

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 977**

51 Int. Cl.:

B61L 23/04 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

G01B 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2014 PCT/JP2014/073283**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15033988**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2014 E 14842889 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3042822**

54 Título: **Procedimiento para medir el estado de una vía usando un vehículo en funcionamiento, y vehículo en funcionamiento para medir el estado de una vía**

30 Prioridad:

06.09.2013 JP 2013184620

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

26.06.2019

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**MICHITSUJI, YOHEI;
MATSUI, RYO;
SATO, YASUHIRO;
MORI, HIROTAKA;
SHIMIZU, MAKOTO;
KURIHARA, JUN;
SEKI, TOMOHIRO;
OBAYASHI, HIROSHI;
MIZUNO, MASAOKI y
TANIMOTO, MASUHISA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 717 977 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 medir el estado de una vía usando un vehículo en funcionamiento, y vehículo en funcionamiento para medir el estado de una vía

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un procedimiento de medición de un estado de una vía usando un vehículo para operaciones comerciales y a un vehículo para operaciones comerciales para medir un estado de una vía y, más particularmente, a un procedimiento de medición del alabeo de una vía usando un vehículo para operaciones comerciales y a un vehículo para operaciones comerciales para medir el alabeo de una vía.

10

TÉCNICA ANTECEDENTE

Se conoce que los desplazamientos de las vías pueden ser usados como indicadores de las condiciones de una vía sobre la que se desplazan vehículos ferroviarios. Se conocen cinco desplazamientos de vías: desplazamiento de ancho de vía, desplazamiento de niveles transversales, desplazamiento de nivel longitudinal, desplazamiento de alineación y alabeo de vía. Cuando dichos desplazamientos de las vías aumentan, los vehículos ferroviarios que se desplazan sobre las mismas experimentan más sacudidas, de manera que los pasajeros se sienten incómodos. Además, cuando los desplazamientos de las vías aumentan, la seguridad de los viajes de los vehículos ferroviarios puede verse afectada, causando potencialmente un descarrilamiento. Por consiguiente, los desplazamientos de las vías deberían medirse de manera regular y la vía debería ser reparada en un tiempo apropiado.

15

20

Un alabeo de vía indica un giro con relación al plano de una vía, y significa la diferencia entre los desplazamientos de niveles transversales de dos puntos separados por una distancia predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal de la vía. El desplazamiento de niveles transversales significa la diferencia entre las alturas de los rieles izquierdo y derecho que conforman la vía.

25

Tradicionalmente, los desplazamientos de las vías son medidos mediante un vehículo de inspección de vías especial (por ejemplo, véase el documento JP 2001-130408 A). Los vehículos de inspección de vías no son para su uso en operaciones comerciales, y solo hay disponibles pocas unidades. De esta manera, los desplazamientos de las vías no pueden medirse con frecuencia, y deben ser medidos en un período de no funcionamiento, tal como en mitad de la noche. De esta manera, existe una necesidad de poder medir los desplazamientos de las vías de manera frecuente usando un vehículo para operaciones comerciales en lugar de un vehículo para inspección de vías.

30

Mientras, se ha propuesto usar, en un vehículo para operaciones comerciales, un boje o "bogie" capaz de medir la carga y la fuerza lateral de la rueda (boje de supervisión PQ) para medir de manera frecuente el coeficiente de descarrilamiento, que es un indicador de la seguridad de viaje de un vehículo ferroviario (por ejemplo, véase el documento JP 2006-88967 A, y "Method of Measuring Wheel/Rail Contact Force Without Using PQ Wheel Axel", Collected Papers from the Japan Society of Mechanical Engineers (Compilation C), Vol. 77, No. 774 (Feb. 2011), pp. 147-155).

35

40

La carga de la rueda es una fuerza vertical que actúa entre una rueda de un vehículo ferroviario y un riel de una vía. La fuerza lateral es una fuerza horizontal (es decir, una fuerza en una dirección a lo largo de los ejes) que actúa entre la rueda y el riel. El coeficiente de descarrilamiento es un indicador representado por Q/P , en la que P es la carga de la rueda y Q es la fuerza lateral.

45

La solicitud de patente internacional WO 2007/088321 A1 describe un aparato para supervisar el alabeo de una vía férrea con un vehículo que incluye un boje con un bastidor y dos conjuntos de ruedas. Los transductores de desplazamiento lineal miden el desplazamiento de la rueda con relación al bastidor y un sensor de balanceo mide la velocidad de giro del boje con relación al vehículo alrededor de un eje longitudinal. Las señales de los transductores de desplazamiento lineal y el sensor de giro son usadas para determinar el cambio instantáneo en el peralte, que son sumadas para determinar el alabeo de la vía.

50

SUMARIO DE LA INVENCION

El uso del boje de supervisión de PQ anterior hace posible medir de manera frecuente el coeficiente de descarrilamiento usando un vehículo para operaciones comerciales. Sin embargo, no se ha hecho ninguna propuesta para medir los desplazamientos de la vía, especialmente el alabeo de la vía, usando un boje de supervisión PQ.

55

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de medición del alabeo de una vía usando un vehículo para operaciones comerciales y un vehículo para operaciones comerciales para medir el alabeo de una vía.

60

Un procedimiento en una realización de la presente invención es un procedimiento de medición de un estado de una vía que usa un vehículo para operaciones comerciales. El vehículo para operaciones comerciales incluye un boje. El

boje incluye cuatro ruedas y muelles primarios provistos para corresponder a las cuatro ruedas y para soportar las ruedas correspondientes, y es capaz de medir una carga de rueda de cada una de las cuatro ruedas. El procedimiento incluye:

- 5 etapa (1): medir la carga de rueda de cada rueda;
 etapa (2): calcular un desplazamiento de cada muelle primario en base a la carga de rueda medida; y
 etapa (3): calcular un alabeo de la vía en base a los desplazamientos calculados de los muelles primarios.

10 Un vehículo para operaciones comerciales en una realización de la presente invención mide un estado de una vía. El
 10 vehículo para operaciones comerciales incluye un boje y una unidad de cálculo. El boje incluye cuatro ruedas y muelles
 primarios provistos para corresponder a las cuatro ruedas y para soportar las ruedas correspondientes, y es capaz de
 medir una carga de rueda de cada una de las cuatro ruedas. La unidad de cálculo mide el estado de la vía en base a
 las cargas de rueda de las cuatro ruedas. La unidad de cálculo incluye una unidad de medición de carga de rueda, una
 15 unidad de cálculo de desplazamiento de muelle y una unidad de cálculo de alabeo de vía. La unidad de medición de
 carga de rueda mide la carga de rueda de cada rueda. La unidad de cálculo de desplazamiento de muelle calcula los
 desplazamientos de los muelles primarios en base a las cargas de rueda medidas. La unidad de cálculo de alabeo de
 vía calcula el alabeo de la vía en base a los desplazamientos calculados de los muelles primarios.

20 El procedimiento y el vehículo para operaciones comerciales en realizaciones de la presente invención son capaces de
 medir el alabeo de una vía.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 25 [Fig. 1A] La Fig. 1A ilustra esquemáticamente un boje incluido en un vehículo para operaciones comerciales en
 una realización de la presente invención e ilustra un procedimiento de medición de las condiciones de una vía.
 [Fig. 1B] La Fig. 1B ilustra un procedimiento de cálculo del desplazamiento de un muelle primario.
 [Fig. 2A] La Fig. 2A es un gráfico que ilustra mediciones ejemplares de alabeo de vía en la misma sección de
 curva obtenidas usando el vehículo para operaciones comerciales.
 [Fig. 2B] La Fig. 2B es un gráfico que ilustra mediciones ejemplares de la carga de rueda (es decir, la carga de
 30 rueda para una rueda del boje situado en la parte delantera y en el riel exterior) en la misma sección de curva
 obtenidas usando el vehículo para operaciones comerciales.
 [Fig. 3A] La Fig. 3A es un gráfico que ilustra los resultados de promediar las mediciones de alabeo de vía
 mostradas en la Fig. 2A en un intervalo predeterminado.
 [Fig. 3B] La Fig. 3B es un gráfico que ilustra los resultados de la eliminación de la desviación (es decir, la
 corrección de desviación) de los resultados mostrados en la Fig. 3A.
 35 [Fig. 4A] La Fig. 4A ilustra esquemáticamente una parte de una vía reemplazada por un nuevo riel.
 [Fig. 4B] La Fig. 4B es un gráfico que ilustra los resultados de restar los alabeos de vía antes del reemplazo por
 un nuevo riel (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación) de los alabeos de vía
 después del reemplazo (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación).
 [Fig. 4C] La Fig. 4C es un gráfico que ilustra los resultados de restar los alabeos de vía después del reemplazo
 40 por un nuevo riel (es decir, alabeos de vía después de la corrección de desviación), aunque medidos antes, de
 los alabeos de vía después del reemplazo por un nuevo riel (es decir, los alabeos de vía después de la
 corrección de desviación).
 [Fig. 5A] La Fig. 5A es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento realizado por la unidad de cálculo.
 [Fig. 5B] La Fig. 5B es un diagrama de flujo que ilustra la etapa de medición y de cálculo realizada por la unidad
 45 de cálculo.
 [Fig. 5C] La Fig. 5C es un diagrama de flujo que ilustra la etapa de cálculo de distribución realizada por la unidad
 de cálculo.
 [Fig. 6A] La Fig. 6A es un gráfico que ilustra un ejemplo de corrección en el que la distribución objetivo está
 desplazada con respecto al primer eje.
 50 [Fig. 6B] La Fig. 6B es un gráfico que ilustra un ejemplo de corrección en el que la distribución objetivo está
 expandida/contraída con respecto al primer eje.
 [Fig. 6C] La Fig. 6C es un gráfico que ilustra una distribución objetivo que coincide con una distribución de
 referencia.
 [Fig. 6D] La Fig. 6D es un gráfico que ilustra una distribución de referencia y una distribución objetivo antes de la
 55 corrección.
 [Fig. 6E] La Fig. 6E es un gráfico que ilustra la distribución de referencia y la distribución objetivo después de la
 corrección.

REALIZACIONES PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION.

60 Un procedimiento en una realización de la presente invención es un procedimiento de medición de un estado de una
 vía usando un vehículo para operaciones comerciales. El vehículo para operaciones comerciales incluye un boje. El
 boje incluye cuatro ruedas y muelles primarios provistos para corresponder a las cuatro ruedas y para soportar las

ruedas correspondientes, y es capaz de medir una carga de rueda de cada una de las cuatro ruedas. El procedimiento incluye:

- 5 etapa (1): medir la carga de rueda de cada rueda;
 etapa (2): calcular un desplazamiento de cada muelle primario en base a la carga de rueda medida; y
 etapa (3): calcular un alabeo de la vía en base a los desplazamientos calculados de los muelles primarios.

10 Según el procedimiento anterior, se mide la carga de rueda de una rueda. Los desplazamientos de los muelles primarios se calculan en base a las cargas de rueda medidas. Los desplazamientos de los primeros muelles primarios pueden ser calculados en base a las cargas de rueda medidas usando la ley de Hooke. Es decir, la correlación de carga en un muelle primario y el desplazamiento se adquieren, de manera adecuada, de antemano.

15 Según el procedimiento anterior, el alabeo de la vía es calculado en base a los desplazamientos de los cuatro muelles primarios. Más específicamente, por ejemplo, primero se calculan las coordenadas de los desplazamientos de los cuatro muelles primarios. Se calcula un plano que pasa por las coordenadas de los desplazamientos de tres de los cuatro muelles primarios. Se calcula la distancia entre este plano y las coordenadas del desplazamiento del muelle primario restante. El alabeo de la vía se calcula en base a esta distancia. Las coordenadas del desplazamiento de un muelle primario están representadas por las coordenadas planas (coordenadas xy) de la posición en la que está fijado el muelle primario (correspondientes a la posición de la rueda asociada) y la coordenada vertical (coordenada z) del desplazamiento. Las coordenadas del desplazamiento de un muelle primario varían dependiendo de la altura de la parte de la vía que corresponde a la posición del muelle primario, ya que la posición de la rueda en la dirección vertical varía dependiendo de la altura de la vía y el desplazamiento del muelle primario varía dependiendo de la posición de la rueda en la dirección vertical.

20 De esta manera, si no hay alabeo de la vía, es decir, si no hay diferencia entre los desplazamientos de niveles transversales (es decir, la diferencia entre las alturas de los rieles izquierdo y derecho) de dos puntos separados una distancia predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal de la vía, entonces, las coordenadas de los desplazamientos de los cuatro muelles primarios están en el mismo plano. En otras palabras, la distancia entre el plano que pasa por las coordenadas de los desplazamientos de tres muelles primarios y las coordenadas del desplazamiento del muelle primario restante es sustancialmente igual al alabeo de vía (es decir, el valor absoluto del alabeo de vía). De esta manera, el procedimiento anterior hace posible calcular de manera precisa el alabeo de vía.

25 Tradicionalmente, la distancia recorrida de un vehículo para operaciones comerciales desde un origen predeterminado es calculada en base al número de rotaciones de una rueda. Más específicamente, la circunferencia de una rueda calculada a partir del diámetro exterior de la rueda cuando empieza a ser usada y el número medido de rotaciones de la rueda se integran para calcular la distancia recorrida. Sin embargo, el diámetro exterior de una rueda disminuye debido al desgaste a medida que se desplaza repetidamente. De esta manera, la distancia recorrida calculada a partir del diámetro exterior de la rueda cuando empieza a ser usada tiene un error. Además, un deslizamiento o patinaje de la rueda puede causar un error.

30 De esta manera, por ejemplo, cuando una distribución de coeficientes de descarrilamiento (es decir, un gráfico con un eje horizontal que representa la distancia recorrida de un vehículo para operaciones comerciales desde un origen predeterminado y un eje vertical que representa el coeficiente de descarrilamiento) es usada para identificar la distancia recorrida del vehículo a la que el coeficiente de descarrilamiento tiene un valor anormal, existe un error relativo con respecto a la distancia recorrida real si ha transcurrido un cierto período de tiempo desde que se empezó a usar la rueda. De esta manera, es difícil identificar de manera precisa la posición en la vía en la que el coeficiente de descarrilamiento tiene un valor anormal.

35 Tal como se ha indicado anteriormente, el procedimiento anterior hace posible calcular de manera precisa el alabeo de la vía. Más específicamente, las variaciones en el alabeo de la vía calculadas para la misma vía son relativamente pequeñas.

40 Los presentes inventores esperaban que el error de medición en la distancia recorrida de un vehículo para operaciones comerciales, tal como se descrito anteriormente, pudiera ser corregido aprovechando el hecho de que las variaciones en el alabeo de vía medidas mediante el procedimiento anterior son relativamente pequeñas, y realizaron una extensa investigación y llegaron a los aspectos preferidos que se describen a continuación.

Es decir, preferiblemente, el procedimiento anterior incluye, además:

- 60 etapa (4): calcular una distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales desde un origen predeterminado en base a un número de rotaciones de una de las cuatro ruedas;
 etapa (5): calcular una distribución del alabeo de la vía en base a la distancia recorrida calculada y el alabeo

calculado de la vía;

etapa (6): adquirir una correspondencia entre la distancia recorrida calculada en una posición separada del origen por una distancia conocida y la distancia de esta posición desde el origen (es decir, una distancia conocida);

5 etapa (7): corregir la distribución calculada del alabeo de la vía en base a la correspondencia adquirida para calcular una distribución de referencia del alabeo de la vía; y

etapa (8): calcular una cantidad de corrección para hacer coincidir una distribución objetivo calculada después del cálculo de la distribución de referencia con la distribución de referencia.

10 Según el procedimiento del aspecto preferido anterior, se calcula la distribución del alabeo de una vía. La distribución del alabeo de la vía tiene un primer eje que representa la distancia recorrida calculada y un segundo eje perpendicular al primer eje que representa el alabeo calculado de la vía, por ejemplo. La distancia recorrida en la distribución calculada del alabeo de la vía es calculada en base al número de rotaciones de la rueda. De esta manera, puede tener un error debido al desgaste de la rueda y a un deslizamiento y un patinaje.

15 Se adquiere la correspondencia entre la distancia recorrida calculada en una posición separada del origen por una distancia conocida y la distancia de esta posición desde el origen (es decir, una distancia conocida). Más específicamente, por ejemplo, hay provistas placas reflectantes en dos posiciones sobre una vía separadas desde un origen predeterminado por distancias que son conocidas gracias a reconocimientos precisos. Se proporciona un sensor fotoelectrónico de proyección/recepción de luz sobre un vehículo para operaciones comerciales. El sensor fotoelectrónico dirige rayos láser a las placas reflectantes. Los rayos láser reflejados desde las placas reflectantes son recibidos por el sensor fotoelectrónico. En estos puntos de tiempo, se reconoce que el vehículo ha llegado a las dos posiciones sobre la vía anterior. Se reconocen las distancias recorridas calculadas del vehículo en base al número de rotaciones de la rueda en estos momentos. De esta manera, se adquiere la correspondencia entre las (dos) posiciones sobre la vía separadas desde un origen predeterminado por distancias conocidas y las distancias recorridas del vehículo en estas posiciones, es decir, las distancias recorridas calculadas del vehículo en base al número de rotaciones de la rueda. Por ejemplo, se supone que las dos posiciones sobre la vía están separadas desde el origen predeterminado por las distancias de los valores de postes X1 e Y1 kilométricos, y las distancias recorridas calculadas en estas posiciones (es decir, las distancias recorridas del vehículo calculadas en base a los números de rotaciones de la rueda) tienen valores de postes X2 e Y2 kilométricos. Entonces, se adquiere la relación representada por el valor de poste X2 kilométrico correspondiente al valor de poste X1 kilométrico y el valor Y2 de poste kilométrico correspondiente al valor Y1 de poste kilométrico.

35 En base a la correspondencia adquirida anteriormente, se corrige la distribución del alabeo de la vía. Por ejemplo, la distribución del alabeo de la vía es corregida de manera que el primer eje anterior represente la distancia recorrida real del vehículo para operaciones comerciales. Más específicamente, la posición en la que la distancia recorrida en la distribución del alabeo de la vía (es decir, la distancia recorrida calculada en base al número de rotaciones de la rueda) es el valor X2 de poste kilométrico tiene, en realidad, el valor X1 de poste kilométrico. La posición en la que la distancia recorrida en la distribución del alabeo de la vía (es decir, la distancia recorrida calculada en base al número de rotaciones de la rueda) es el valor Y2 de poste kilométrico tiene, en realidad, el valor Y1 de poste kilométrico. Por esta razón, la distribución del alabeo de la vía es corregida de manera que se proporcionen los valores reales. Más específicamente, la distribución del alabeo de la vía es desplazada y/o expandida/contraída con respecto al primer eje anterior. La distribución del alabeo de la vía después de la corrección es la distribución del alabeo de la vía que sirve como referencia (es decir, la distribución de referencia).

45 La distribución del alabeo de la vía calculada después del cálculo de la distribución de referencia (es decir, la distribución objetivo) es corregida de manera que se haga coincidir la distribución objetivo con la distribución de referencia. Más específicamente, por ejemplo, la distribución objetivo es desplazada y/o expandida/contraída con respecto al primer eje mediante un enfoque de coincidencia usando el procedimiento simplex, por ejemplo, de manera que la distribución objetivo coincida con la distribución de referencia. Esto se basa en la idea de que, debido a que las variaciones en el alabeo de la vía calculadas para la misma vía son relativamente pequeñas, una simple corrección, con respecto al primer eje, de otra distribución del alabeo de la vía que puede tener un error de cálculo en términos de distancia recorrida, hará coincidir esta distribución con la distribución de referencia. La distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del alabeo de la vía después de la corrección anterior es cercana a la distancia recorrida real.

50 De esta manera, cuando se corrige la distribución objetivo, se calcula la cantidad de corrección. Cuando la distribución objetivo es corregida con respecto al primer eje, es decir, cuando la distribución objetivo es desplazada y/o expandida/contraída con respecto al primer eje, la cantidad de corrección es la cantidad de desplazamiento y/o el aumento o para la expansión/contracción.

Solo es necesario adquirir la correspondencia anterior cuando debe calcularse la distribución de referencia. Por

ejemplo, una correspondencia puede ser adquirida en un período de no funcionamiento, tal como en mitad de la noche, y no es necesario que el sensor fotoelectrónico proyecte de manera frecuente rayos láser a, y reciba dichos rayos desde, las placas reflectantes durante el día.

5 Preferiblemente, el procedimiento del aspecto preferido anterior incluye, además:

etapa (9): calcular una distribución de un parámetro relacionado con la carga de rueda, en el que el parámetro es usado para calcular los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo; y

10 etapa (10): corregir la distribución del parámetro en base a la cantidad de corrección calculada cuando se corrigió la distribución objetivo.

Según el procedimiento del aspecto preferido anterior, se calcula la distribución de un parámetro. El parámetro puede ser la propia carga de rueda o el coeficiente de descarrilamiento, por ejemplo. La distribución del parámetro tiene un primer eje que representa la distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda, y un segundo eje que representa un parámetro relacionado con la carga de rueda usada en el cálculo de los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo. La distancia recorrida en la distribución calculada del parámetro ha sido calculada en base al número de rotaciones del vehículo. De esta manera, tiene un error de medición debido al desgaste de la rueda, por ejemplo.

20 En base a la cantidad de corrección calculada cuando la distribución objetivo debía ser corregida, se corrige la distribución del parámetro. Más específicamente, la distribución del parámetro es corregida con respecto al primer eje en la misma cantidad que la cantidad de corrección anterior (es decir, la cantidad de desplazamiento y/o aumento o disminución para la expansión/contracción). Esto se basa en la idea de que el punto de tiempo para medir la carga de rueda usada en el cálculo de los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo es el mismo que el punto de tiempo para medir el parámetro relacionado con la carga de rueda usada en el cálculo de la distribución del parámetro y la distancia recorrida representada en el primer eje de cada una de estas distribuciones (es decir, la distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda) tiene el mismo error de medición, lo que significa que, de manera adecuada, se realiza la misma corrección con el propósito de que el primer eje de la distribución del parámetro represente la distancia recorrida real del vehículo. La distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del parámetro que ha sido corregida de la manera anterior está próxima a la distancia recorrida real.

Según el procedimiento del aspecto preferido anterior, la distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del parámetro (es decir, la distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda) es corregida para que esté próxima a la distancia recorrida real. Esto hace posible identificar de manera precisa la posición en la vía en la que el parámetro (por ejemplo, coeficiente de descarrilamiento) tiene un valor anormal. De esta manera, la vía puede ser reparada en la posición apropiada, por ejemplo.

En el procedimiento del aspecto preferido anterior, la distribución de referencia calculada puede ser usada para corregir la distribución del parámetro.

Un vehículo para operaciones comerciales en una realización de la presente invención mide un estado de una vía. El vehículo para operaciones comerciales incluye un boje y una unidad de cálculo. El boje incluye cuatro ruedas y cuatro muelles primarios proporcionados para corresponder a las cuatro ruedas y para soportar las ruedas correspondientes, y es capaz de medir una carga de rueda de cada una de las cuatro ruedas. La unidad de cálculo mide el estado de la vía en base a la carga de rueda de cada una de las cuatro ruedas. La unidad de cálculo incluye una unidad de medición de carga de rueda, una unidad de cálculo de desplazamiento de muelle y una unidad de cálculo de alabeo de vía. La unidad de medición de carga de rueda mide la carga de rueda de cada rueda. La unidad de cálculo de desplazamiento de muelle calcula los desplazamientos de los muelles primarios en base a las cargas de rueda medidas. La unidad de cálculo de alabeo de vía calcula el alabeo de la vía en base a los desplazamientos calculados de los muelles primarios.

El vehículo anterior para operaciones comerciales es capaz de medir de manera precisa el alabeo de la vía sobre la que se desplaza el vehículo usando este vehículo. De esta manera, el desplazamiento de la vía puede ser medido de manera frecuente usando un vehículo para operaciones comerciales en lugar de un vehículo de inspección de vías, tal como se ha usado tradicionalmente.

Preferiblemente, la unidad de cálculo incluye además una unidad de cálculo de distancia recorrida, una unidad de cálculo de distribución, una unidad de adquisición de correspondencia, una unidad de cálculo de distribución de referencia y una unidad de cálculo de cantidad de corrección. La unidad de cálculo de la distancia recorrida calcula la distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales desde un origen predeterminado en base a un número o rotaciones de una de las cuatro ruedas. La unidad de cálculo de distribución calcula una distribución del alabeo de la vía en base a la distancia recorrida calculada y el alabeo calculado de la vía. La unidad de adquisición de

5 correspondencia adquiere una correspondencia entre la distancia recorrida calculada en una posición separada del origen por una distancia conocida y la distancia desde el origen. La unidad de cálculo de distribución de referencia corrige la distribución calculada del alabeo de la vía en base a la correspondencia adquirida para calcular una distribución de referencia del alabeo de la vía. La unidad de cálculo de cantidad de corrección calcula una cantidad de corrección para hacer coincidir una distribución objetivo calculada después del cálculo de la distribución de referencia con la distribución de referencia.

10 El vehículo para operaciones comerciales del aspecto anterior es capaz de corregir un error de medición en la distancia recorrida del vehículo.

15 Para calcular la distribución del alabeo de la vía, por ejemplo, la unidad de cálculo de distribución usa un primer eje para representar la distancia recorrida calculada y usa un segundo eje perpendicular al primer eje para representar el alabeo calculado de la vía. La unidad de cálculo de distribución de referencia corrige la distribución del alabeo de la vía y usa el primer eje para representar una distancia recorrida real del vehículo para operaciones comerciales. Para calcular la cantidad de corrección, la unidad de cálculo de cantidad de corrección corrige la distribución objetivo con respecto al primer eje.

20 Más preferiblemente, la unidad de cálculo incluye además una unidad de cálculo de distribución de parámetro y una unidad de corrección de distribución de parámetro. La unidad de cálculo de distribución de parámetro calcula la distribución de un parámetro relacionado con la carga de la rueda, en el que el parámetro usado para calcular el alabeo de la vía constituye la distribución objetivo. La unidad de corrección de distribución de parámetro corrige la distribución del parámetro en base a la cantidad de corrección calculada.

25 El vehículo para operaciones comerciales del aspecto anterior es capaz de identificar de manera precisa la posición sobre la vía en la que el parámetro (por ejemplo, coeficiente de descarrilamiento) tiene un valor anormal.

Para calcular la distribución del parámetro, la unidad de cálculo de distribución de parámetro usa el primer eje para representar la distancia recorrida y usa el segundo eje para representar el parámetro, por ejemplo.

30 El procedimiento de medición de un estado de una vía y el vehículo para operaciones comerciales para medir un estado de una vía en las realizaciones de la presente invención se describirán con referencia a los dibujos, según sea necesario.

35 La Fig. 1A ilustra esquemáticamente un boje 10 incluido en un vehículo 100 para operaciones comerciales en una realización de la presente invención e ilustra un procedimiento de medición de los estados de las vías. La Fig. 1B ilustra un procedimiento de cálculo del desplazamiento de un muelle primario.

40 Tal como se muestra en la Fig. 1A, el vehículo 100 para operaciones comerciales incluye un boje 10 y una unidad 20 de cálculo. El boje puede ser un boje de supervisión PQ, por ejemplo. El boje 10 incluye cuatro ruedas 1, cuatro muelles 2 primarios y dos muelles 3 secundarios. Las cuatro ruedas 1 están posicionadas en la parte delantera, posterior, izquierda y derecha. Los cuatro muelles 2 primarios están provistos para corresponder a las cuatro ruedas 1 y para soportar las ruedas 1 correspondientes. El boje 10 mide la carga de rueda de cada una de las ruedas 1. La carga de rueda puede ser medida con un medidor de tensión, por ejemplo. La unidad 20 de cálculo mide las condiciones de una vía R en base a las mediciones de la carga de rueda.

45 La unidad 20 de cálculo primero calcula los desplazamientos de los cuatro muelles 2 primarios en base a las mediciones de la carga de rueda.

50 La unidad 20 de cálculo almacena por adelantado los datos de correlación que representan una correlación entre la carga aplicada a un muelle 2 primario y el desplazamiento. En base a las mediciones de la carga P de rueda y los datos de correlación almacenados, la unidad 20 de cálculo calcula el desplazamiento z del muelle 2 primario (es decir, el desplazamiento desde su longitud natural). La constante k de elasticidad de un muelle 2 primario calculada a partir de los datos de correlación puede estar comprendida entre 500 y 2.000 kN/m, por ejemplo.

55 Las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte delantera izquierda con respecto a la dirección de desplazamiento del boje 10 se indican mediante $P1_{out}$, y el desplazamiento se indica mediante $z1_{out}$. Las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte delantera derecha con respecto a la dirección de desplazamiento del boje 10 se indican mediante $P1_{in}$, y el desplazamiento se denota mediante $z1_{in}$. Las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte trasera izquierda con respecto a la dirección de desplazamiento del boje 10 se indican mediante $P2_{out}$, y el desplazamiento se indica mediante $z2_{out}$. Finalmente, las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte trasera derecha con respecto a la dirección de

desplazamiento del boje 10 se indican mediante $P2_{in}$, y el desplazamiento se indica mediante $z2_{in}$.

5 Las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte trasera izquierda con respecto a la dirección de desplazamiento del boje 10 representan el origen del sistema de coordenadas plano (es decir, el sistema de coordenadas xy), y la distancia entre los delanteros y traseros se indica mediante $2a$, mientras que la distancia entre las ruedas izquierda y derecha se indica mediante $2b_0$. A continuación, las coordenadas de los desplazamientos de los muelles 2 primarios se representan mediante $P1_{out}$ ($0,2a, z1_{out}$), $P1_{in}$ ($2b_0, 2a, z1_{in}$), $P2_{out}$ ($0,0, z2_{out}$) y $P2_{in}$ ($2b_0, 0, z2_{in}$).

10 A continuación, la unidad 20 de cálculo calcula las coordenadas $P1_{out}$, $P1_{in}$, $P2_{out}$ y $P2_{in}$ de los desplazamientos de los muelles 2 primarios a partir de los desplazamientos $z1_{out}$, $z1_{in}$, $z2_{out}$ y $z2_{in}$ calculados de los muelles 2 primarios.

15 A continuación, la unidad 20 de cálculo calcula el plano que pasa por las coordenadas calculadas de los desplazamientos de tres de los cuatro muelles 2 primarios.

20 La unidad 20 de cálculo almacena información acerca de la vía R sobre la que se desplaza el boje 10. De esta manera, la unidad 20 de cálculo sabe en qué punto geográfico de la vía R se está desplazamiento actualmente el boje 10. De esta manera, la unidad 20 de cálculo sabe si cada una de las cuatro ruedas 1 está situada actualmente sobre el riel exterior o sobre el riel interior. La unidad 20 de cálculo calcula el plano que pasa las coordenadas de los desplazamientos de tres de los cuatro muelles 2 primarios distintos del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte delantera del boje 10 y en el riel exterior.

25 Suponiendo que las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario que soporta la rueda 1 situada en la parte delantera del boje 10 y en el riel exterior están representadas por $P1_{out}$ ($0,2a, z1_{out}$), entonces, la unidad 20 de cálculo calcula el plano PL que pasa a través de los tres conjuntos de coordenadas $P1_{in}$ ($2b_0, 2a, z1_{in}$), $P2_{out}$ ($0,0, z2_{out}$) y $P2_{in}$ ($2b_0,0z2_{in}$).

30 Más específicamente, el plano PL se representa mediante la ecuación (1) a continuación, y los coeficientes C_1 a C_4 en la ecuación (1) se determinan a medida que este plano PL pasa por los tres conjuntos de coordenadas $P1_{in}$, $P2_{out}$ y $P2_{in}$.

$$C_1x+C_2y+C_3z+C_4=0 \dots (1).$$

35 Posteriormente, en base a la distancia entre el plano PL calculado representado por la ecuación (1) y las coordenadas $P1_{out}$ ($0,2a, z1_{out}$) del desplazamiento del muelle primario restante, la unidad 20 de cálculo calcula el alabeo h de vía de la vía.

40 Más específicamente, las coordenadas xyz en las coordenadas $P1_{out}$ ($0,2a, z1_{out}$) son sustituidas por x , y y z en la ecuación (2) a continuación para calcular el alabeo h de la vía. El valor absoluto del alabeo h de la vía representado por la ecuación (2) a continuación corresponde a la distancia entre el plano PL representado por la ecuación (1) y las coordenadas $P1_{out}$ ($0,2a, z1_{out}$) del desplazamiento del muelle primario restante.

45 [Fórmula 1]

$$50 \quad h = \frac{C_1x+C_2y+C_3z+C_4}{\sqrt{C_1^2+C_2^2+C_3^2}} \dots (2)$$

55 Tal como se ha descrito anteriormente, en el vehículo 100 para operaciones comerciales y según el procedimiento de medición de las condiciones de una vía usando el vehículo 100 para operaciones comerciales, se miden las cargas de rueda de las cuatro ruedas 1. En base a las medidas de carga de rueda, se calculan los desplazamientos de los cuatro muelles 2 primarios. Se calcula el plano que pasa por las coordenadas de los desplazamientos de tres de los cuatro muelles 2 primarios. En base a la distancia entre este plano y las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario restante, se calcula el alabeo h de la vía. Las coordenadas del desplazamiento de un muelle 2 primario varían dependiendo de la altura de la parte de la vía R que corresponde a la posición del muelle 2 primario, ya que la posición de la rueda 1 en la dirección vertical varía dependiendo de la altura de la vía R y el desplazamiento del muelle 2

primario varía dependiendo de la posición de la rueda 1 en la dirección vertical.

De esta manera, si no hay un alabeo h de la vía, es decir, si no hay diferencia entre los desplazamientos de niveles transversales (es decir, la diferencia entre las alturas de los rieles izquierdo y derecho) de dos puntos separados por una distancia $2a$ predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal de la vía R, entonces, las coordenadas de los desplazamientos de los cuatro muelles 2 primarios están en el mismo plano. En otras palabras, la distancia entre el plano que pasa por las coordenadas de los desplazamientos de tres muelles 2 primarios y las coordenadas del desplazamiento del muelle 2 primario restante es sustancialmente igual al alabeo h de la vía (es decir, el valor absoluto del alabeo h de la vía). De esta manera, el vehículo 100 para operaciones comerciales y el procedimiento de medición de las condiciones de la vía usando el vehículo 100 son capaces de calcular de manera precisa el alabeo h de la vía.

La Fig. 2A es un gráfico que ilustra mediciones ejemplares de alabeo de vía en la misma sección de curva obtenidas usando el vehículo 100 para operaciones comerciales. La Fig. 2B es un gráfico que ilustra mediciones ejemplares de la carga de rueda (es decir, la carga de rueda para una rueda 1 del boje 10 situada en la parte delantera y en el riel exterior) en la misma sección de curva obtenidas usando el vehículo 100 para operaciones comerciales. En las gráficas de las Figs. 2A y 2B, curva circular significa una parte con un radio de curvatura constante, y curva de transición significa una parte en una entrada o una salida que conecta una parte recta con la curva circular con un radio de curvatura gradualmente decreciente desde la parte recta hacia la curva circular. Las mediciones se realizaron en Enero de 2011, Enero de 2012 y Febrero de 2012, y se realizaron 10 mediciones en cada uno de estos meses.

Tal como se entenderá a partir de las Figs. 2A y 2B, las variaciones en el alabeo de la vía son más pequeñas que las variaciones en la carga de rueda, ya que la carga de rueda puede cambiar fácilmente dependiendo del número de pasajeros, las posiciones de los pasajeros en el coche y otros factores, mientras que el alabeo de la vía es un alabeo en la vía y no cambia fácilmente. De esta manera, el alabeo calculado de la vía en la presente realización es más útil para detectar anomalías en la vía R que la carga de rueda.

La Fig. 3A es un gráfico que ilustra los resultados de promediar las mediciones de alabeo de vía mostradas en la Fig. 2A en un intervalo predeterminado. La Fig. 3B es un gráfico que ilustra los resultados de la eliminación de la desviación (es decir, la corrección de desviación) de los resultados mostrados en la Fig. 3A.

Más específicamente, la Fig. 3A muestra los resultados de promediar las medidas de alabeo de vía mostradas en la Fig. 2A durante un mes, es decir, los resultados de promediar 10 mediciones en Enero de 2011, Enero de 2012 y Febrero de 2012. La Fig. 3B muestra los resultados de corregir los alabeos medidos de la vía aplicando una corrección de desviación a la carga de rueda medida directamente después de que el vehículo 100 para operaciones comerciales empezó a desplazarse, suponiendo que no hay alabeo de la vía justo después de que el vehículo 100 empezó a desplazarse (normalmente, las mediciones de carga de rueda de las cuatro ruedas 1 son las mismas).

Tal como se entenderá a partir de las Figs. 3A y 3B, las variaciones de los resultados se reducen promediando y a continuación aplicando una corrección de desviación en comparación con las implementaciones en las que simplemente se calcula el alabeo de la vía (Fig. 2A). De esta manera, este procedimiento es eficaz para detectar anomalías en la vía R.

La unidad 20 de cálculo realiza preferiblemente el procesamiento de resta temporal. Más específicamente, la unidad 20 de cálculo resta, del alabeo de la vía actual obtenido a través de la corrección de desviación (véase la Fig. 3B), un alabeo de vía obtenido antes de un cierto período de tiempo con respecto a una vía R determinada.

La Fig. 4A ilustra esquemáticamente una parte de una vía R reemplazada por un nuevo riel. La Fig. 4B es un gráfico que ilustra los resultados de restar los alabeos de vía antes del reemplazo por un nuevo riel (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación) de los alabeos de vía después del reemplazo (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación). La Fig. 4C es un gráfico que ilustra los resultados de restar los alabeos de vía después del reemplazo por un nuevo riel (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación) de los alabeos de vía después del reemplazo por un nuevo riel medidos anteriormente (es decir, los alabeos de vía después de la corrección de desviación).

Tal como se muestra en la Fig. 4A, cuando una parte de una vía R (es decir, un riel) debía ser sustituida por un riel nuevo, se colocaba un separador R14 debajo de la parte del riel R11 viejo cerca de la unión R13 entre el riel R11 viejo y el riel R12 nuevo para prevenir que se produzca una protuberancia en la unión R13. Por consiguiente, se produce localmente una pendiente medida en la dirección de la altura, es decir, en la parte del riel R11 antiguo cerca de la unión R13. Esto cambia la diferencia entre las alturas de los rieles izquierdo y derecho, causando un alabeo en la vía R. En la implementación mostrada en la Fig. 4A, la unión R13 está en la posición de 12.238 kp (poste kilométrico).

Tal como se entenderá a partir de la Fig. 4B, el procesamiento de resta temporal puede ser realizado sobre un alabeo

de vía para detectar de manera precisa la parte de la vía R en la que cambian sus condiciones, es decir, la unión R13 entre los rieles R12 y R11 nuevo y antiguo. Por otra parte, tal como se entenderá a partir de la Fig. 4C, si las condiciones de la vía R no cambian, la diferencia obtenida mediante el procedimiento de resta no cambia. De esta manera, un cambio en las condiciones de la vía R puede ser detectado con una baja posibilidad de falsas detecciones.

5 En las implementaciones descritas con referencia a las Figs. 3A, 3B, 4A, 4B y 4C, la unidad 20 de cálculo realiza todo el procesamiento de promediado, corrección de compensación y resta temporal, en este orden. Sin embargo, no deben realizarse la totalidad de estas tres etapas; es posible realizar solo uno o dos de estas tres etapas.

10 El vehículo 100 para operaciones comerciales y el procedimiento de medición de las condiciones de una vía usando un vehículo 100 para operaciones comerciales descrito anteriormente son capaces de calcular de manera precisa el alabeo de la vía. Más específicamente, tal como se muestra en las Figs. 2A, 3A y 3B, las variaciones en el alabeo de la vía calculadas para la misma vía R son relativamente pequeñas. Es ventajoso aprovechar el hecho de que las variaciones en el alabeo de la vía son pequeñas y corrigen un error en la distancia recorrida medida del vehículo 100 para operaciones comerciales. Esto se describirá en detalle a continuación con referencia a las Figs. 5A a 5C.

15 La Fig. 5A es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento realizado por la unidad 20 de cálculo. Tal como se muestra en la Fig. 5A, la unidad 20 de cálculo realiza una etapa de medición y de cálculo (etapa S1) y una etapa de cálculo de distribución (etapa S2). La Fig. 5B es un diagrama de flujo que ilustra la etapa de medición y de cálculo realizada por la unidad 20 de cálculo. La Fig. 5C es un diagrama de flujo que ilustra la etapa de cálculo de distribución realizada por la unidad 20 de cálculo. Las etapas realizadas por la unidad 20 de cálculo no están limitadas a las mostradas en las Figs. 5A a 5C. Las etapas mostradas en las Figs. 5A a 5C son simplemente ejemplos.

20 Cuando el vehículo 100 para operaciones comerciales se está desplazando en una sección predeterminada (SÍ en la etapa S12), la unidad 20 de cálculo adquiere el número de rotaciones y la carga de rueda de la rueda 1 (etapa S13). La sección predeterminada incluye de manera adecuada la sección para la cual debe calcularse una distribución del alabeo de la vía. Puede determinarse si el vehículo está en la sección predeterminada en base al número o a las rotaciones de la rueda 1, por ejemplo. De manera alternativa, la unidad 20 de cálculo puede determinar solo si el vehículo 100 para operaciones comerciales se está desplazando o no. El número de rotaciones es derivado a partir del valor de contador del contador almacenado en la unidad 20 de cálculo. El contador actualiza el valor del contador cada vez que se recibe una señal de salida desde un generador de impulsos que detecta el número de rotaciones de la rueda 1. El valor del contador se inicializa cuando se inicia la etapa de medición y de cálculo (etapa S11). La carga de rueda puede ser derivada a partir de las mediciones realizadas por el medidor de tensión, por ejemplo.

35 La unidad 20 de cálculo calcula la distancia recorrida del vehículo 100 para operaciones comerciales (o boje 10) desde un origen predeterminado en base al número de rotaciones de la rueda 1 (etapa S14). Más específicamente, la distancia recorrida es calculada multiplicando la circunferencia de la rueda 1 almacenada en la unidad 20 de cálculo por el número de rotaciones de la rueda 1. La circunferencia de la rueda 1 es calculada a partir del diámetro exterior de la rueda 1 medido cuando la rueda empieza a ser usada. Debido a que la distancia recorrida calculada se basa en el número de rotaciones de la rueda 1, tiene un error causado por el desgaste de la rueda 1, por ejemplo.

40 En base a las mediciones de la carga de rueda, la unidad 20 de cálculo calcula los desplazamientos de los cuatro muelles 2 primarios (etapa S15). Los desplazamientos de los muelles 2 primarios son calculados de la manera explicada anteriormente. De esta manera, no se proporcionará ninguna descripción aquí.

45 La unidad 20 de cálculo calcula las coordenadas de los desplazamientos de los muelles 2 primarios a partir de los desplazamientos calculados de los muelles 2 primarios (etapa S16). Las coordenadas de los desplazamientos de los muelles 2 primarios son calculadas de la manera explicada anteriormente. De esta manera, no se proporcionará ninguna descripción aquí.

50 La unidad 20 de cálculo calcula el plano que pasa por las coordenadas calculadas de los desplazamientos de tres de los cuatro muelles 2 primarios (etapa S17). El plano se calcula de la manera explicada anteriormente. De esta manera, no se proporcionará ninguna descripción aquí.

55 En base a la distancia entre el plano calculado y las coordenadas del desplazamiento del muelle primario restante, la unidad 20 de cálculo calcula el alabeo de la vía de la vía (etapa S18). El alabeo de la vía es calculado de la manera descrita anteriormente. De esta manera, no se proporcionará ninguna descripción aquí.

60 La unidad 20 de cálculo adquiere la correspondencia entre la distancia recorrida calculada en la posición en la vía R separada desde un origen predeterminado por una distancia conocida y la distancia de la posición desde el origen (es decir, la distancia conocida), y la almacena (etapa S20).

Para adquirir la correspondencia anterior, por ejemplo, pueden proporcionarse placas reflectantes en dos posiciones sobre la vía R separadas desde un origen predeterminado por distancias que son conocidas gracias a reconocimientos precisos. Se proporciona un sensor fotoelectrónico de proyección/recepción de luz en el vehículo 100 para operaciones comerciales. El sensor fotoelectrónico dirige rayos láser a las placas reflectantes. En los puntos de tiempo en los que los rayos láser reflejados desde las placas reflectantes son recibidos por el sensor fotoelectrónico (SÍ en la etapa S19), se reconoce que el vehículo 100 para operaciones comerciales ha llegado a las dos posiciones sobre la vía R. Se reconocen las distancias recorridas del vehículo 100 calculadas en base a los números de rotaciones de la rueda 1 en estos puntos de tiempo. La unidad 20 de cálculo recibe las señales emitidas desde el sensor fotoelectrónico (es decir, las señales que indican que los rayos láser reflejados han sido detectados). La unidad 20 de cálculo almacena las distancias de las dos posiciones sobre la vía R desde el origen predeterminado. La unidad 20 de cálculo adquiere la correspondencia entre las (dos) posiciones sobre la vía R separadas desde el origen predeterminado por distancias conocidas y las distancias recorridas del vehículo 100 calculadas en base a los números de rotaciones de la rueda 1 en estas posiciones. Por ejemplo, se supone que las dos posiciones sobre la vía R están separadas desde el origen predeterminado por las distancias de los valores X1 e Y1 de postes kilométricos, y las distancias recorridas del vehículo 100 para operaciones comerciales calculadas en base al número de rotaciones de la rueda 1 en estas posiciones tienen los valores X2 e Y2 de postes kilométricos. A continuación, se adquiere la relación representada por el valor X2 de poste kilométrico correspondiente al valor X1 de poste kilométrico y el valor Y2 de poste kilométrico que corresponde al valor Y1 de poste kilométrico, y se almacena en la unidad 20 de cálculo.

Cuando el vehículo ha terminado de desplazarse en la sección predeterminada (NO en la etapa S12), la unidad 20 de cálculo calcula la distribución del alabeo de la vía R (etapa S31). La distribución del alabeo de la vía tiene un primer eje (por ejemplo, el eje X) que representa la distancia recorrida calculada y un segundo eje perpendicular al primer eje (por ejemplo, el eje Y) que representa el alabeo calculado de la vía. La distancia recorrida en la distribución calculada del alabeo de la vía ha sido calculada en base al número de rotaciones de la rueda. De esta manera, tiene un error causado por el desgaste, el deslizamiento y el patinaje de la rueda.

Si no se ha calculado ninguna distribución del alabeo de la vía que sirve como referencia (es decir, la distribución de referencia) (NO en la etapa S32), la unidad 20 de cálculo corrige la distribución calculada del alabeo de la vía R en base a la correspondencia almacenada de la manera anterior (etapa S33). Más específicamente, la distribución calculada del alabeo de vía de la vía R es corregida de manera que el primer eje represente la distancia recorrida real del vehículo 100 para operaciones comerciales. Debido a que la posición a una distancia recorrida (es decir, la distancia recorrida calculada en base al número o a las rotaciones de la rueda 1) del valor X2 de poste kilométrico en la distribución del alabeo de la vía R tiene en realidad un valor X1 de poste kilométrico y la posición a una distancia recorrida (es decir, una distancia recorrida calculada en base al número de rotaciones de la rueda 1) del valor Y2 de poste kilométrico en la distribución del alabeo de la vía R tiene en realidad un valor Y1 de poste kilométrico, la unidad 20 de cálculo desplaza y/o expande/contrae (es decir, corrige) la distribución del alabeo de la vía R con respecto al primer eje para proporcionar valores reales (es decir, de manera que el primer eje represente la distancia recorrida real del vehículo 100 para operaciones comerciales). A continuación, la distribución corregida del alabeo de la vía es almacenada como una distribución de referencia.

Si se ha calculado una distribución de referencia (SÍ en la etapa S32), la unidad 20 de cálculo corrige, con respecto al primer eje, la distribución calculada (es decir, la distribución objetivo) del alabeo de la vía R, es decir, la distribución del alabeo de la vía calculada después del cálculo de la distribución de referencia para la misma vía R para hacer coincidir la distribución objetivo del alabeo de la vía R con la distribución de referencia almacenada, y calcula la cantidad de corrección para esta corrección (etapa S34).

La Fig. 6A es un gráfico que ilustra un ejemplo de corrección en el que la distribución objetivo está desplazada con respecto al primer eje. La Fig. 6B es un gráfico que ilustra un ejemplo de corrección en el que la distribución objetivo está expandida/contraída con respecto al primer eje. La Fig. 6C es un gráfico que ilustra una distribución objetivo que se ha hecho coincidir con una distribución de referencia. La Fig. 6D es un gráfico que ilustra una distribución de referencia y una distribución objetivo antes de la corrección. La Fig. 6E es un gráfico que ilustra la distribución de referencia y la distribución objetivo después de la corrección.

Con referencia a la Fig. 6C, cuando la distribución objetivo coincide con la distribución de referencia, el valor de la función de evaluación $f = S/l_1$ se encuentra en su mínimo. Aquí, l_1 indica la distancia de la sección predeterminada. S indica el área formada entre la distribución de referencia y la distribución objetivo para la sección de la distancia l_1 .

Tal como se muestra en las Figs. 6A a 6E, la unidad 20 de cálculo corrige (es decir, desplaza y/o expande/contrae) la distribución objetivo con respecto al primer eje mediante un enfoque de coincidencia usando el procedimiento simplex, por ejemplo, para hacer coincidir la distribución objetivo con la distribución de referencia. Es decir, se determinan la cantidad de desplazamiento a y/o el aumento o la disminución para la expansión/contracción b.

5 Dicha corrección se basa en la idea de que, debido a que las variaciones en el alabeo de la vía calculadas para la misma vía R son relativamente pequeñas, una simple corrección, con respecto al primer eje, de una distribución objetivo que puede tener un error de cálculo en términos de distancia recorrida hará coincidir esta distribución con la distribución de referencia. La distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución objetivo después de la corrección anterior está próxima a la distancia recorrida real. La unidad 20 de cálculo almacena la cantidad de corrección de la corrección anterior (es decir, la cantidad de desplazamiento a y/o el aumento o la disminución para la expansión/contracción b).

10 La unidad 20 de cálculo calcula la distribución de un parámetro relacionado con la carga de rueda usada en el cálculo de los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo (es decir, la distribución del parámetro) (etapa S35). El parámetro puede ser la propia carga de rueda o el coeficiente de descarrilamiento, por ejemplo. La distribución del parámetro tiene un primer eje que representa la distancia recorrida del vehículo 100 para operaciones comerciales desde el origen predeterminado calculado en base al número de rotaciones de la rueda 1, y un segundo eje que representa el parámetro anterior. La distancia recorrida en la distribución del parámetro ha sido calculada en base al número de rotaciones de la rueda. De esta manera, tiene un error debido al desgaste de la rueda, por ejemplo.

15 En base a la cantidad de corrección calculada, la unidad 20 de cálculo corrige la distribución del parámetro calculada (etapa S36). Más específicamente, la unidad 20 de cálculo corrige la distribución del parámetro con respecto al primer eje en la misma cantidad que la cantidad de corrección anterior (es decir, la cantidad de desplazamiento a y/o el aumento o la disminución para la expansión/contracción b). Esto se basa en la idea de que el punto de tiempo para calcular los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo es el mismo que el punto de tiempo para calcular el parámetro para la distribución del parámetro y la distancia recorrida representada en el primer eje de cada una de estas distribuciones (es decir, la distancia recorrida del vehículo 100 para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda 1) tiene el mismo error de cálculo, lo que significa que de manera adecuada se realiza la misma corrección para que el primer eje de la distribución del parámetro represente la distancia recorrida real del vehículo 100. La distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del parámetro que ha sido corregida de la manera anterior está próxima a la distancia recorrida real.

20 Según la implementación anterior, la distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del parámetro (es decir, la distancia recorrida del vehículo 100 para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda 1) es corregida para que esté próxima a la distancia recorrida real. Esto hace posible identificar de manera precisa la posición sobre la vía R en la que el parámetro relacionado con la carga de rueda (por ejemplo, el coeficiente de descarrilamiento) tiene un valor anormal. De esta manera, la vía R puede ser reparada en la posición apropiada, por ejemplo.

25 Además, la correspondencia entre la posición sobre la vía R separada desde el origen predeterminado por una distancia conocida y la distancia recorrida del vehículo 100 para operaciones comerciales calculada en base al número de rotaciones de la rueda 1 en esta posición puede ser obtenida solo cuando se calcula una distribución de referencia. Por ejemplo, puede obtenerse una correspondencia en un período de no funcionamiento, tal como en mitad de la noche, y no es necesario que el sensor fotoelectrónico proyecte con frecuencia rayos láser a, y reciba dichos rayos desde, las placas reflectantes durante el día. Una vez calculada una distribución de referencia, esta distribución de referencia del alabeo de la vía es usada de manera adecuada para corregir las distribuciones de parámetros. De esta manera, según la implementación anterior, la distancia recorrida representada en el primer eje de la distribución del parámetro puede ser corregida para que esté próxima a la distancia recorrida real con menos problemas y de manera segura.

30 Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito en detalle, estas realizaciones son meramente ejemplos y la presente invención no está limitada en modo alguno a las realizaciones anteriores.

35 Por ejemplo, la unidad 20 de cálculo puede calcular la distancia recorrida, los desplazamientos de los muelles primarios, las coordenadas de los desplazamientos, el plano y el alabeo de la vía después de que el vehículo haya terminado de desplazarse en la sección predeterminada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición de un estado de una vía (R) usando un vehículo (100) para operaciones comerciales, en el que el vehículo (100) para operaciones comerciales incluye un boje (10) que incluye cuatro ruedas (1) y cuatro muelles (2) primarios correspondientes a las cuatro ruedas y que soportan las ruedas correspondientes, y capaz de medir una carga (P) de rueda de cada una de las cuatro ruedas, en el que el procedimiento comprende las etapas de medir la carga (P) de rueda de cada una de las ruedas (1); calcular un desplazamiento (z) de cada uno de los muelles (2) primarios en base a la carga (P) de rueda medida; y calcular un alabeo (h) de vía de la vía (R) en base a los desplazamientos (z) calculados.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- calcular una distancia recorrida del vehículo (100) para operaciones comerciales desde un origen predeterminado en base a un número de rotaciones de una de las cuatro ruedas (1); calcular una distribución del alabeo de la vía en base a la distancia recorrida calculada y el alabeo (h) calculado de la vía; adquirir una correspondencia entre la distancia recorrida calculada en una posición separada desde el origen por una distancia conocida y la distancia desde el origen; corregir la distribución calculada del alabeo de la vía en base a la correspondencia adquirida para calcular una distribución de referencia del alabeo de la vía; y calcular una cantidad de corrección para hacer coincidir una distribución objetivo calculada después del cálculo de la distribución de referencia con la distribución de referencia.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que:
- para calcular la distribución, la etapa de calcular una distribución usa un primer eje para representar la distancia recorrida calculada y usa un segundo eje perpendicular al primer eje para representar el alabeo calculado de la vía, la etapa de calcular una distribución de referencia corrige la distribución y usa el primer eje para representar una distancia recorrida real del vehículo para operaciones comerciales, y para calcular la cantidad de corrección, la etapa de calcular una cantidad de corrección corrige la distribución objetivo con respecto al primer eje.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, que comprende además las etapas de:
- calcular una distribución de un parámetro relacionado con la carga de rueda, en el que el parámetro se usa para calcular los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo; y corregir la distribución del parámetro en base a la cantidad de corrección.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que, para calcular la distribución del parámetro, la etapa de calcular una distribución de un parámetro usa un primer eje para representar la distancia recorrida y usa un segundo eje perpendicular al primer eje para representar el parámetro.
6. Vehículo (100) para operaciones comerciales para medir un estado de una vía (R), que comprende:
- un boje (10) que incluye cuatro ruedas (1) y cuatro muelles (2) primarios correspondientes a las cuatro ruedas y que soportan las ruedas correspondientes, y capaces de medir una carga (P) de rueda de cada una de las ruedas; y una unidad (20) de cálculo configurada para medir el estado de la vía (R) en base a la carga (P) de rueda de cada una de las ruedas (1), en el que la unidad (20) de cálculo incluye: una unidad de medición de carga de rueda configurada para medir la carga (P) de rueda de cada una de las ruedas (1); una unidad de cálculo de desplazamiento de muelle configurada para calcular los desplazamientos (z) de los muelles (2) primarios en base a las cargas (P) de rueda medidas; y una unidad de cálculo de alabeo de vía configurada para calcular el alabeo (h) de vía de la vía (R) en base a los desplazamientos (z) calculados.
7. Vehículo (100) para operaciones comerciales según la reivindicación 6, en el que la unidad (20) de cálculo incluye, además:

una unidad de cálculo de distancia recorrida configurada para calcular una distancia recorrida del vehículo para operaciones comerciales desde un origen predeterminado en base a un número o rotaciones de una de las cuatro ruedas;

5 una unidad de cálculo de distribución configurada para calcular una distribución del alabeo de la vía en base a la distancia recorrida calculada y el alabeo calculado de la vía;

una unidad de adquisición de correspondencia configurada para adquirir una correspondencia entre la distancia recorrida calculada en una posición separada desde el origen por una distancia conocida y la distancia desde el origen;

10 una unidad de cálculo de distribución de referencia configurada para corregir la distribución calculada del alabeo de la vía en base a la correspondencia adquirida para calcular una distribución de referencia del alabeo de la vía; y

una unidad de cálculo de cantidad de corrección configurada para calcular una cantidad de corrección para hacer coincidir una distribución objetivo calculada después del cálculo de la distribución de referencia con la distribución de referencia.

15

8. Vehículo (100) para operaciones comerciales según la reivindicación 7, en el que:

20 para calcular la distribución, la unidad de cálculo de distribución usa un primer eje para representar la distancia recorrida calculada y usa un segundo eje perpendicular al primer eje para representar el alabeo calculado de la vía,

20

la unidad de cálculo de distribución de referencia corrige la distribución y usa el primer eje para representar una distancia recorrida real del vehículo para operaciones comerciales, y

para calcular la cantidad de corrección, la unidad de cálculo de cantidad de corrección corrige la distribución objetivo con respecto al primer eje.

25

9. Vehículo (100) para operaciones comerciales según la reivindicación 7 u 8, que comprende, además:

30 una unidad de cálculo de distribución de parámetro configurada para calcular una distribución de un parámetro relacionado con la carga de rueda, en el que el parámetro es usado para calcular los alabeos de la vía que constituyen la distribución objetivo, y

30

una unidad de corrección de distribución de parámetro configurada para corregir la distribución del parámetro en base a la cantidad de corrección.

10. Vehículo (100) para operaciones comerciales según la reivindicación 9, en el que, para calcular la distribución del parámetro, la unidad de cálculo de distribución de parámetro usa un primer eje para representar la distancia recorrida y usa un segundo eje perpendicular al primer eje para representar el parámetro.

35

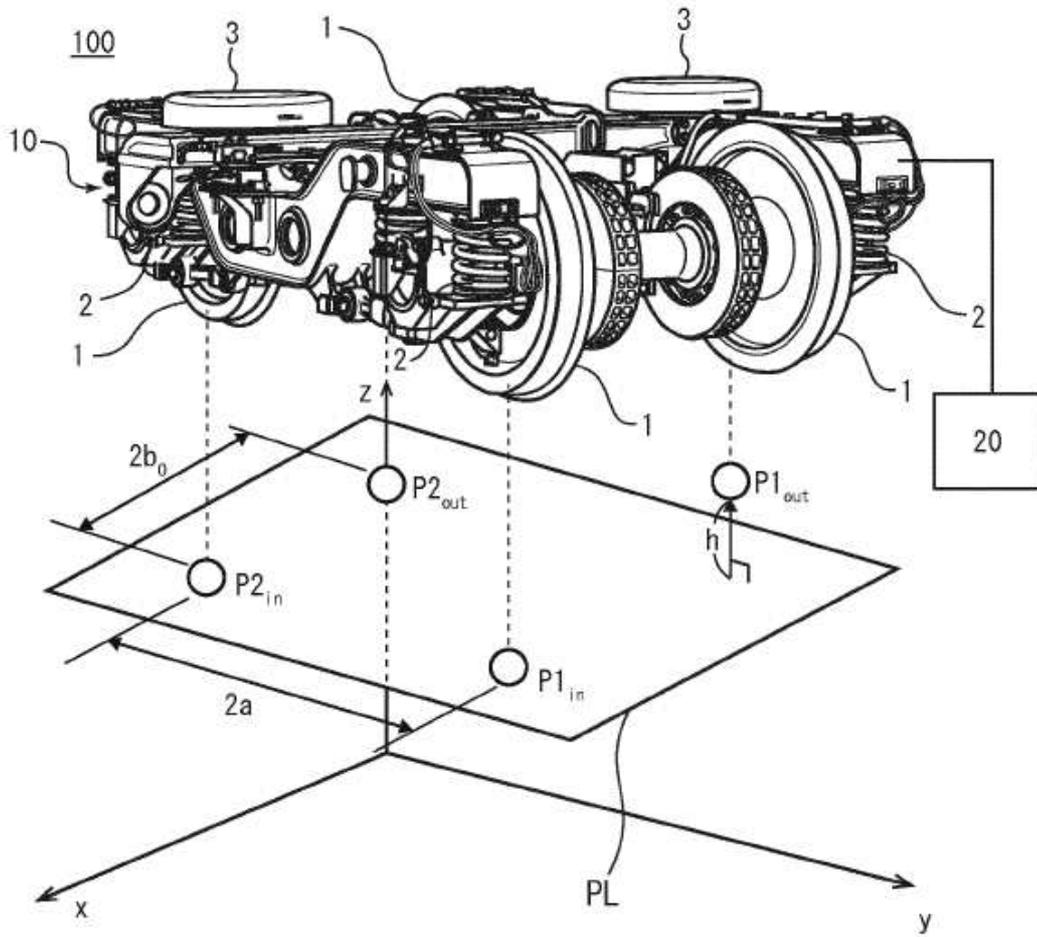


FIG. 1A

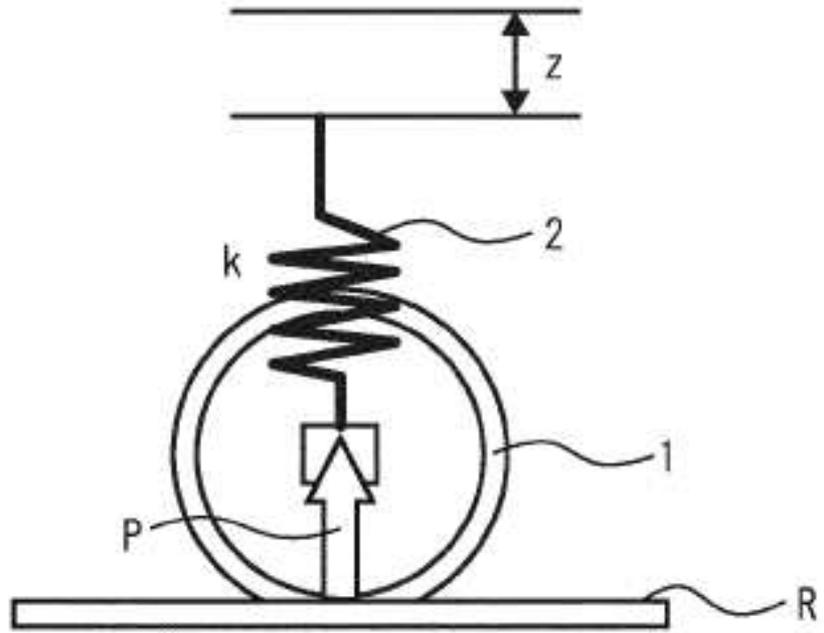


FIG. 1B

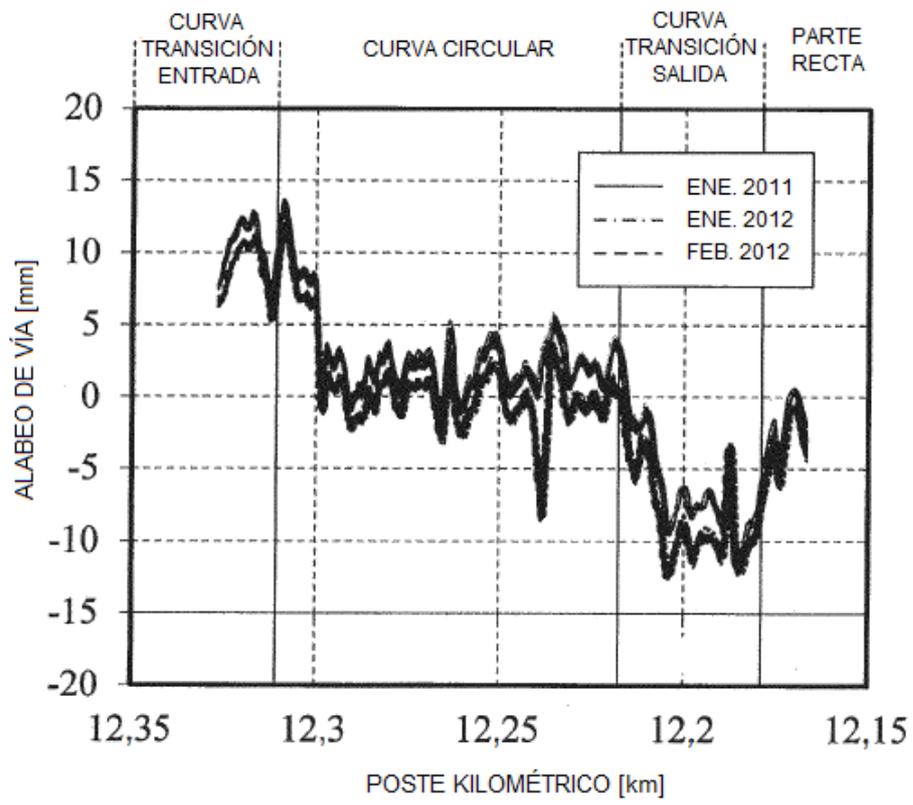


FIG. 2A

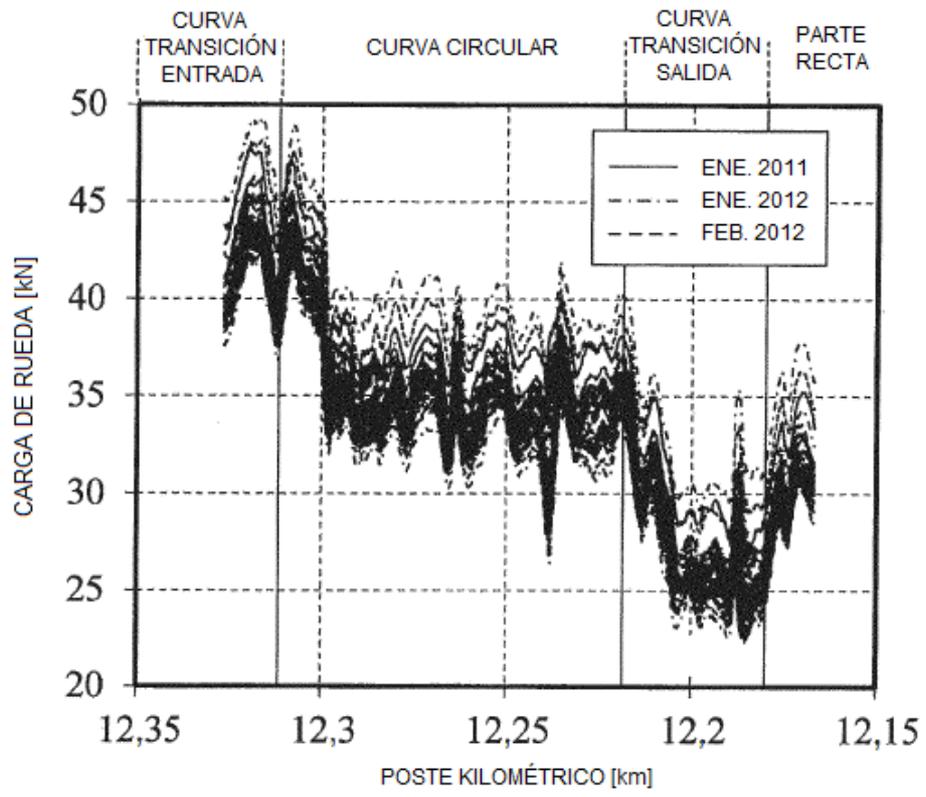


FIG. 2B

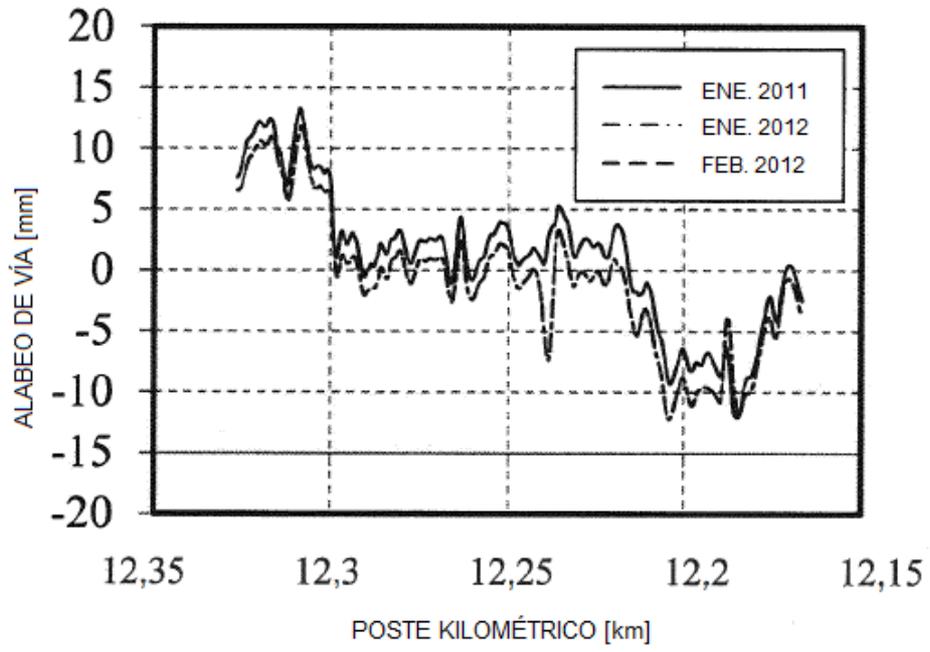


FIG. 3A

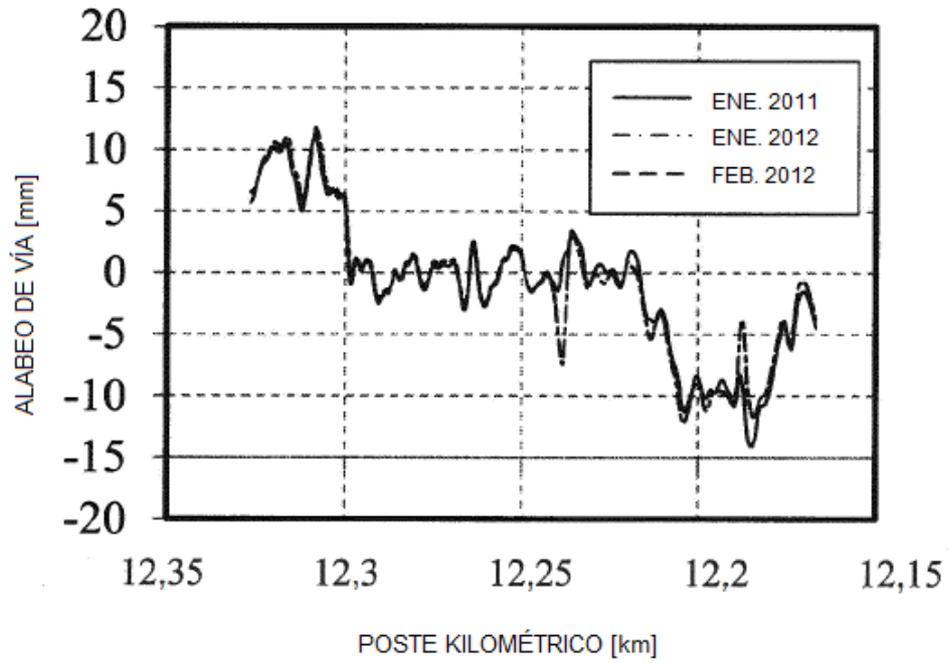


FIG. 3B

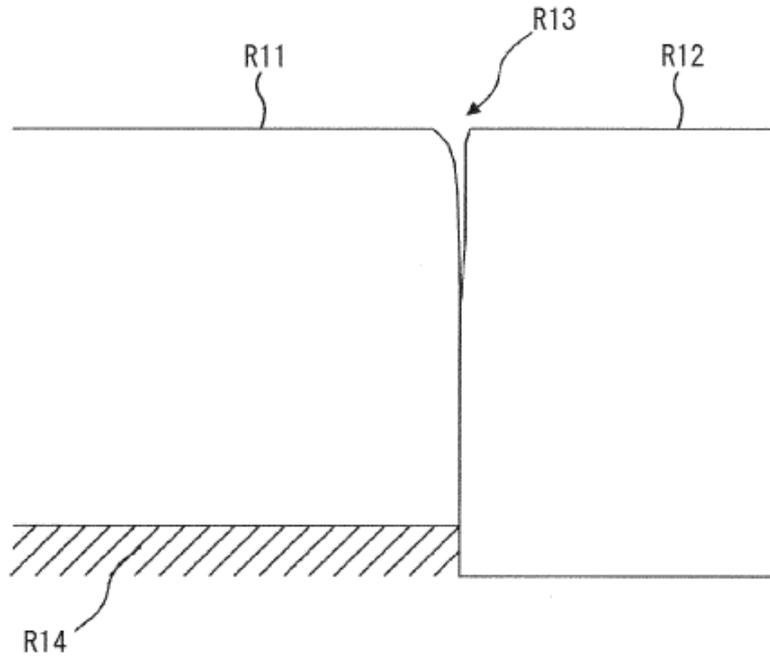


FIG. 4A

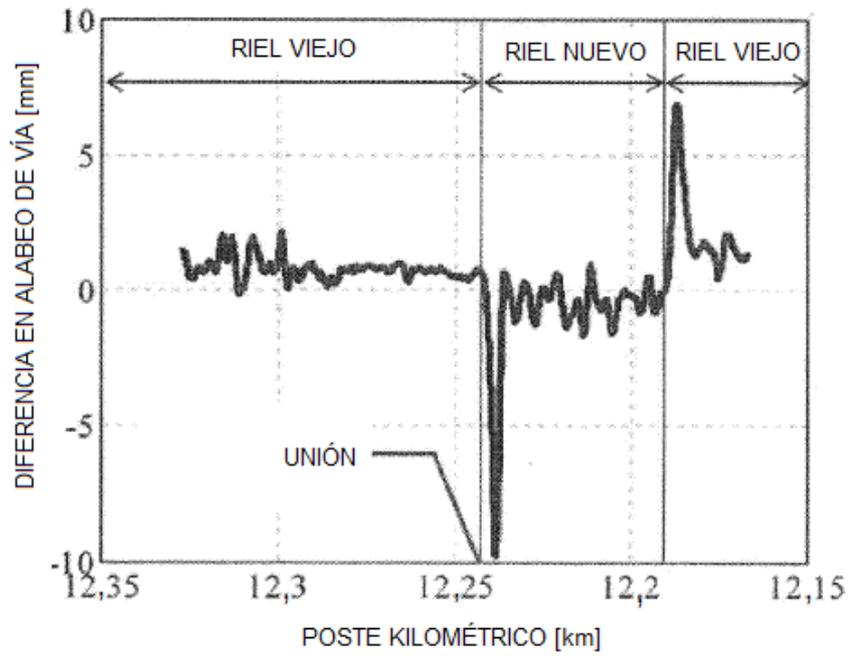


FIG. 4B

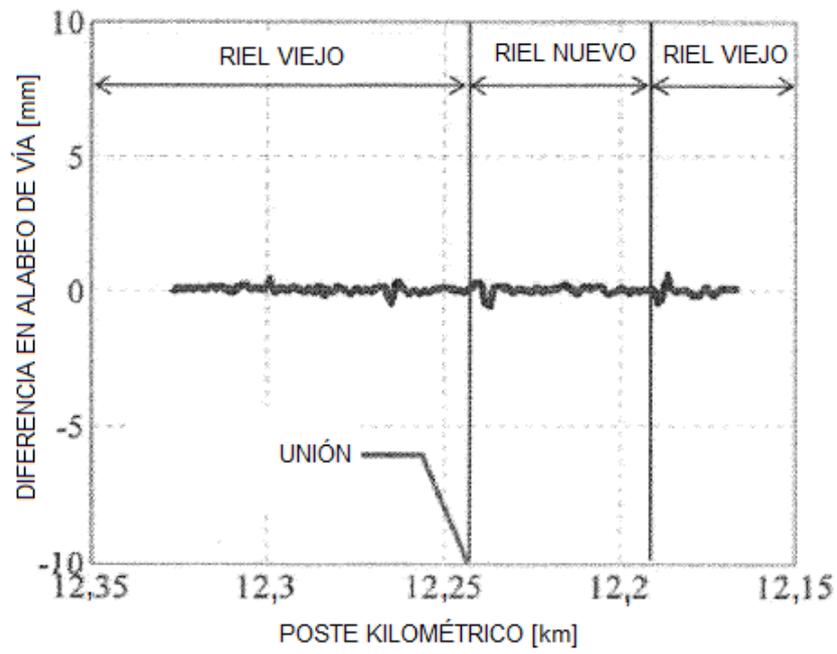


FIG. 4C

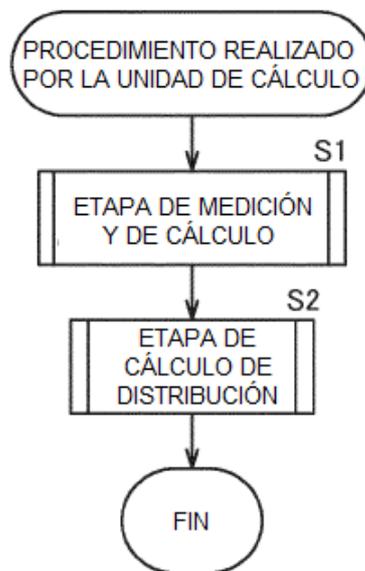


FIG. 5A

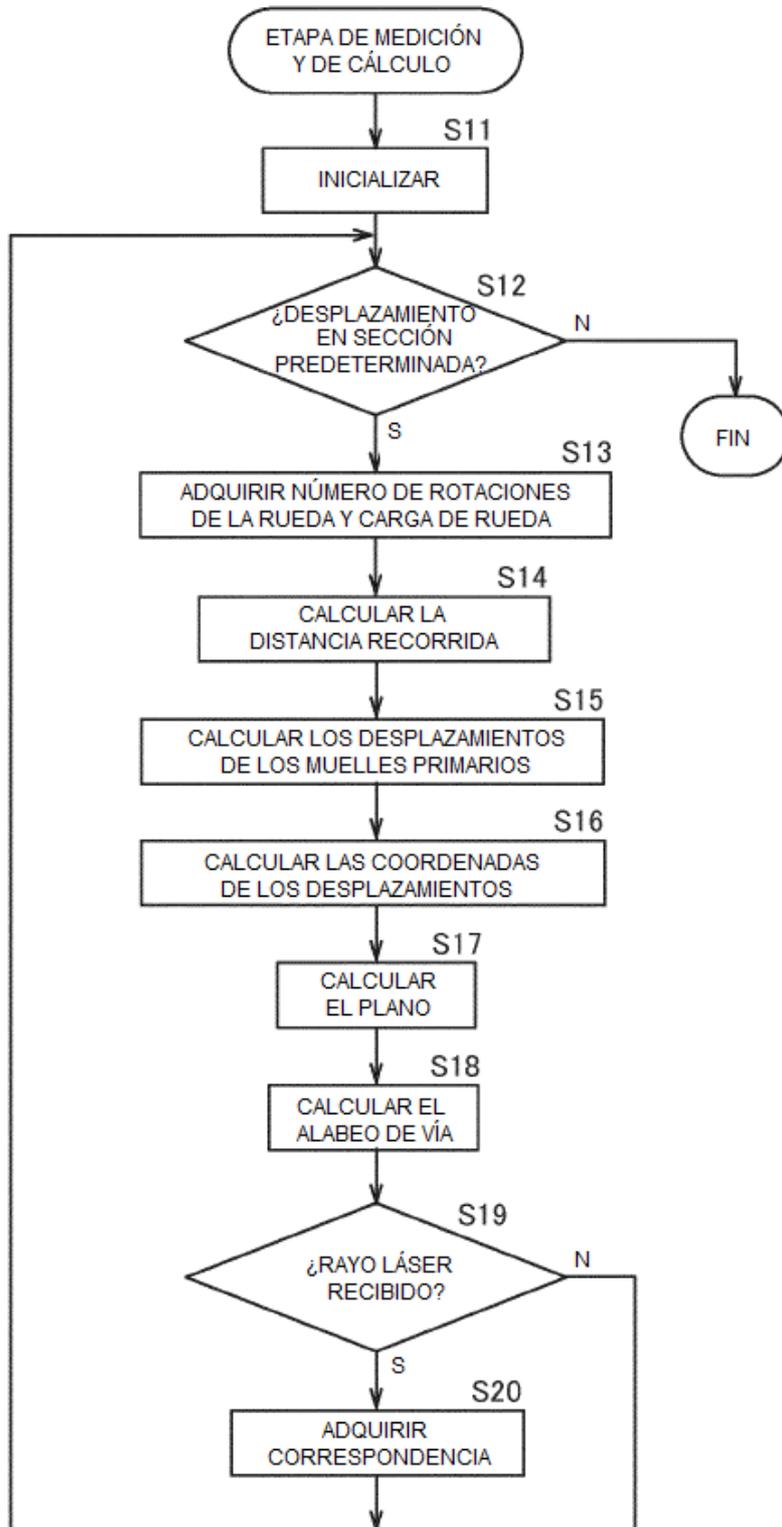


FIG. 5B

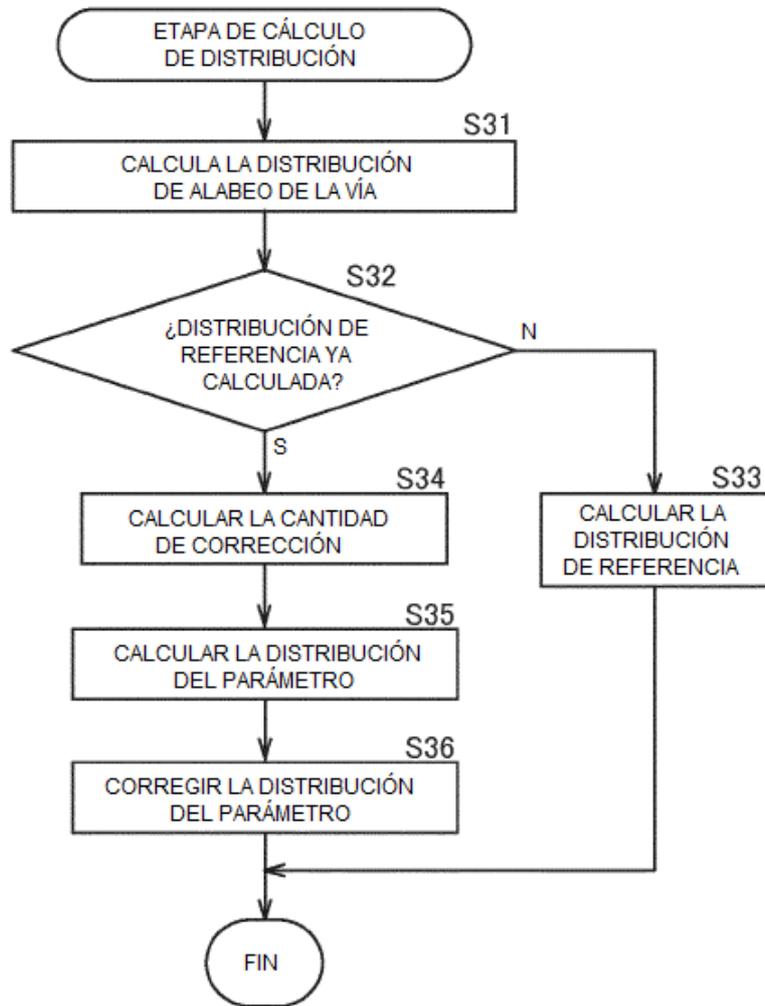


FIG. 5C

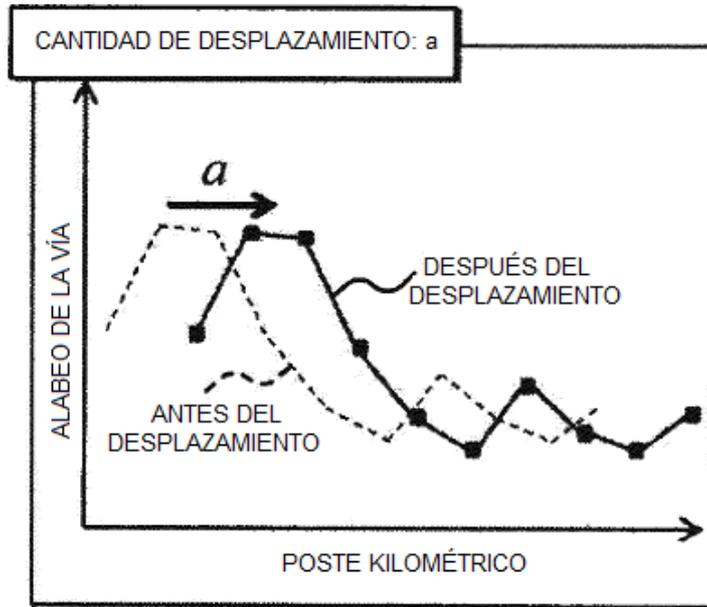


FIG. 6A

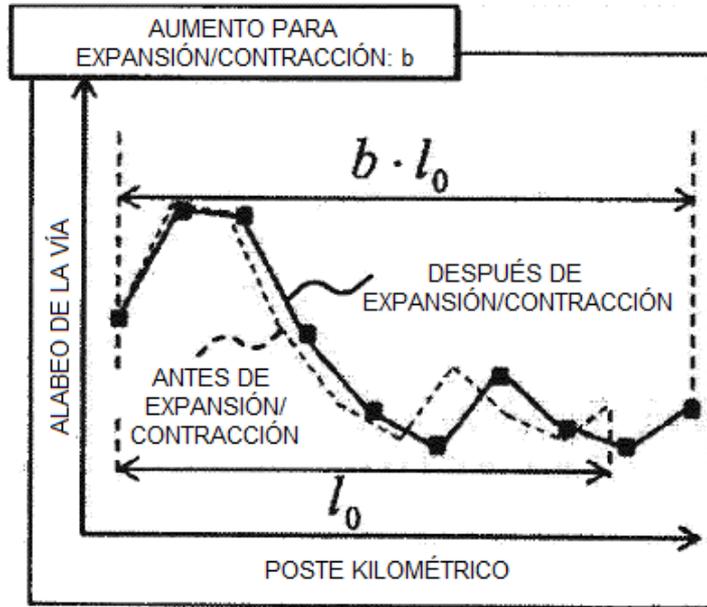


FIG. 6B

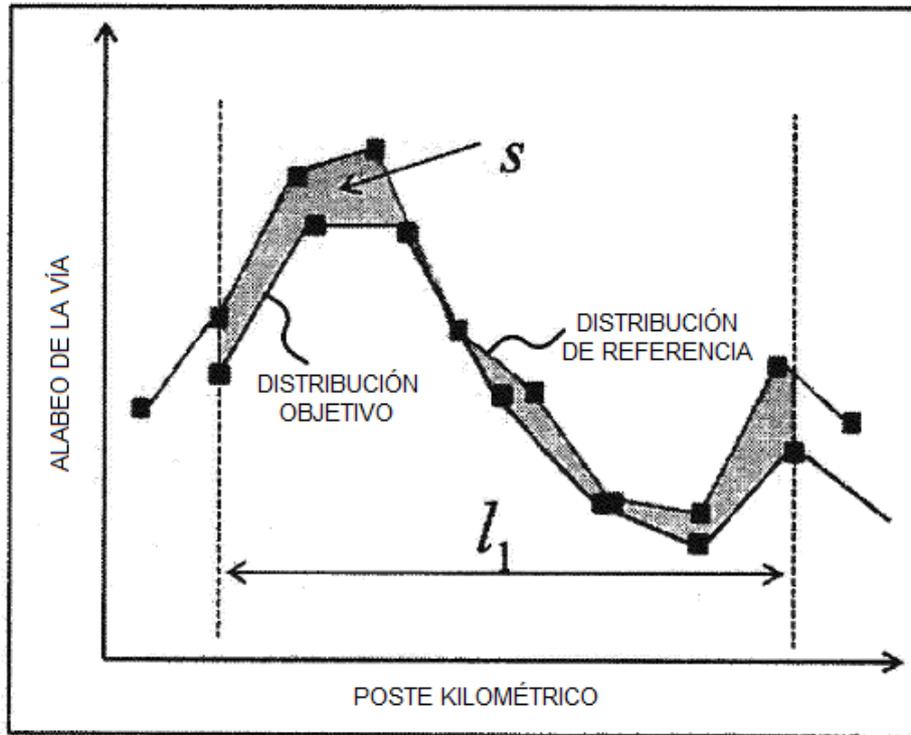


FIG. 6C

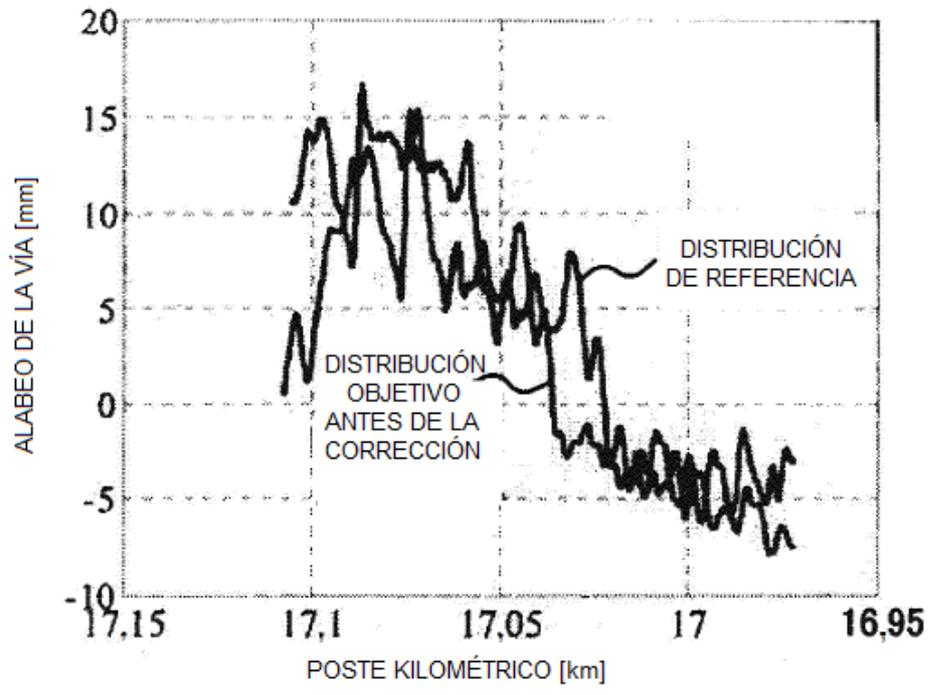


FIG. 6D

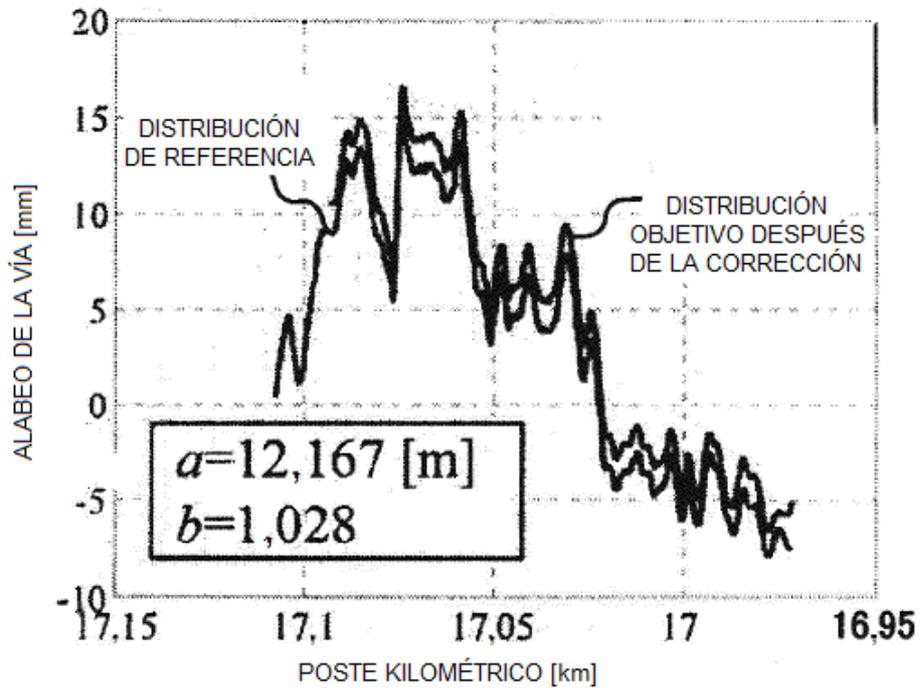


FIG. 6E