

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 255**

51 Int. Cl.:

B61K 9/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2008 E 08003150 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 1977950**

54 Título: **Procedimiento para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto**

30 Prioridad:

03.04.2007 DE 102007016395

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

10.07.2013

73 Titular/es:

**DB NETZ AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
THEODOR-HEUSS-ALLEE 7
60486 FRANKFURT AM MAIN, DE**

72 Inventor/es:

**HAMBERGER, HERRMANN y
NICKLISCH, DIRK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 412 255 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 para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto

5

[0001] La invención se refiere a un procedimiento para determinar funciones de valoración específicas de un vehículo para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto, midiéndose las desviaciones de la vía con respecto a su posición prefijada como magnitudes de perturbación y valorándose las en base a las correspondientes reacciones de vehículo calculadas.

10

[0002] Al sistema completo "vehículo-infraestructura" se le imponen ciertos requisitos en lo referente a seguridad, soliciación y confort de marcha. Para poder garantizar esos requisitos deben limitarse las reacciones del sistema (fuerzas de ruedas y aceleraciones de superestructura de vagón), respectivamente los factores de influencia del sistema (perturbaciones). Esto se logra en la producción mediante el diseño constructivo de los componentes del vehículo y de la infraestructura. Dado que tanto los vehículos como la infraestructura están sometidos a desgaste, la garantía de los requisitos de sistema debe asegurarse adicionalmente por medio de correspondientes acciones de mantenimiento. En lo que respecta a la infraestructura debe mencionarse aquí sobre todo el mantenimiento de la posición de vía. Por medio de inspecciones regulares de la infraestructura deben detectarse defectos de posición de vía inadmisibles y a continuación se los debe reparar.

15

20

[0003] Para garantizar una operación ferroviaria rentable se tiene por objeto mantener el gasto para el mantenimiento de la posición de vía lo más reducido posible, sin que se ponga en riesgo la seguridad del sistema y se menoscabe el confort de marcha de manera inadmisibles. Por ello se busca desde hace muchos años un procedimiento de inspección que cumpla con esos requisitos de la mejor manera.

25

[0004] Es conocido un procedimiento para el registro de datos de estado de infraestructuras, llevándose a cabo en el sistema móvil de registro de datos de estado la asignación de ubicación de los datos de estado sobre la infraestructura por el hecho de que primeramente se determina la posición geográfica mediante un sistema de determinación de posición por satélite, el inspeccionante realiza la asignación entre una coordenada del sistema de determinación de posición y la infraestructura por medio de especificación de al menos un punto de referencia fijo y la dirección de movimiento sobre la infraestructura, y la determinación de distancia a lo largo de la infraestructura se realiza por medio de retrocálculo de las coordenadas del sistema de determinación de posición a la infraestructura calculando el trayecto recorrido hacia el punto de referencia o alejándose de éste a una posición sobre la infraestructura (DE 101 25 515 A1).

30

35

[0005] Aparte de ello se conoce un procedimiento para la simulación del estado de vías de transporte, en el que para un pronóstico del desarrollo de estado se registran datos de entrada en un paso y se los suministra a un procesamiento en un paso siguiente, empleándose una red neuronal a optimizar que, utilizando cualesquiera datos de entrada, lleva a cabo una división de la vía de transporte en porciones homogéneas que muestran un mismo estado o un mismo comportamiento en lo que respecta a uno o varios parámetros y realiza para aquellas una clasificación y/o un pronóstico del desarrollo del estado (EP 1 271 364 A2).

40

[0006] Los procedimientos utilizados actualmente para la inspección de la geometría de vías tienen graves puntos débiles:

45

- La geometría de posición de vía se evalúa solamente en base a reglas establecidas en forma empírica, cuya relación con las reacciones de vehículo resultantes y, por consiguiente, su efecto sobre la seguridad y el confort de marcha frecuentemente están probados insuficientemente.
- Se evalúa siempre únicamente la amplitud de las desviaciones de posición de vía. La forma y la longitud de los defectos de posición de vía no se tienen en cuenta en la evaluación, a pesar de que a igual amplitud influyen considerablemente en el efecto sobre el vehículo.
- Las reglas de evaluación empleadas hasta ahora no tienen en cuenta la aparición eventualmente simultánea de diferentes defectos de posición de vía (p. ej. superposición de defectos de nivelación longitudinal y de alineación).
- Las reglas de evaluación empleadas hasta ahora no tienen en cuenta la influencia del trazado de vía, a pesar de que los mismos defectos de posición de vía repercuten diferentemente en la curva y en la vía recta.

50

55

[0007] La seguridad y la soliciación de sistema, así como el confort de marcha, no se influyen por el recorrido geométrico propiamente dicho del defecto de posición de vía, sino por el efecto de aquel sobre el vehículo (fuerzas, aceleraciones). En la evaluación de los defectos debe tenerse en cuenta, por lo tanto, sobre todo el efecto de éstos. En el pasado se estudiaron, por ello, diferentes posibilidades para evaluar la posición de vía en función del efecto, pero aquellas no condujeron al éxito deseado.

60

[0008] En la evaluación de reacciones de vehículo que se miden, las vías se transitan en intervalos regulares con un tren de medición. Al hacerlo se miden las fuerzas de rueda y las aceleraciones de superestructura (reacciones de vehículo) y a continuación se las evalúa.

5 [0009] Para las distintas magnitudes de reacción (fuerza horizontal de rueda, fuerza vertical de rueda, aceleración horizontal, aceleración vertical) se definen valores límite. En la evaluación se determinan los puntos en la vía, en los cuales la curva de una magnitud de medición de reacción excede el valor límite especificado, y se los emite como exceso.

10 [0010] Este proceso implica las siguientes desventajas:

- Los resultados de evaluación se refieren exclusivamente al vehículo de medición. No se obtiene ninguna información sobre qué resultados suministrarían otros tipos de vehículo.
- Los resultados de medición se influyen además por el estado de mantenimiento de los vehículos de medición, por la geometría de contacto entre la rueda y el riel, por el recorrido del trazado y por la situación meteorológica. La evaluación no se refiere, por consiguiente, en forma unívoca a desviaciones de vía.

20 [0011] En la evaluación de reacciones de vehículo calculadas se describe la relación entre desviaciones de vía y reacciones de vehículo en base a modelos físicos. Para los parámetros de posición de vía medidos se calculan, sobre la base de los datos de modelo, las reacciones de vehículo mediante cálculos de simulación y éstas se evalúan como reacciones medidas (véase más arriba).

25 [0012] El cálculo de simulación insume mucho tiempo debido a los modelos de vehículo complejos. El procedimiento se utiliza, por ello, principalmente para estudios en el laboratorio. El cálculo de simulación no es utilizable para el empleo en la evaluación de la posición de vía debido a motivos de tiempo.

30 [0013] Del documento WO 2006/032307 se conoce un procedimiento para el diagnóstico y la monitorización de estado de un cambio de vía y/o de un cruzamiento y/o de un cambio de cruzamiento y/o de una junta de riel y/o de inhomogeneidades de vía de un recorrido de tráfico ferroviario, midiéndose y almacenándose, al transitar un vehículo ferroviario sobre el cambio de vía, cruzamiento, cambio de cruzamiento, la junta de riel o la inhomogeneidad de vía, aceleraciones de movimiento vibratorio en al menos una dirección espacial en al menos un componente del vehículo ferroviario, las cuales se producen en el componente del vehículo ferroviario por el tránsito del vehículo ferroviario sobre aquellos elementos,

- midiéndose, así como almacenándose, la velocidad del vehículo ferroviario y determinándose, así como almacenándose, la dirección de tránsito,
- controlándose si se exceden valores límite característicos especificados de las aceleraciones de movimiento vibratorio medidas, y disponiéndose la realización de una medición ampliatoria subsiguiente de un estado de componentes del cambio de vía, cruzamiento, cambio de cruzamiento, de la junta de riel o de la inhomogeneidad de vía en el caso de que se excedan los valores límite especificados de la aceleración de movimiento vibratorio.

45 [0014] Este procedimiento no está en condiciones de evaluar la posición de vía en forma indirecta en función del efecto.

50 [0015] La invención se basa en el objetivo de desarrollar un procedimiento que evalúe la posición de vía en forma indirecta en función del efecto (en lo que respecta a los efectos concretos sobre la reacción de vehículo) y que cumpla con los requisitos impuestos a la inspección de posición de vía en lo que respecta a la seguridad y el confort de marcha.

55 [0016] Esto se consigue según la invención por el hecho de que las desviaciones de la vía con respecto a su posición prefijada se miden como magnitudes de perturbación y se valoran en base a las correspondientes reacciones de vehículo calculadas. Las funciones de valoración específicas del vehículo que se requieren para ello se determinan mediante cálculo de simulación sobre la base de un modelo de vehículo y/o de resultados de ensayos de marcha y/o de banco de pruebas con un vehículo,

60 a) utilizándose K desviaciones de posición de vía (perturbaciones de prueba) $TS_{k=1..K}$ con forma, amplitud y longitud diferentes y con diferente superposición en dirección horizontal y vertical para cubrir el espectro de desviaciones reales de posición de vía, considerándose en cada caso en una desviación de posición de vía $TS=(y, z, gh)$ separadamente para cada riel la desviación horizontal y y la desviación vertical z con respecto a su posición prefijada, así como la desviación de la posición en altura gh recíproca de ambos rieles con respecto al peralte prefijado,

65 b) describiéndose para cada perturbación de prueba los parámetros característicos $p_m=\{y_{St}, y_{Ew}, z_{St}, z_{Ew}, gh_{St}, gh_{Ew}\}$ por medio del respectivo incremento de las magnitudes y, z y gh, y por medio del valor extremo de las

magnitudes y , z y gh , por lo cual se determinan los parámetros característicos $p_{m=1..6, k=1..K}=\{y_{St,k}, y_{Ew,k}, z_{St,k}, z_{Ew,k}, gh_{St,k}, gh_{Ew,k}\}$ asignados a las K perturbaciones de prueba,

5 c) calculándose, para todas las perturbaciones de prueba y bajo variación de la velocidad de marcha v y la curvatura de vía kr , los valores extremos de las evoluciones temporales de las de las J reacciones de vehículo simuladas, respectivamente medidas,

10 d) y determinándose finalmente mediante análisis de regresión, para cada reacción de vehículo $j=1..J$, los coeficientes de regresión a_j a i_j por medio de equiparación de las funciones de valoración específicas del vehículo

$$R_j = a_j + b_j \cdot y_{St} + c_j \cdot y_{Ew} + d_j \cdot z_{St} + e_j \cdot z_{Ew} + f_j \cdot gh_{St} + g_j \cdot gh_{Ew} + h_j \cdot v + i_j \cdot kr$$

15 a los valores extremos del paso c) introduciendo los parámetros característicos $p_{m,k}=\{y_{St,k}, y_{Ew,k}, z_{St,k}, z_{Ew,k}, gh_{St,k}, gh_{Ew,k}\}$, de la respectiva velocidad de marcha v y de la respectiva curvatura de vía kr .

20 [0017] El procedimiento descrito aquí, en el que se evalúa la posición de vía indirectamente en función del efecto, cumple con los requisitos que se le imponen a la inspección de posición de vía en lo que respecta a la seguridad y el confort de marcha. Se basa en extensos estudios sobre las relaciones físicas entre el vehículo y la infraestructura. El procedimiento posibilita una valoración muy detallada de desviaciones de posición de vía. De este modo pueden evitarse acciones de reparación innecesarias.

25 [0018] Sorpresivamente se llegó al enfoque de que la seguridad y la sollicitación al sistema, así como el confort de marcha, no dependen de la evolución de la reacción de vehículo R en función del tiempo y del recorrido, sino de su valor extremo $R_{E_{extr}}$ que se establece debido a la desviación de la posición de vía.

30 [0019] La relación entre la desviación de la posición de vía y el correspondiente valor extremo de la reacción de vehículo se examina primeramente en base a modelos físicos mediante cálculos de simulación o sobre la base de resultados de medición de ensayos de marcha y/o banco de pruebas con vehículos reales. A continuación, en base a los resultados de examen, se derivan funciones matemáticas para la descripción aproximada de la relación. Durante el viaje de inspección se evalúan, con ayuda de las funciones de valoración, las desviaciones medidas de la posición de vía. La relación entre el defecto de vía y su efecto sobre el vehículo se establece de este modo de manera indirecta.

35 [0020] El objetivo según la invención para evaluar en forma indirecta la posición de vía en función del efecto tiene las siguientes ventajas con respecto a los procedimientos utilizados actualmente:

- 40 ▪ La posición de vía no se evalúa según sus desviaciones geométricas con respecto a la posición prefijada, sino según sus consecuencias sobre el sistema completo "vehículo-infraestructura", o sea, en función del efecto.
- En la evaluación se tienen en cuenta las condiciones de trazado, o sea, la curvatura de la vía y la velocidad de marcha permitida del vehículo con la magnitud realmente existente localmente.
- 45 ▪ Los defectos de posición de vía no se consideran aisladamente en lo que respecta a su sentido de acción. En la evaluación se tiene en cuenta la superposición de las desviaciones de posición de vía horizontales y verticales.
- Se eliminan las desventajas existentes en una medición de reacción (influencia de la geometría de contacto y cosas por el estilo).
- 50 ▪ La relación entre la desviación de posición de vía y la reacción de vehículo se establece sobre la base de modelos de vehículo muy exactos que también tienen en cuenta no linealidades.
 - La relación entre los parámetros característicos de la desviación de posición de vía y de la reacción de vehículo se examina sólo una vez. O sea que no es necesario calcular las reacciones de vehículo complicadamente mediante simulación en cada marcha de medición de inspección.
- 55 ▪ El algoritmo del procedimiento de evaluación es no crítico con respecto al tiempo y puede aplicarse en la operación online sobre los vehículos de medición de geometría existentes.
- En la evaluación puede tenerse en cuenta el efecto de desviaciones de posición de vía para diferentes tipos de vehículo.

60 [0021] Dado que la reacción de vehículo es función de la forma y el tamaño de la desviación de posición de vía (magnitud de perturbación S), de la velocidad de marcha del vehículo v y del trazado del recorrido (curvatura de vía kr), es posible describir en forma simplificada la relación entre las magnitudes de entrada y el valor extremo resultante de la reacción de vehículo R por medio de la ecuación funcional lineal

$$R = f(S, v, kr) = a + b \cdot S + c \cdot v + d \cdot kr.$$

65 Sin embargo, esta forma general de la función de valoración generalmente no es suficiente para la aplicación práctica. Hay estudios que han mostrado que la magnitud de perturbación debería ponderarse adicionalmente

con la velocidad de marcha v y que en la valoración debería tenerse en cuenta un componente $v^2 \cdot kr$ adicional que es determinante para la reacción de vehículo cuasiestática en la curva de vía:

$$R = f(S, v, kr) = a + b \cdot S \cdot v + c \cdot v + d \cdot kr + e \cdot v^2 \cdot kr.$$

[0022] Además, las descripciones de la magnitud de perturbación S y de la reacción de vehículo R deben concretizarse de la siguiente manera:

[0023] La desviación de posición de vía actuante sobre el vehículo está compuesta por varios componentes, como, por ejemplo, altura longitudinal z y dirección y de ambos rieles, así como por la desviación de la posición en altura gh recíproca con respecto al peralte prefijado, que se miden separadamente. Cada señal de medición de esas magnitudes de perturbación $S_{n=1..N}$ debe descomponerse primeramente en defectos individuales que luego pueden evaluarse juntos de acuerdo con sus rangos de superposición. La subdivisión en defectos individuales puede realizarse, por ejemplo, en base a los pasajes por cero de las señales de medición libres de valor medio o también mediante los puntos de intersección de las señales de medición con una línea de valor umbral paralela al eje de trayecto (abscisa), compárese con las figuras 1a y 1b. Pero también son concebibles otros métodos de subdivisión, véase, p. ej., la figura 1c.

[0024] Para cada uno de los defectos individuales separados pueden determinarse ahora parámetros $p_{m=1..M}$ característicos geométricos. Como parámetros característicos pueden elegirse, por ejemplo, el incremento máximo o medio St_{max} , respectivamente St , el valor extremo EW , la altura h , la integral de superficie A y similares; véase la figura 2. La función de evaluación pasa a tener, por consiguiente, la siguiente forma:

$$R = f(p_{m=1..M}, v, kr) = a + (b_1 \cdot p_1 + \dots + b_M \cdot p_M) \cdot v + c \cdot v + d \cdot kr + e \cdot v^2 \cdot kr.$$

[0025] La selección de las reacciones de vehículo a evaluar se rige según el propósito de la evaluación de posición de vía. Por principio pueden utilizarse todas las magnitudes de evaluación disponibles si reaccionan en forma suficientemente sensible a las perturbaciones de posición de vía. Pero dado que la evaluación de posición de vía por lo general está orientada a la seguridad de marcha, la sollicitación de infraestructura y el confort de marcha, deberían aprovecharse usualmente para la evaluación las correspondientes magnitudes de reacción, como las fuerzas entre rueda y riel, y las aceleraciones de vehículo. Esto tiene además la ventaja de que ya se establecieron valores límite para esas magnitudes, p. ej., en la norma europea EN 14363 para la homologación de vehículos, que son utilizables en forma directa o modificada como magnitudes básicas R_{Basis} para la evaluación de posición de vía. Con ello, los valores extremos determinados de las reacciones de vehículo R pueden especificarse también como aprovechamiento porcentual de la reserva de desgaste:

$$R\% = R / R_{Basis} \cdot 100 \%$$

[0026] O sea que de acuerdo con la cantidad de magnitudes de reacción seleccionadas se obtienen varias funciones de evaluación $R_{j=1..J} = f(p_1, p_2, \dots, p_M, v, kr)$ por vehículo. Dado que para evaluar detalladamente la posición de vía generalmente deben tenerse en cuenta varios tipos de vehículo (p. ej., diferentes coches de viajeros, locomotoras y vagones de mercancías), es necesaria en total una cantidad relativamente grande de funciones de evaluación. Sin embargo, debido a su estructura sencilla, éstas se dejan evaluar muy rápidamente, de modo que ya durante la marcha de medición es posible una evaluación online de los resultados de medición.

[0027] Antes de que el procedimiento de evaluación pueda aplicarse deben determinarse los coeficientes de las funciones de evaluación. Esto ocurre preferentemente con ayuda de procedimientos de simulación conocidos. Para ello se generan primeramente perturbaciones ficticias de posición de vía que se componen de componentes, que están combinados entre sí de diferentes maneras, con diferentes parámetros característicos $p_{m=1..M}$. Estas perturbaciones deben elegirse de modo tal que en su forma y tamaño reproduzcan lo mejor posible los defectos de posición de vía que se presentan en la realidad. Además, se especifican la curvatura de vía kr y la velocidad de marcha v en varios grados que se corresponden con las condiciones reales de funcionamiento de los vehículos seleccionados. Con estas magnitudes de entrada se determinan ahora mediante cálculo de simulación las reacciones de vehículo a evaluar para cada modelo de vehículo a considerar. De las evoluciones temporales calculadas de las reacciones de vehículo se determinan luego para cada caso de cálculo sus valores extremos $R_{j=1..J}$.

[0028] De esta manera se obtiene, para los coeficientes a_j, b_{1j}, \dots, e_j buscados de las funciones de evaluación de cada vehículo, un sistema de ecuaciones sobredeterminado que puede resolverse con métodos conocidos (análisis de regresión).

Ejemplo de realización

65

[0029] A continuación se tiene por objeto explicar la invención en base a un ejemplo de realización. Muestran en esto:

5 las figuras 1a a 1c, distintas variantes de la subdivisión de las curvas medidas de magnitudes de perturbación en defectos individuales,

la figura 2, distintos parámetros característicos de las magnitudes de perturbación (valor extremo EW , incremento medio St , incremento máximo St_{max} , superficie de defecto A , valor pico-pico h).

10 [0030] Como magnitudes de perturbación S se tienen en cuenta las señales de medición de la altura longitudinal z , de la dirección y y de la posición en altura gh recíproca. Estas señales se descomponen en defectos individuales y_i , z_i y gh_i que, por ejemplo, se delimitan uno de otro por medio de sus pasajes por cero (figura 1a). Luego se determina para cada defecto individual el correspondiente valor extremo EW y el incremento medio St como parámetros característicos (figura 2). Para la evaluación de la posición de vía se recurre a las siguientes reacciones de vehículo R_j :

$R_1 = \Sigma Y$ = Suma de las fuerzas de rueda horizontales (solicitud de sistema),

20 $R_2 = Y/Q$ = Relación de la fuerza de rueda horizontal con respecto a la fuerza de rueda vertical (seguridad),

$R_3 = Q_{min}$ = Fuerza mínima de contacto de rueda (seguridad),

25 $R_4 = Q_{max}$ = Fuerza máxima de contacto de rueda (solicitud de sistema),

$R_5 = yb$ = Aceleración horizontal de superestructura de vagón (confort de marcha),

$R_6 = zb$ = Aceleración vertical de superestructura de vagón (confort de marcha).

30 [0031] Con la velocidad de marcha v y la curvatura de vía kr se obtienen las siguientes funciones de evaluación:

$$R = a_j + (b_j \cdot y_{St} + c_j \cdot y_{EW} + d_j \cdot z_{St} + e_j \cdot z_{EW} + f_j \cdot gh_{St} + g_j \cdot gh_{EW}) \cdot v + h_j \cdot v^2 \cdot kr$$

35 $+ i_j \cdot v + j_j \cdot kr.$

[0032] Los coeficientes de regresión a_j a j_j específicos del vehículo se determinan ahora como se describe más arriba, p. ej., sobre la base de cálculos de simulación, tomándose como base los defectos de posición de vía típicos para la red ferroviaria (parcial) considerada y los vehículos más importantes utilizados allí. El resultado es un juego de funciones de valoración que suministran los valores extremos esperables de las reacciones de vehículo en cualquier punto de la vía para cada vehículo de referencia en función de su velocidad de marcha. Relacionando las reacciones de vehículo determinadas con sus valores umbral de intervención es posible especificar ahora porcentualmente el aprovechamiento de la reserva de desgaste para cada punto. Esto es a su vez la base para la planificación de acciones de mantenimiento en el trayecto examinado.

45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar funciones de valoración específicas de un vehículo para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto, siendo las desviaciones de la vía con respecto a su posición prefijada medidas como magnitudes de perturbación y valoradas en base a las correspondientes reacciones de vehículo calculadas, caracterizado porque las funciones de valoración específicas de un vehículo se determinan mediante cálculo de simulación sobre la base de un modelo de vehículo y/o de resultados de ensayos de marcha y/o de banco de pruebas con un vehículo,

- a) utilizándose K desviaciones de posición de vía, es decir, perturbaciones de prueba $TS_{k=1..K}$ con forma, amplitud y longitud diferentes y con diferente superposición en dirección horizontal y vertical para cubrir el espectro de desviaciones reales de posición de vía, considerándose en cada caso en una desviación de posición de vía $TS=(y, z, gh)$ separadamente para cada riel la desviación horizontal y y la desviación vertical z con respecto a su posición prefijada, así como la desviación de la posición en altura gh recíproca de ambos rieles con respecto al peralte prefijado,
- b) describiéndose para cada perturbación de prueba los parámetros característicos $p_m=\{y_{St}, y_{Ew}, z_{St}, z_{Ew}, gh_{St}, gh_{Ew}\}$ por medio del respectivo incremento de las magnitudes y, z y gh, y por medio del valor extremo de las magnitudes y, z y gh, por lo cual se determinan los parámetros característicos $p_{m=1..6, k=1..K}=\{y_{St,k}, y_{Ew,k}, z_{St,k}, z_{Ew,k}, gh_{St,k}, gh_{Ew,k}\}$ asignados a las K perturbaciones de prueba,
- c) calculándose, para todas las perturbaciones de prueba y bajo variación de la velocidad de marcha v y la curvatura de vía kr, los valores extremos de las evoluciones temporales de J reacciones de vehículo simuladas, respectivamente medidas,
- d) y determinándose finalmente mediante análisis de regresión, para cada reacción de vehículo j=1..J a evaluar, los coeficientes de regresión a_j a i_j por medio de equiparación de las funciones de valoración específicas del vehículo

$$R_j = a_j + b_j \cdot y_{St} + c_j \cdot y_{Ew} + d_j \cdot z_{St} + e_j \cdot z_{Ew} + f_j \cdot gh_{St} + g_j \cdot gh_{Ew} + h_j \cdot v + i_j \cdot kr$$

a los valores extremos del paso c) introduciendo los parámetros característicos $p_{m,k}=\{y_{St,k}, y_{Ew,k}, z_{St,k}, z_{Ew,k}, gh_{St,k}, gh_{Ew,k}\}$, de la respectiva velocidad de marcha v y de la respectiva curvatura de vía kr.

2. Procedimiento para determinar funciones de valoración específicas de un vehículo para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto, que –salvo la definición de las funciones de valoración– comprende las mismas características que la reivindicación 1, ponderándose en las funciones de valoración de la reivindicación 1, que son específicas del vehículo, las magnitudes $y_{St}, y_{Ew}, z_{St}, z_{Ew}, gh_{St}, gh_{Ew}$, adicionalmente con la velocidad de marcha v y teniendo en cuenta en la valoración un componente $v^2 \cdot kr$ adicional que es determinante para la reacción de vehículo cuasiestática, con lo cual las funciones de valoración adquieren la siguiente forma:

$$R_j = a_j + (b_j \cdot y_{St} + c_j \cdot y_{Ew} + d_j \cdot z_{St} + e_j \cdot z_{Ew} + f_j \cdot gh_{St} + g_j \cdot gh_{Ew}) \cdot v + h_j \cdot v^2 \cdot kr + i_j \cdot v + j_j \cdot kr.$$

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la calidad de posición de la vía se evalúa en base a las funciones de valoración para distintos vehículos en función del efecto, diferenciándose unos de otros los coeficientes de regresión de las funciones de valoración para los diferentes vehículos.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes para evaluar la calidad de posición de una vía en función del efecto utilizando las funciones de valoración específicas del vehículo, midiéndose las desviaciones de la vía, con respecto a su posición prefijada, como curva de magnitud de perturbación $S=(y, z, gh)$ y valorándose las en base a las correspondientes reacciones de vehículo calculadas, caracterizado porque

- a) los parámetros característicos $p_{m=1..6}=\{y_{St}, y_{Ew}, z_{St}, z_{Ew}, gh_{St}, gh_{Ew}\}$ se determinan del respectivo incremento de las magnitudes y, z, gh y del respectivo valor extremo de las magnitudes y, z, gh,
- b) a continuación, esos parámetros característicos $p_{m=1..6}=\{y_{St}, y_{Ew}, z_{St}, z_{Ew}, gh_{St}, gh_{Ew}\}$, la velocidad de marcha v permitida localmente y la curvatura de vía kr existente localmente se introducen en las funciones de valoración R_j específicas del vehículo, por lo cual resultan los valores extremos esperados de las reacciones de vehículo,

c) y porque éstos se comparan con valores permitidos de las reacciones de vehículo, representando el resultado de esa comparación la evaluación de la calidad de posición de una vía en función del efecto.

- 5 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la curva de magnitud de perturbación $S=(y, z, gh)$ se subdivide en porciones $S_n=(y_n, z_n, gh_n)$ y para cada porción S_n se determina un juego de parámetros característicos $p_{m,n}$.
- 10 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la subdivisión de la curva de magnitud de perturbación se realiza en porciones $S_n=(y_n, z_n, gh_n)$ en base a los pasajes por cero de una curva de magnitud de perturbación modificada, siendo la curva de magnitud de perturbación modificada el resultado de la curva de magnitud de perturbación menos su valor medio.
- 15 7. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la subdivisión de la curva de magnitud de perturbación se realiza en porciones $S_n=(y_n, z_n, gh_n)$ en base a los puntos de intersección de la curva de magnitud de perturbación con una línea de valor umbral paralela al eje de trayecto (abscisa).
- 20 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque las funciones de valoración R_j se tienen en cuenta para las siguientes reacciones de vehículo:
- 25 $j=1: \Sigma Y$ (Suma de las fuerzas de rueda horizontales),
 $j=2: Y/Q$ (Relación de la fuerza de rueda horizontal con respecto a la fuerza de rueda vertical),
 $j=3: Q_{min}$ (Fuerza mínima de contacto de rueda),
 $j=4: Q_{max}$ (Fuerza máxima de contacto de rueda),
 $j=5: yb$ (Aceleración horizontal de superestructura de vagón),
 $j=6: zb$ (Aceleración vertical de superestructura de vagón).

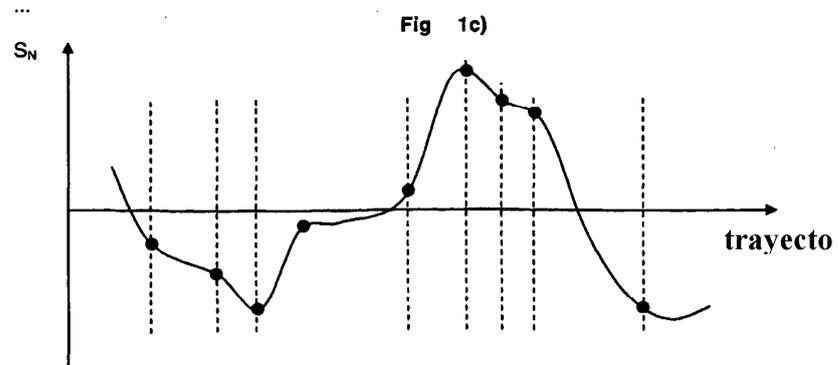
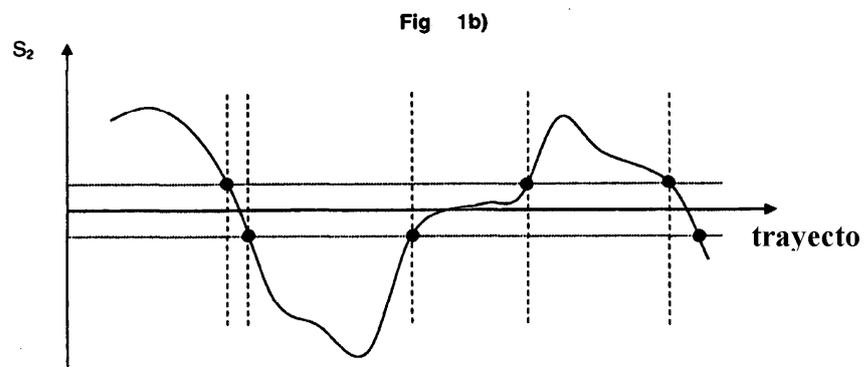
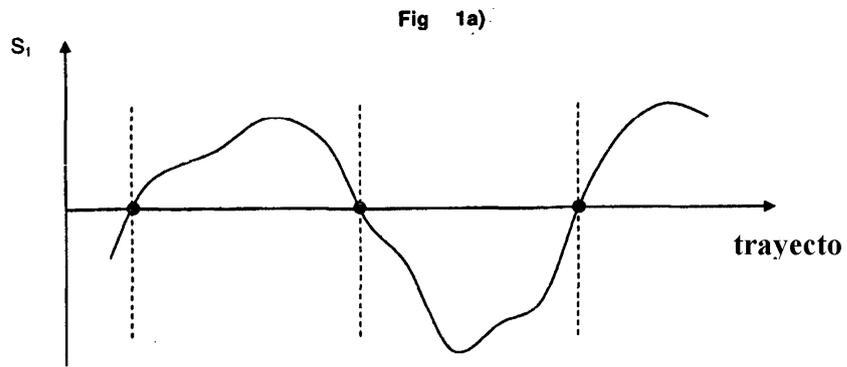


Figura 2

