa del cierre temporal de la vía afectada y el empleo de máquinas de mantenimiento y de personal. Sin embargo, si estas máquinas de mantenimiento y/o este personal no están disponibles, o también si no es posible prohibir momentáneamente la circulación por la vía afectada, se impone una ralentización de la circulación.

25 Cuando se detecta una degradación en los primeros umbrales de alerta, ésta es objeto de un seguimiento específico en rondas de vigilancia a pie realizadas por agentes de mantenimiento de la vía. Estas rondas permiten comprobar la evolución de estas degradaciones entre dos rondas de máquinas de medición mecanizadas y asegurarse de que una degradación no derive rápidamente hacia umbrales de alerta que obliguen a una intervención de mantenimiento.

30 Por otro lado, cuando una zona de vía presenta repetitivas degradaciones pese a un mantenimiento regular, acuden agentes sobre el terreno con el fin de efectuar una inspección visual. Si lo estiman necesario, instalan piquetes con el fin de registrar medidas topográficas en instantes regulares para cuantificar la deformación de las capas de suelo (por ejemplo, de un corrimiento de tierras). Por lo tanto, los corrimientos son detectados tardíamente, después de un considerable número de mantenimientos (mediante bateos que dañan la forma de los granos de balasto y, por tanto, degradan la durabilidad de este último, por lo resultan ser no sólo inútiles, sino también contraproducentes), y después de un seguimiento muy oneroso.

35 Se conocer hacer un seguimiento regular de la geometría vertical de las vías mediante una determinación de la posición vertical de las ruedas de una composición circulante por ellas: ésta se determina, por lo general, por medio de una doble integración de la aceleración medida en correspondencia con la caja de grasa y de la aplicación de un filtro digital frecuencial parametrizado por la velocidad de la composición en cuestión en el momento de la medida. Pero esta solución matemática tan sólo concierne a tramos de vía por los que la circulación se lleva a cabo a velocidades muy estables, es decir, que son objeto de escasísimas variaciones, y las soluciones tecnológicas empleadas para medir la aceleración de las cajas de grasa limitan la validez de esta práctica a tomas de medición efectuadas a velocidades elevadas (amplitudes de las aceleraciones verticales demasiado pequeñas a baja velocidad con respecto a la sensibilidad de los sensores tradicionales). Se comprenderá que, en efecto, el filtro digital frecuencial, al estar parametrizado para una velocidad dada constante, tan sólo es utilizable en las zonas donde reina esta velocidad dada constante.

40 El documento FR 2602479 da a conocer un procedimiento y un dispositivo de medición de las reacciones de los vehículos ferroviarios en el curso de su rodadura para evaluar el estado de las vías férreas.

45 50 La invención está encaminada a un procedimiento de análisis de la geometría de al menos una vía de circulación de una red especialmente férrea, que permite paliar los citados inconvenientes.

A tal efecto, el procedimiento de análisis de la invención comprende:

- una primera etapa en la que se adquieren, en instantes elegidos, dos aceleraciones verticales acusadas en dos costados opuestos y a un mismo nivel por un material rodante que circula por una vía de circulación, y una posición geográfica de este material rodante, y se asocian a cada instante estas dos aceleraciones

verticales y posición geográfica correspondientes, con posterior realización de un filtrado espacial (que permite calcular una flecha vertical), a propósito para la red, de cada aceleración vertical asociada a un instante dado, y se determina una flecha vertical (o nivelación) a partir de cada aceleración vertical filtrada y asociada a un instante dado, y se asocian estas dos flechas verticales a este instante dado y a la posición geográfica asociada, y

- 5
- una segunda etapa en la que se comparan las dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica elegida de esta vía de circulación, con al menos otras dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica sensiblemente igual a esta posición geográfica elegida en al menos un instante precedente, con el fin de obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de esta vía de circulación en esta posición geográfica elegida.
- 10

Merced a este seguimiento automatizado de la geometría de una vía de circulación por medio de sistemas embarcados en materiales rodantes que pueden formar parte de cualquier tren, inclusive trenes de transporte de viajeros, se puede optimizar las operaciones de mantenimiento y, en especial, darles inicio cuando es realmente útil, habida cuenta del contexto.

15 El procedimiento según la invención puede incluir asimismo las siguientes características opcionales, consideradas aisladamente o según todas las combinaciones técnicas posibles:

- en dicha primera etapa, se realiza el filtrado espacial convolucionando cada aceleración vertical con un filtro impulsivo espacial; por ejemplo, este filtro impulsivo espacial puede estar definido por la relación $H(s) = \sum_n \lambda_n \cdot \delta(s + a_n)$, donde s representa la posición geográfica, los λ_n y los a_n son representativos del material rodante, y δ es la función de Dirac;
 - en la primera etapa, se determina para cada instante una velocidad del material rodante a partir de una primera medición de velocidad suministrada sensiblemente para este instantes por un taquímetro embarcado en este material rodante o en un vehículo motor que desplaza este material rodante, y/o de una segunda medición de velocidad deducida de informaciones transmitidas sensiblemente para este instante por un sistema de localización geográfica, y/o de una estimación de la velocidad calculada por comparación de mediciones de aceleraciones verticales sobre dos diferentes ejes de ruedas, y luego se determina la posición geográfica asociada a cada instante en función, bien de la velocidad determinada para este instante (por ejemplo, por taquimetría), bien de una posición geográfica determinada para el instante precedente inmediatamente a este último instante, bien de la velocidad estimada por dos sensores acelerométricos sobre dos diferentes ejes de ruedas, o bien de una combinación de la velocidad determinada y de la posición geográfica determinada;
 - en la primera etapa, se estima para cada instante la velocidad del material rodante por medio de un método de modelización por proceso gaussiano restringido (como por ejemplo el llamado de Krieger) a partir de diferentes informaciones de velocidad disponibles (taquimetría, localización geográfica, comparación de las flechas de dos diferentes ejes de ruedas en el mismo tren, por ejemplo);
 - en la primera etapa, se adquieren en cada instante elegido dos primeras aceleraciones verticales sensibles por medio de dos primeros sensores de aceleración vertical y dos segundas aceleraciones verticales muy sensibles por medio de dos segundos sensores de aceleración vertical, y se pueden utilizar, bien estas dos primeras aceleraciones verticales cuando la velocidad es superior a un umbral prefijado, o bien estas dos segundas aceleraciones verticales cuando la velocidad es inferior a este umbral prefijado;
 - en la segunda etapa, cuando una flecha vertical, determinada para un instante dado, difiere notablemente de al menos una flecha vertical precedente determinada para al menos un instante precedente a este instante dado, y de al menos una flecha vertical siguiente, determinada para al menos un instante siguiente a este instante dado, no se toma en cuenta esta flecha vertical (pues se considera que no es representativa de la evolución de la flecha vertical en la posición geográfica de que se trata). Para mayor robustez, el análisis de la evolución de la flecha vertical para una posición geográfica dada podrá llevarse a cabo a partir de las medianas calculadas de las diferentes flechas verticales en una posición geográfica dada para varios instantes;
 - en la primera etapa, se adquieren en cada instante al menos una aceleración transversal y una aceleración vertical en la caja del material rodante, con el fin de determinar un ocasional peralte local y/o un ocasional radio de curvatura local y/o una ocasional pendiente longitudinal local de la vía de circulación;
 - en la segunda etapa, cuando un peralte local y/o un radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local determinado(a)(s) a partir de una aceleración lateral y de una aceleración vertical medidas por un sensor de aceleración lateral en la caja y un sensor de aceleración vertical en la caja para un instante dado difiere(n) notablemente de al menos un peralte local y/o un radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local precedente(s), determinado(a)(s) para al menos un instante precedente a este instante dado, y de al menos un peralte local y/o un radio de curvatura local siguiente(s), determinado(s) para al menos un instante
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

siguiente a este instante dado, se sustituye este peralte local y/o este radio de curvatura local, determinado(s) para este instante dado por la mediana de estos peralte local y/o radio de curvatura local y/o pendiente longitudinal local precedente(s) y siguiente(s). Estos cambios sobre grandes longitudes de onda pueden ser muchas veces sinónimos de corrimiento de tierras;

- 5 - en la segunda etapa, las evoluciones con gran longitud de onda (como, por ejemplo, la curvatura local, el peralte local, la pendiente longitudinal local) pueden ser estimadas en cada instante con el concurso de una modelización mecánica (como, por ejemplo, la llamada de Kalman), o mediante la utilización de una modelización por cuerpos rígidos, por ejemplo;
- 10 - en la segunda etapa, cuando las informaciones son representativas de una evolución importante y súbita de la geometría de la vía de circulación, se determina si en el pasado se determinó una evolución similar y, en caso afirmativo, se determina qué decisión se había tomado como reacción a esta evolución similar y cuál fue la consecuencia de esta decisión sobre esta evolución similar, con el fin de determinar una decisión adaptada a esta evolución importante y súbita;
- 15 - en la segunda etapa, se puede determinar si, en el pasado, una evolución similar a la evolución importante y súbita acabó en un corrimiento de tierras y, en caso afirmativo, se puede generar una alarma que señale un riesgo de corrimiento de tierras;
- en la primera etapa, se transmiten con destino a un servidor, vía ondas, las dos aceleraciones verticales y posición geográfica asociadas a cada instante, y/o cada flecha vertical y los asociados instantes y posición geográfica.
- 20 La invención recae asimismo sobre una instalación destinada a analizar la geometría de al menos una vía de circulación de una red, en especial férrea, que comprende dos filas de carriles a propósito para permitir la circulación de materiales rodantes, instalación que está esencialmente caracterizada por comprender:
- materiales rodantes a propósito cada uno de ellos para obtener, en instantes elegidos cuando circulan por una vía de circulación, dos aceleraciones verticales acusadas en dos costados opuestos y a un mismo nivel y una posición geográfica, y para asociar luego a cada instante estas dos aceleraciones verticales y posición geográfica correspondientes,
- 25 - medios de procesamiento a propósito para realizar un filtrado espacial, a propósito para la red férrea, de cada aceleración vertical asociada a un instante dado, y para determinar una flecha vertical a partir de cada aceleración vertical filtrada y asociada a un instante dado y para asociar estas dos flechas verticales a este instante dado y a la posición geográfica asociada, y
- 30 - medios de análisis a propósito para comparar las dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica elegida de la vía de circulación, con al menos otras dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica sensiblemente igual a esta posición geográfica elegida en al menos un instante precedente, con el fin de obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de esta vía de circulación en esta posición geográfica elegida.
- 35

Por ejemplo, esta instalación también puede comprender acelerómetros instalados en una caja del material rodante.

Asimismo, por ejemplo, el material rodante se puede elegir de un grupo que comprende al menos una locomotora, un vehículo automotor, un coche de ferrocarril y un vagón.

- 40 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán claramente de la descripción que de la misma se da a continuación, a título indicativo y sin carácter limitativo alguno, haciendo referencia a las figuras que se acompañan, de las cuales:

la figura 1 ilustra de manera esquemática y funcional un ejemplo de realización de una instalación de análisis de la geometría de vías de circulación ferroviarias según la invención, y

- 45 la figura 2 ilustra de manera esquemática un ejemplo de algoritmo que lleva a la práctica un procedimiento de análisis de la geometría de vías de circulación ferroviarias según la invención.

- Se da por supuesto que las formas de realización que se describirán en lo sucesivo no son en absoluto limitativas. Cabrá imaginar, especialmente, variantes de la invención que tan solo comprendan una selección de características descritas en lo sucesivo, aisladas de las demás características descritas, si esta selección de características es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto al estado de la técnica anterior.
- 50 Esta selección comprende al menos una característica, preferentemente funcional, sin detalles estructurales, o con solo parte de los detalles estructurales, si esta parte, únicamente, es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto al estado de la técnica anterior.

La invención tiene como finalidad principal proponer un procedimiento, y una instalación 1 asociada, destinados a

permitir el análisis automático de la geometría de vías de circulación 2 pertenecientes a una red férrea y comprendiendo cada una de ellas dos filas de carriles.

En la figura 1, se ha ilustrado esquemática y funcionalmente un ejemplo de realización no limitativo de una instalación de análisis 1 según la invención.

- 5 Como se ilustra, una instalación de análisis 1, de acuerdo con la invención, comprende al menos materiales rodantes 3 equipados con sensores, al menos de aceleración, y a propósito para rodar sobre vías de circulación ferroviarias 2 que comprenden cada una de ellas dos filas de carriles, medios de procesamiento 4 y medios de análisis 5.

Se hace notar que la invención también concierne lo mismo a las vías de circulación ferroviarias tradicionales, que a las vías de circulación ferroviarias de alta velocidad, también denominadas "líneas de alta velocidad".

- 10 Los materiales rodantes 3 pueden ser de cualquier tipo, siempre que puedan rodar sobre una vía de circulación ferroviaria, inclusive una línea de alta velocidad. Por consiguiente, podrá tratarse, por ejemplo, de una locomotora, de un vehículo automotor, de un coche de ferrocarril, o también de un vagón.

En el ejemplo ilustrado sin carácter limitativo en la figura 1, el material rodante 3 es una locomotora que forma parte de un tren de viajeros o de transporte de mercancías 6.

- 15 Es de señalar que, para que pueda llevarse a la práctica la invención, es menester que el material rodante 3 comprenda al menos dos sensores de aceleración vertical 7 instalados en dos costados laterales opuestos y a un mismo nivel, tanto en altitud como longitudinalmente. Pueden estar respectivamente instalados, por ejemplo, en o sobre las cajas de grasa derecha e izquierda. Como variante, podrían estar respectivamente instalados en o sobre dos costados laterales de un bastidor de bogie, o también en la caja.

- 20 Estos sensores de aceleración vertical 7 son a propósito para adquirir, en instantes elegidos, por ejemplo cuando el material rodante 3 sobre el que están instalados circula por una vía de circulación 2, dos aceleraciones verticales, derecha e izquierda respectivamente.

Adicionalmente, para que pueda llevarse a la práctica la invención, es necesario que el material rodante 3 pueda obtener, asimismo, en estos mismos instantes elegidos, su posición geográfica en curso. Para llevarlo a cabo, el material rodante 3 puede incluir un dispositivo de localización geográfica 8 a propósito para determinar su posición geográfica en función de informaciones transmitidas por un sistema de localización geográfica 9 y recibidas por un módulo de comunicación 10 embarcado. A título de ejemplo no limitativo, y como se ilustra, este sistema de localización geográfica 9 puede ser por satélite. De este modo, podrá tratarse, por ejemplo, de un sistema de tipo GPS ("Global Positioning System"). Pero las informaciones de localización geográfica podrían ser transmitidas por antenas terrestres.

- 25 Se hace notar que el dispositivo de localización geográfica 8 y el módulo de comunicación 10 no forman parte obligatoriamente del material rodante 3, aunque ello sea preferible por una cuestión de precisión. En efecto, podrían estar instalados en otro material rodante de su tren 6, como, por ejemplo, en la cabina del conductor, ocasionalmente sobre el tablero de instrumentos, o detrás del parabrisas, cuando el material rodante 3 no es la locomotora o el vehículo automotor.

El procedimiento de análisis, de acuerdo con la invención, está destinado para su puesta en práctica por la instalación de análisis 1 parcialmente presentada anteriormente. Comprende unas etapas primera y segunda.

- 30 En la primera etapa del procedimiento, se comienza por adquirir, en unos instantes t_j elegidos, dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$, acusadas en dos costados opuestos (derecho ($k = 1$) e izquierdo ($k = 2$)) y a un mismo nivel por un material rodante 3 que circula por una vía de circulación 2, y una posición geográfica $pg(t_j)$ de este material rodante 3, y se asocian a cada instante t_j estas dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ y posición geográfica $pg(t_j)$ correspondientes. Se comprenderá que las dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ son determinadas por los dos sensores de aceleración vertical 7 derecho e izquierdo del material rodante 3, y la posición geográfica $pg(t_j)$ es determinada por el dispositivo de localización geográfica 8 del material rodante 3 o de otro material rodante del tren 6.

- 35 Las adquisiciones pueden llevarse a cabo periódicamente. En este caso, la diferencia temporal entre dos instantes sucesivos t_j y $t_j + 1$ es igual a un período. Este último puede estar comprendido, por ejemplo, entre 1 ms y 5 ms.

- 40 Seguidamente, siempre en esta primera etapa, se realiza un filtrado espacial, a propósito para la red férrea, de cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ asociada a un instante t_j , y se determina una flecha vertical (o nivelación) $pvc_k(t_j)$ a partir de cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ filtrada y asociada a un instante t_j , y se asocian estas dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$ a este instante t_j y a la posición geográfica $pg(t_j)$ asociada.

45 Son los medios de procesamiento 4 de la instalación de análisis 1 los que realizan, para cada instante t_j , el filtrado espacial, por medio de la función de transferencia de un coche de auscultación de referencia, que es utilizado en la vía férrea, de cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ asociada al instante t_j de que se trate. Asimismo, son los medios de procesamiento 4 de la instalación de análisis 1 los que determinan las dos flechas verticales (o nivelaciones) $pvc_k(t_j)$

y asocian estas últimas ($pvc_k(t_j)$) a este instante t_j y a la posición geográfica $pg(t_j)$ asociada.

Estos medios de procesamiento 4 pueden establecerse, por ejemplo, en forma de módulos de lógica o informáticos, o también "software". Pero, en una variante de realización, podrían estar realizados en forma de una combinación de módulos de lógica y de circuitos electrónicos o "hardware".

- 5 En el ejemplo ilustrado en la figura 1, los medios de procesamiento 4 forman parte de un computador 11 que está instalado en un servidor 12. En este caso, en la primera etapa, se transmiten con destino al servidor 12, vía ondas, las dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ y la posición geográfica $pg(t_j)$ que están asociadas a cada instante t_j . Esta transmisión se realiza por medio del módulo de comunicación 10 que está embarcado en el tren 6, en el presente documento, en el material rodante 3, y que está conectado a al menos una red de comunicación no cableada 13 con posibilidad de transmitir datos al servidor 12 de manera directa o indirecta. Esta red de comunicación no cableada 13 puede ser de tipo terrena y/o por satélite, como se ilustra en la figura 1. La recepción de los datos transmitidos se realiza por medio de un módulo de comunicación 14 que está instalado en el servidor 12, conectado a al menos una red de comunicación cableada o no cableada y que está acoplado al computador 11. Las transmisiones de datos pueden estar ocasionalmente encriptadas.
- 10
- 15 En una variante de realización no ilustrada, los medios de procesamiento 4 pueden formar parte de un procesador instalado en el material rodante 3.

Es de señalar que, en la primera etapa, se puede, por ejemplo, realizar cada filtrado espacial convolucionando cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ con un filtro impulsivo espacial que es específico del material rodante 3.

- 20 A título de ejemplo ilustrativo no limitativo, este filtro impulsivo espacial puede estar definido por la relación $H(s) = \sum_n \lambda_n \cdot \delta(s + a_n)$, donde s representa la posición geográfica, los λ_n y los a_n son representativos del coche de auscultación de referencia que es utilizado en la red férrea, y δ es la función de Dirac. En este caso, cada flecha vertical $pvc_k(t_j)$ viene dada por la relación: $pvc_k(s_j) = \sum_n av_k(s) \cdot \lambda_n \cdot \delta(s + a_n)$. Se hace notar que, para este último cálculo, se puede, por ejemplo, efectuar una interpolación de las aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ para las "abscisas" ($s + a_n$).

- 25 Esta convolución mediante un filtro espacial (y no frecuencial) también se utiliza, en el presente documento, para estabilizar las aceleraciones, es decir, quitar especialmente las contribuciones de alta frecuencia que llegan a contaminar la etapa de integración.

- 30 En la segunda etapa del procedimiento, se comparan las dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$, determinadas por el material rodante 3 en una posición geográfica $pg(t_j)$ elegida de la vía de circulación 2, con al menos otras dos flechas verticales $pvc_k(tp)$, determinadas en una posición geográfica $pg(tp)$ sensiblemente igual a esta posición geográfica $pg(t_j)$ elegida en al menos un instante precedente tp . Estas comparaciones están destinadas a obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de la vía de circulación 2 en esta posición geográfica $pg(t_j)$ elegida.

- 35 El conocimiento de la flecha vertical es utilizado para decidir si se debe dar inicio a operaciones de mantenimiento. Por ejemplo, cuando esta flecha es superior a un umbral prefijado, se puede decidir dar inicio a operaciones de mantenimiento. Pero se puede igualmente tener en cuenta la evolución temporal de esta flecha y/o del contexto meteorológico y/o topográfico y/o geológico, con el fin de decidir la pertinencia del inicio de operaciones de mantenimiento, ocasionalmente con carácter preventivo, cuando la flecha es ligeramente inferior al umbral prefijado, pero crece rápidamente. En cambio, cuando la flecha es ligeramente inferior al umbral prefijado, pero no evoluciona significativamente, se puede decidir no hacer nada y, por tanto, no dar inicio a operaciones de mantenimiento preventivas. Se insistirá más adelante sobre este modo de toma de decisiones. El análisis de las formas de los defectos, de su evolución, del contexto ambiental y de las circulaciones también orientará acerca del tipo de mantenimiento que haya de realizarse.
- 40

Las mediciones regulares podrán ser utilizadas, por otro lado, para predecir la evolución de la geometría de una vía, por ejemplo merced a un modelo de tipo ARMA no estacionario.

- 45 Son los medios de análisis 5 de la instalación de análisis 1 los que comparan las dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$, determinadas en una posición geográfica $pg(t_j)$ elegida de la vía 2, con al menos otras dos flechas verticales $pvc_k(tp)$, determinadas en la posición geográfica $pg(tp)$ en al menos un instante precedente tp . Asimismo, son los medios de análisis 5 de la instalación de análisis 1 los que determinan las informaciones relativas a la evolución de la geometría de la vía 2 en esta posición geográfica $pg(tp)$ elegida.

- 50 Con objeto de procesar esta evolución, se necesita una sincronización muy buena de las diferentes rondas. Esta sincronización puede llevarse a cabo, por ejemplo, por medio de una función de intercorrelación aplicada a la curva construida a partir de las últimas flechas verticales $pvc_k(t_j)$ determinadas con el material rodante 3 y a al menos otra curva construida a partir de antiguas flechas verticales $pvc_k(tp)$.

- 55 Estos medios de análisis 5 se pueden establecer, por ejemplo, en forma de módulos de lógica o informáticos. Pero, en una variante de realización, podrían estar realizados en forma de una combinación de módulos de lógica y de

circuitos electrónicos.

Preferentemente, y como se ilustra en la figura 1, los medios de análisis 5 pueden formar parte del computador 11 del servidor 12. Esto permite, en efecto, intercambios rápidos con los medios de procesamiento MT. Pero podrían formar parte de otro computador, ocasionalmente remoto del servidor 12 y dedicado a los análisis.

5 Es de señalar que, en la variante antes presentada, en la que los medios de procesamiento 4 forman parte de un computador instalado en el material rodante 3, se transmiten con destino al servidor 12, vía ondas, por medio del módulo de comunicación 10 y en la primera etapa, las dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$ y los asociados instante t_j y posición geográfica $pg(t_j)$, con el fin de que sean utilizados por los medios de análisis 5.

10 El servidor 12 comprende, preferentemente y como se ilustra en la figura 1, unos medios de almacenamiento 15 en los que almacena el histórico de los datos recibidos y de los análisis de las vías de circulación y, en particular, cada byte de datos que comprende un instante t_j asociado a dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$ y una posición geográfica $pg(t_j)$. Estos medios de almacenamiento 15 pueden materializarse, por ejemplo, en forma de una memoria, ocasionalmente de tipo soporte lógico. El almacenamiento puede llevarse a cabo ocasionalmente en forma de una base de datos de información de geometría.

15 Es de señalar que algunos al menos de los bytes pueden comprender, por ejemplo, informaciones definitorias de las condiciones climáticas o meteorológicas en el instante t_j de interés, o en instantes o días que hayan precedido al instante t_j de interés. Así, se dispone de imágenes de la vía de circulación 2 muy regularmente, con todos los cambios climáticos y especialmente higrométricos, lo cual es de particular utilidad en las zonas de rápida evolución como, por ejemplo, las zonas fangosas.

20 Se comprenderá que, en efecto, en caso de lluvias intensas o de inundación, existe una probabilidad incrementada de corrimiento de tierras con posibilidad de acarrear un defecto de nivelación, un defecto de alineación (defecto transversal con respecto al eje de la vía) o un defecto de alabeo, en particular en una zona lodosa o friable. Igualmente, en caso de calores intensos o de sequía, existe una probabilidad incrementada de aparición de defectos de geometría tales como los citados. En las zonas de rápida evolución tales como las zonas lodosas, cabe así la posibilidad de tener
25 imágenes de la vía muy regularmente con todos los cambios higrométricos.

En presencia de tales condiciones meteorológicas y topográficas y/o geológicas, puede ser pertinente decidir dar inicio a operaciones de mantenimiento preventivas que permitan corregir el origen del problema y no sus síntomas, aun cuando la flecha es ligeramente inferior al umbral predefinido, y en particular cuando no cesa de crecer.

30 Se notará asimismo que, algunos al menos de los bytes pueden comprender, por ejemplo, informaciones definitorias de las operaciones de mantenimiento realizadas debido a los valores tomados por sus flechas verticales $pvc_k(t_j)$ para la posición geográfica $pg(t_j)$ comparados con los valores precedentes tomados para la misma posición geográfica.

35 Se notará, además, que, en la primera etapa, es ventajoso determinar, para cada instante t_j , una velocidad $v(t_j)$ del material rodante 3 a partir de una primera medición de velocidad suministrada sensiblemente para este instante t_j por un taquímetro embarcado en el material rodante 3 o un vehículo motor que desplaza el material rodante 3, y de una segunda medición de velocidad deducida de informaciones transmitidas sensiblemente para este instante por el sistema de localización geográfica 9. Esta determinación la realizan los medios de procesamiento 4. Seguidamente, se puede determinar, por ejemplo mediante los medios de procesamiento, la posición geográfica $pg(t_j)$ asociada a cada instante t_j , en función, ya sea de la velocidad $v(t_j)$ determinada para este instante t_j , ya sea de una posición geográfica $pg(t_j - 1)$ determinada para el instante $t_j - 1$ precedente inmediatamente a este último instante t_j , ya sea también de una combinación de la velocidad $v(t_j)$ determinada y de la posición geográfica $pg(t_j - 1)$ determinada. La determinación de la velocidad $v(t_j)$ puede llevarse a cabo, por ejemplo, por interpolación lineal.

40 Se comprende que esta opción permite disponer en cada instante t_j de una posición en curso $pg(t_j)$ del material rodante 3, en particular cuando no se dispone puntualmente de las informaciones temporales transmitidas por el sistema de localización geográfica 9. La posición geográfica $pg(t_j)$ así determinada a partir de las velocidades sustituye entonces a la asociada inicialmente a las aceleraciones verticales $av_k(t_j)$, y es utilizada por los medios de procesamiento 4 para determinar las flechas verticales $pvc_k(t_j)$.

A título de ejemplo, en la primera etapa, los medios de procesamiento 4 pueden determinar, para cada instante t_j , la velocidad $v(t_j)$ del material rodante 3 por medio de un método de modelización por proceso gaussiano restringido. Este método puede ser, por ejemplo, el llamado de Kriegerage.

50 Es de señalar asimismo que, en la primera etapa, cuando se dispone de la velocidad en curso $v(t_j)$ del material rodante 3, se pueden adquirir en este último, en cada instante t_j elegido, dos primeras aceleraciones verticales derecha e izquierda sensibles $av_{1k}(t_j)$ por medio de dos primeros sensores de aceleración vertical 7 instalados en dos costados laterales opuestos y a un mismo nivel, tanto en altitud como longitudinalmente, y dos segundas aceleraciones verticales derecha e izquierda $av_{2k}(t_j)$ por medio de dos segundos sensores de aceleración vertical 16 más sensibles e instalados en dos costados laterales opuestos y a un mismo nivel, tanto en altitud como longitudinalmente. En este caso, los medios de procesamiento 4 pueden utilizar, bien las dos primeras aceleraciones verticales $av_{1k}(t_j)$ cuando la
55

velocidad $v(t_j)$ es superior a un umbral prefijado, o bien las dos segundas aceleraciones verticales $av_{2k}(t_j)$ cuando la velocidad $v(t_j)$ es inferior a este umbral prefijado.

Por ejemplo, este umbral prefijado puede estar comprendido entre 20 km/h y 60 km/h. Puede ser, por ejemplo, igual a 40 km/h.

- 5 Los dos segundos sensores de aceleración vertical 16 pueden estar, por ejemplo, respectivamente instalados en o sobre las cajas de grasa derecha e izquierda, al igual que los primeros sensores de aceleración vertical 7. Como variante, podrían estar respectivamente instalados en o sobre dos costados laterales de un bastidor de bogie.

10 A título de ejemplo, los dos primeros sensores de aceleración vertical 7 pueden ser de tipo piezoeléctrico, como por ejemplo los que están comercializados por la firma PCB PIEZOTRONICS bajo la referencia PCB 3741B12 o PCB 3711-B12, y los dos segundos sensores de aceleración vertical 16 pueden ser inclinómetros giroscópicos, como por ejemplo los que están comercializados por la firma Columbia bajo la referencia SI-701FND N.º 1738.

15 Se notará asimismo que, en la segunda etapa, cuando una flecha vertical $av_k(t_j)$, determinada para un instante dado t_j , difiere notablemente de al menos una flecha vertical precedente $pvc_k(t_p)$, determinada para al menos un instante t_p precedente a este instante dado t_j , y de al menos una flecha vertical siguiente $pvc_k(t_s)$, determinada para al menos un instante t_s siguiente a este instante dado t_j , se puede inferir una medición defectuosa y suprimir los nivelación y alabeo obtenidos. Si la misma no difiere de la flecha vertical siguiente $pvc_k(t_s)$, determinada para el instante t_s , se podrá inferir que se ha realizado un mantenimiento. Se comprenderá que esto precisa de un acceso al histórico de los datos almacenados en los medios de almacenamiento 15, para realizar comparaciones y para proceder a ocasionales sustituciones. Por lo tanto, esta opción la realizan preferiblemente los medios de análisis 5.

20 Se hace notar, además, que, en la primera etapa, asimismo se pueden adquirir, en cada instante t_j , al menos una aceleración transversal en la caja $atc(t_j)$ y una aceleración vertical en la caja $avc(t_j)$ del material rodante 3, con el fin de determinar un ocasional peralte local y/o un ocasional radio de curvatura local y/o una ocasional pendiente longitudinal local de la vía de circulación 2. Se comprenderá que cada ocasional peralte local, cada ocasional radio de curvatura o cada pendiente longitudinal local se determina a partir de las aceleraciones vertical $avc(t_j)$ y transversal $atc(t_j)$ en la caja determinadas para el instante t_j . Las estimaciones se pueden realizar en cada instante con el concurso de una modelización mecánica (filtrado de Kalman), o mediante la utilización de una modelización por cuerpos rígidos.

Las aceleraciones transversal $atc(t_j)$ y vertical $avc(t_j)$ en la caja, determinadas para el instante t_j , son transmitidas preferentemente con las dos o cuatro aceleraciones verticales $av_k(t_j)$, cuando los medios de procesamiento 4 están instalados en el servidor 12.

30 Estas aceleraciones transversal $atc(t_j)$ y vertical $avc(t_j)$ en la caja se pueden almacenar, por ejemplo, en los medios de almacenamiento 15 en el seno del byte asociado al instante t_j .

35 Por otro lado, las aceleraciones transversal $atc(t_j)$ y vertical $avc(t_j)$ en la caja son respectivamente adquiridas por un sensor de aceleración lateral y un sensor de aceleración vertical 17 que está instalado en el material rodante 3, por ejemplo en una posición central anterior de su caja (en el presente documento, la cabina del conductor (donde menos tránsito hay)).

40 En presencia de esta última opción, en la segunda etapa, cuando un peralte local y/o un radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local, determinado(a)(s) a partir de las aceleraciones lateral y vertical medidas por unos sensores de aceleración 17 en la caja para un instante dado t_j , difiere(n) notablemente de al menos un peralte local y/o un radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local precedente(s), determinado(a)(s) para al menos un instante t_p precedente a este instante dado t_j , y de al menos un peralte local y/o un radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local siguiente(s), determinado(a)(s) para al menos un instante t_s siguiente a este instante dado t_j , se puede sustituir este peralte local y/o este radio de curvatura local y/o esta pendiente longitudinal local determinado(a)(s) para este instante dado t_j por un valor promedio de estos peralte local y/o radio de curvatura local y/o una pendiente longitudinal local precedente(s) y siguiente(s).

45 Igualmente, en la segunda etapa, cuando una flecha vertical, determinada para un instante dado, difiere notablemente de al menos una flecha vertical precedente, determinada para al menos un instante precedente a este instante dado, y de al menos una flecha vertical siguiente, determinada para al menos un instante siguiente a este instante dado, no se tiene en cuenta esta flecha vertical. En efecto, se considera que ésta no es representativa de la evolución de la flecha vertical en la posición geográfica de que se trata. Para mayor robustez, el análisis de la evolución de la flecha vertical para una posición geográfica dada puede llevarse entonces a cabo, por ejemplo, a partir de las medianas calculadas de las diferentes flechas verticales en una posición geográfica dada para varios instantes.

50 Se comprenderá que esto precisa de un acceso al histórico de los datos almacenados en los medios de almacenamiento 15, para realizar comparaciones y para proceder a ocasionales sustituciones. Por lo tanto, esta opción la realizan preferiblemente los medios de análisis 5.

55

5 Se notará asimismo que, en la segunda etapa, cuando las informaciones son representativas de una evolución importante y súbita de la geometría de la vía de circulación 2, los medios de análisis 5 pueden determinar si en el pasado se determinó una evolución similar. Por ejemplo, se pudo determinar una evolución similar en presencia de condiciones meteorológicas similares a las presentes en esta evolución importante y súbita y/o de una alteración similar a la presente en esta evolución importante y súbita (como, por ejemplo, un corrimiento de tierras o un defecto de superficie del carril). El objetivo, en este punto, es el de determinar los factores / causas que influyen en la evolución de una vía o, dicho de otro modo, el de definir la alteración / defecto del elemento constitutivo de la vía que origina el defecto de la geometría de la vía.

10 En este caso, y en caso afirmativo, se los medios de análisis 5 pueden determinar, en el histórico almacenado en los medios de almacenamiento 15, qué decisión se había tomado como reacción a esta evolución similar y cuál fue la consecuencia de esta decisión sobre esta evolución similar, con el fin de determinar una decisión adaptada a esta evolución importante y súbita.

15 Por ejemplo, en la segunda etapa, se puede determinar si, en el pasado, una evolución similar a la evolución importante y súbita acabó en un corrimiento de tierras y, en caso afirmativo, se puede generar una alarma que señalice un riesgo de corrimiento de tierras.

La figura 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de algoritmo que lleva a la práctica un procedimiento de análisis según la invención.

20 El algoritmo comienza en una subetapa 100, durante la cual se adquieren, en un instante t_j , dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ acusadas en dos costados opuestos de un material rodante 3 que circula por una vía de circulación 2 y una posición geográfica $pg(t_j)$ de este material rodante 3.

Seguidamente, en una subetapa 110, se asocian a este instante t_j estas dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ y una posición geográfica en curso $pg(t_j)$ del material rodante 3. Esta asociación podrá realizarse con el concurso de una velocidad en curso del material rodante 3. Se hace notar que, asimismo y ocasionalmente, se puede asociar a este instante t_j una aceleración transversal $at(t_j)$.

25 Seguidamente, en una subetapa 120, se pueden transmitir al servidor 12, a través de la red de comunicación 13, estas dos aceleraciones verticales $av_k(t_j)$ y la posición geográfica en curso $pg(t_j)$, así como, ocasionalmente, la velocidad en curso y la aceleración transversal $at(t_j)$ asociadas al instante t_j .

30 Seguidamente, en una subetapa 130, los medios de procesamiento 4 realizan un filtrado espacial, a propósito para la red férrea, de cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ asociada al instante t_j . Se puede igualmente determinar con precisión la velocidad $v(t_j)$, y deducir especialmente, de esta última, la posición geográfica $pg(t_j)$ precisa del material rodante 3 en el instante t_j . Ésta sustituye entonces a la que se ha transmitido vía ondas. Seguidamente, se (los medios de procesamiento 4) determina(n) una flecha vertical (o nivelación) $pvc_k(t_j)$ a partir de cada aceleración vertical $av_k(t_j)$ filtrada y asociada al instante t_j .

35 Seguidamente, en una subetapa 140, los medios de procesamiento 4 asocian al instante t_j las dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$ y la posición geográfica $pg(t_j)$ ocasionalmente sustituida.

Las subetapas 100 a 140 constituyen en el presente documento la primera etapa de un ejemplo de realización del procedimiento de análisis según la invención.

40 Seguidamente, en una subetapa 150, se comparan, por ejemplo por intermedio de los medios de análisis 5, las dos flechas verticales $pvc_k(t_j)$ para la posición geográfica $pg(t_j)$ con al menos otras dos flechas verticales $pvc_k(tp)$ determinadas para una posición geográfica sensiblemente igual a esta posición geográfica $pg(t_j)$ en al menos un instante precedente tp , con el fin de obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de la vía de circulación 2 en esta posición geográfica $pg(t_j)$.

45 Seguidamente, en una subetapa 160, se decide si es oportuno dar inicio a operaciones de mantenimiento en la zona que comprende la posición geográfica $pg(t_j)$, especialmente en función de las informaciones de evolución de la geometría obtenidas en la subetapa 150.

Las subetapas 150 y 160 constituyen en el presente documento la segunda etapa del ejemplo de realización del procedimiento de análisis según la invención.

Así, la invención ofrece varias ventajas, y en especial:

- un seguimiento regular, muy económico y que no precisa de la interrupción de la circulación de los trenes,
- 50 - una cuantificación directa de los corrimientos de tierras que permite anticipar mejor los medios que han de ponerse en práctica para proceder a una reparación o estabilización local adecuada,
- la posibilidad de detectar el origen de una degradación de la geometría, lo cual permite tratar su causa y no

únicamente los síntomas observados,

- una detección mucho más precoz de la evolución de la geometría, que permite reducir los costes de mantenimiento, evitando especialmente realizar cuantiosos y costosos bateos,
 - la posibilidad de establecer una asociación entre la higrometría local, el entorno, la consistencia de la vía, la circulación y la incidencia de defectos de geometría, lo cual facilita las posteriores prevenciones en función de las previsiones meteorológicas, del entorno, de la vía y de las circulaciones.
- 5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de análisis de la geometría de al menos una vía de circulación (2) de una red, que comprende dos filas de carriles a propósito para permitir la circulación de materiales rodantes (3), que comprende:
- 5 i) una primera etapa en la que se adquieren, en instantes elegidos, dos aceleraciones verticales acusadas en dos costados opuestos y a un mismo nivel por un material rodante (3) que circula por dicha vía de circulación (2), y una posición geográfica de dicho material rodante (3), y se asocian a cada instante dichas dos aceleraciones verticales y posición geográfica correspondientes,
- 10 caracterizado por que se realiza un filtrado espacial, a propósito para dicha red, de cada aceleración vertical asociada a un instante dado, y se determina una flecha vertical a partir de cada aceleración vertical filtrada y asociada a un instante dado, y se asocian estas dos flechas verticales a este instante dado y a dicha posición geográfica asociada, y por que el procedimiento comprende
- 15 ii) una segunda etapa en la que se comparan las dos flechas verticales, determinadas para dicho material rodante (3) en una posición geográfica elegida de dicha vía de circulación (2), con al menos otras dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica sensiblemente igual a esta posición geográfica elegida en al menos un instante precedente, con el fin de obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de dicha vía de circulación (2) en esta posición geográfica elegida.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, en dicha primera etapa, se realiza dicho filtrado espacial convolucionando cada aceleración vertical con un filtro impulsivo espacial.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que, en dicha primera etapa, se determina para cada instante una velocidad de dicho material rodante (3) a partir de una primera medición de velocidad suministrada sensiblemente para este instante por un taquímetro embarcado en dicho material rodante (3) o en un vehículo motor que desplaza dicho material rodante (3), y/o de una segunda medición de velocidad deducida de informaciones transmitidas sensiblemente para este instante por un sistema de localización geográfica, y/o de una estimación de la velocidad calculada por comparación de mediciones de aceleraciones verticales sobre dos diferentes ejes de ruedas, y luego se determina dicha posición geográfica asociada a cada instante, en función, bien de la velocidad determinada para este instante, bien de una posición geográfica determinada para el instante precedente inmediatamente a este último instante, bien de una velocidad estimada por dos sensores acelerométricos sobre dos diferentes ejes de ruedas, o bien de una combinación de dicha velocidad determinada y de dicha posición geográfica determinada.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que, en dicha primera etapa, se adquieren en cada instante elegido dos primeras aceleraciones verticales sensibles por medio de dos primeros sensores de aceleración vertical (7) y dos segundas aceleraciones verticales muy sensibles por medio de dos segundos sensores de aceleración vertical (16), y se utilizan, bien dichas dos primeras aceleraciones verticales cuando dicha velocidad es superior a un umbral prefijado, o bien dichas dos segundas aceleraciones verticales cuando dicha velocidad es inferior a dicho umbral prefijado.
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, en dicha segunda etapa, cuando una flecha vertical, determinada para un instante dado, difiere notablemente de al menos una flecha vertical precedente, determinada para al menos un instante precedente a este instante dado, y de al menos una flecha vertical siguiente, determinada para al menos un instante siguiente a este instante dado, no se tiene en cuenta esta flecha vertical.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que, en dicha primera etapa, asimismo se adquieren en cada instante al menos una aceleración transversal y una aceleración vertical en la caja de dicho material rodante (3), con el fin de determinar un ocasional peralte local y/o un ocasional radio de curvatura local y/o una ocasional pendiente longitudinal local de dicha vía de circulación (2).
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que, en dicha segunda etapa, cuando dichas informaciones son representativas de una evolución importante y súbita de la geometría de dicha vía de circulación (2), se determina si en el pasado se determinó una evolución similar y, en caso afirmativo, se determina qué decisión se había tomado como reacción a esta evolución similar y cuál fue la consecuencia de esta decisión sobre esta evolución similar, con el fin de determinar una decisión adaptada a esta evolución importante y súbita.
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que, en dicha segunda etapa, se determina si, en el pasado, una evolución similar a dicha evolución importante y súbita acabó en un corrimiento de tierras y, en caso afirmativo, se genera una alarma que señala un riesgo de corrimiento de tierras.
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que, en dicha primera etapa, se transmiten con destino a un servidor (12), vía ondas, dichas dos aceleraciones verticales y posición geográfica asociadas a cada instante, y/o cada flecha vertical y dichos asociados instante y posición geográfica.

10. Instalación para analizar la geometría de al menos una vía de circulación (2) de una red, que comprende dos filas de carriles a propósito para permitir la circulación de materiales rodantes (3), que comprende:

- 5 i) materiales rodantes (3) a propósito cada uno de ellos para obtener, en instantes elegidos cuando circulan por dicha vía de circulación (2), dos aceleraciones verticales acusadas en dos costados opuestos y a un mismo nivel y una posición geográfica, y luego para asociar a cada instante dichas dos aceleraciones verticales y posición geográfica correspondientes,

la instalación está caracterizada por comprender

- 10 ii) medios de procesamiento (4) a propósito para realizar un filtrado espacial, a propósito para dicha red, de cada aceleración vertical asociada a un instante dado, y para determinar una flecha vertical a partir de cada aceleración vertical filtrada y asociada a un instante dado y para asociar estas dos flechas verticales a este instante dado y a dicha posición geográfica asociada, y

- 15 iii) medios de análisis (5) a propósito para comparar dichas dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica elegida de dicha vía de circulación (2), con al menos otras dos flechas verticales, determinadas en una posición geográfica sensiblemente igual a esta posición geográfica elegida en al menos un instante precedente, con el fin de obtener informaciones relativas a una evolución de la geometría de dicha vía de circulación (2) en esta posición geográfica elegida.

11. Instalación según la reivindicación 10, caracterizada por comprender acelerómetros instalados en una caja de dicho material rodante (3).

- 20 12. Instalación según una de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizada por que dicho material rodante (3) se elige del grupo que comprende una locomotora, un vehículo automotor, un coche de ferrocarril y un vagón.

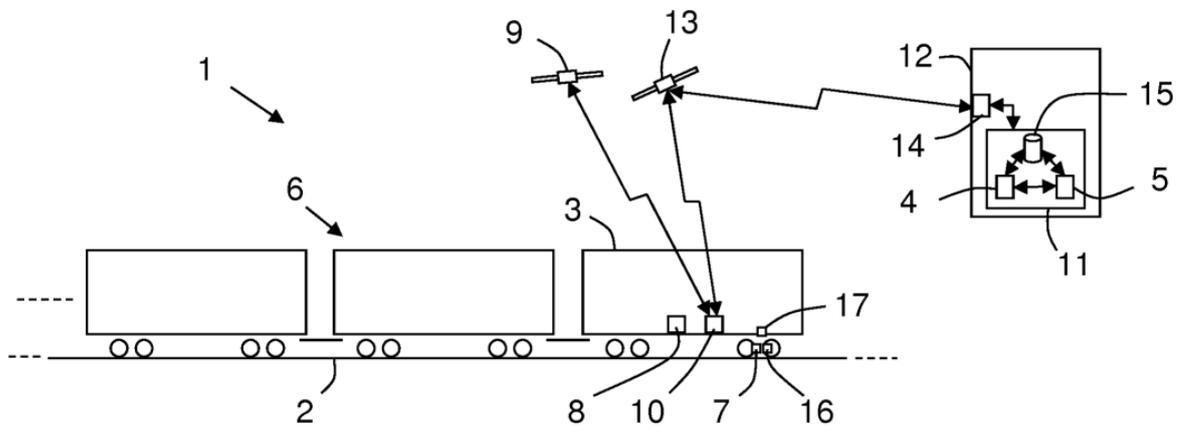


FIG.1

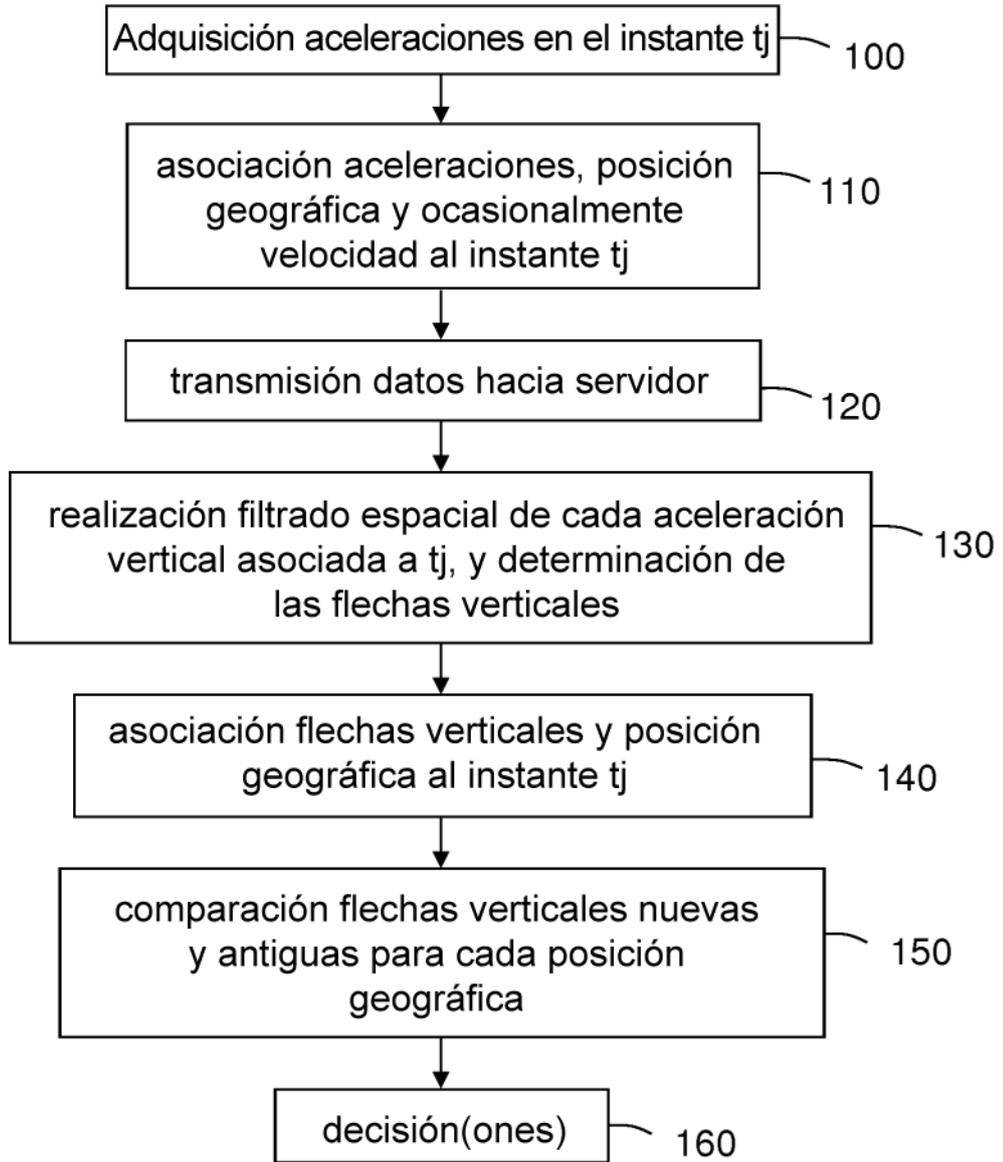


FIG.2