

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 448**

51 Int. Cl.:

B61L 25/02 (2006.01)

G01C 7/04 (2006.01)

B61L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2011** **E 11779660 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2637909**

54 Título: **Procedimiento para la determinación del perfil de altura de un trayecto de un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

10.11.2010 DE 102010050899

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

23.04.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NOCK, MARCO;
BÜHLER, JOACHIM y
HEINE, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 534 448 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 la determinación del perfil de altura de un trayecto de un vehículo ferroviario

La presente invención de refiere a un procedimiento para la determinación del perfil de altura de un trayecto de un vehículo ferroviario así como a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia al conductor de un vehículo ferroviario.

Tales sistemas de asistencia al conductor empleados en el tráfico ferroviario sirven en primera línea para mover un vehículo ferroviario, por ejemplo un tren de pasajeros o tren de mercancías, de la manera más eficiente posible de energía sobre un trayecto. A tal fin, se proporcionan al conductor de un vehículo ferroviario de este tipo a través de la representación del sistema de asistencia al conductor las informaciones necesarias para ello. Estas informaciones contienen, por ejemplo, un perfil de trayectoria con una representación de velocidades máximas admisibles así como velocidades recomendadas, recomendaciones para posiciones adecuadas de la palanca de tracción y de la palanca de freno así como indicaciones para el desarrollo topográfico del trayecto. Por lo tanto, es importante disponer de datos lo más exactos posible del trayecto. Una información necesaria importante es el perfil de altura del trayecto, a partir del cual se calcula la fuerza de aceleración centrípeta, que influye en los cálculos para la emisión de recomendaciones de marcha a través del sistema de asistencia al conductor.

La calidad de las hipótesis relacionadas con el sistema de asistencia al conductor para el cálculo de recomendaciones del conductor están en correlación directa con la calidad de estos datos de los trayectos, puesto que incluso modificaciones reducidas del gradiente de sólo 1 % provocan desviaciones enormes entre el modelo que sirve de base para el cálculo y la realidad y de esta manera dificultan un pronóstico sobre el desarrollo posterior de la marcha.

Tales informaciones sobre el perfil de altura (gradiente) de un trayecto pueden ser consultadas en la mayoría de los casos directamente en los operadores de trayectos. Los datos obtenidos de esta manera son, sin embargo, la mayoría de las veces de origen y calidad desconocidos, con frecuencia están anticuados y no están disponibles en forma digital. La exactitud de estos datos es muy difícil de evaluar y no se garantiza su corrección general. Además, los datos deben introducirse manualmente en el sistema de asistencia del conductor y, dado el caso, deben procesarse posteriormente, de manera que también el gasto de tiempo para la introducción de los datos en el sistema de asistencia del conductor es muy alto.

Así, por ejemplo, se conoce a partir del documento WO 2010/083946 A1 un procedimiento para la detección de datos de trayectos, en el que sobre la base de datos generados asistidos por satélites se asocian datos de posición registrados a puntos del retículo y a continuación para los puntos del retículo se calculan a continuación a partir de una base de datos de altura presentes la altura geográfica de los puntos individuales del retículo.

El cometido de la presente invención es, por lo tanto, preparar un procedimiento para la determinación del perfil de altura de un trayecto, que posibilita que registrar el perfil de altura de trayectos ferroviarios discrecionales de una manera muy exacta, rápida e independientemente del país y del operador, para mantener lo más reducido posible el gasto de adaptación individual para el registro de datos en trayectos nuevos y para incrementar la capacidad de potencia del sistema de asistencia del conductor.

Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento para la determinación del perfil de altura de un trayecto con las características de la reivindicación 1 así como a través de un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia del conductor con las características de la reivindicación 9.

De acuerdo con la invención, el perfil de altura de un trayecto se determina porque el registro de los datos de la posición y de la altura se realiza a través de un receptor instalado en el vehículo ferroviario de un sistema de navegación global por satélite (GNSS) durante la circulación al menos una vez del trayecto, siendo determinada para la elevación de la exactitud de los datos de altura contenido a través del GNSS la fase portadora de las señales del o de los satélites de navegación y siendo sometidos los datos de altura con la ayuda de una red-RTK a una corrección diferencial y calculando la curva del perfil de altura del trayecto en otra etapa del procedimiento a través del procesamiento de los datos de posición y datos de altura registrados en las etapas precedentes. A través de la utilización de una unidad de receptor de este tipo llevada en el vehículo ferroviario, con el que debe recorrerse el trayecto, cuya curva de gradiente debe determinarse, se acondiciona fácilmente un procedimiento sencillo y rápido de realizar, con el que se puede determinar la curva de gradiente de un trayecto discrecional independientemente de operadores o países. El procedimiento se puede realizar rápidamente y proporciona una exactitud claramente más alta que la que es posible con mediciones GNSS convencionales. La detección rápida, de alta exactitud y sobre todo fiable del perfil de altura es la gran ventaja de este procedimiento.

En una variante de realización ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, se eleva adicionalmente la exactitud de los datos de altura obtenidos a través de GNSS a través de la consideración de la ondulación del geode. Con tal corrección de datos se puede determinar la altura física real, que es decisiva para el cálculo de la

energía potencial del tren que circula sobre el trayecto.

De acuerdo con otra variante de realización ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, se registran los datos de la posición y los datos de la altura al menos sobre un trayecto parcial del recorrido en diferentes direcciones de la marcha y se confluyen a continuación. La ventaja esencial de esta medida consiste en que se acortan en una medida significativa los huecos de datos, que aparecen por ejemplo en virtud de la recepción deficiente de las señales GNSS en túneles o en pasos subterráneos de carreteras. Aquí es típico, por ejemplo, que la señal de altura desaparece totalmente también ya en túneles muy cortos y solamente se restablece algún tiempo detrás del túnel. Si se combinan ahora los datos de altura de dos mediciones en diferente dirección de la marcha, entonces solamente se suprimen los datos de altura dentro del túnel. Los datos de altura delante y detrás del túnel se encuentran entonces después de la combinación de los datos.

De acuerdo con otra variante de realización ventajosa, los datos de posición y los datos de altura son registrados al menos sobre un trayecto parcial del recorrido a velocidad reducida de la marcha o incluso cuando el vehículo ferroviario está parado. Especialmente en secciones de trayectos, en las que el gradiente de altura está sometido a oscilaciones grandes, es ventajoso reducir la velocidad de la marcha para elevar la exactitud de los datos de medición, puesto que se reduce la calidad de los datos de altura registrados a medida que aumenta la velocidad de la marcha.

De acuerdo con otra variante de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, se realiza el registro de los datos de altura a distancias no equidistantes del trayecto en función de la medida de la modificación del perfil de altura, de manera que las distancias de medición se seleccionan más pequeñas a medida que se incrementa la modificación del perfil de altura. Especialmente en la zona de grandes modificaciones de los gradientes de altura, es decir, por ejemplo en crestas y valles son convenientes anchuras pequeñas de pasos. De manera correspondiente, en el caso de secciones de trayectos que se extienden lisas o con gradiente uniforme, en las que no se modifica el gradiente de altura, son convenientes anchuras mayores de paso de las mediciones, para reducir la cantidad de datos y de esta manera elevar la capacidad de potencia del sistema de asistencia al conductor, puesto que se suprimen informaciones redundantes durante el registro y el procesamiento.

También es conveniente la adaptación de la anchura de paso de las informaciones de gradiente a la sincronización de una unidad de optimización del sistema de asistencia del conductor, puesto que en virtud de la inercia alta del tren, la influencia del gradiente sobre la velocidad del tren repercute lentamente.

En el funcionamiento normal, en el sistema de asistencia del conductor tiene lugar una comparación que se repite periódicamente entre marcha real y marcha simulada con respecto al lugar y a la velocidad a intervalos seleccionados de manera conveniente. La selección de estos intervalos tiene en cuenta la inercia de todo el sistema, de manera que durante el transcurso de estos intervalos, la información de gradiente repercute como variable integral, lo que tiene como consecuencia que una resolución espacial seleccionada de manera conveniente repercute de manera ventajosa sobre el cálculo bueno de la recomendación de la marcha, puesto que la capacidad de potencia del sistema de asistencia del conductor se eleva a través de la selección óptima de los intervalos de tiempo.

A continuación se explica una variante de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención con la ayuda de la figura única 1.

La figura única 1 muestra un diagrama de flujo de una variante de realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La determinación del perfil de altura de un trayecto se realiza en primer lugar en una llamada fase de registro, en la que el vehículo ferroviario equipado con el receptor para la recepción de señales de un GNSS, recorre una vez el trayecto y en este caso registra los datos del perfil de altura del trayecto.

Durante esta fase de registro se realiza una medición GNSS, en la que con la ayuda de las llamadas redes-RTK (RTK = Real Time Kinematic – Cinemática en Tiempo Real) se consiguen mediciones de altura con una exactitud de hasta 2 a 10 cm. Para la elevación adicional de la exactitud, se evalúa adicionalmente la fase portadora de la señal GNSS.

Puesto que el registro del gradiente de altura del trayecto se utiliza sobre todo para el cálculo de la fuerza de aceleración centrípeta ejercida sobre un vehículo ferroviario, es especialmente importante sobre todo también el potencial de peso de un punto sobre el trayecto. Por lo tanto, se tiene en cuenta con preferencia sobre otra corrección de datos también la ondulación de geoide, que es decisiva para el cálculo de la energía potencial del vehículo ferroviario.

Como resultado de esta medición de alta exactitud se obtiene una base de datos de alta exactitud del perfil de altura del trayecto, de manera que se consigue una exactitud del perfil de altura de hasta 10 cm.

Los valores contenidos en esta base de datos son asociados en una tapa siguiente del procedimiento a la posición actual respectiva del vehículo ferroviario o bien del receptor dispuesto en el vehículo ferroviario. Estos paquetes de datos pasan a continuación al cálculo de las fuerzas de resistencia actuales que actúan sobre el vehículo ferroviario. Sobre la base de este cálculo se puede emitir a continuación un cálculo del perfil óptimo de la velocidad de la marcha del vehículo ferroviario así como una emisión de la recomendación de la marcha para el conductor de la locomotora o el conductor del vehículo ferroviario a través del sistema de asistencia del conductor.

5

En el funcionamiento normal posterior (fase de aplicación) se realiza a través del o de los receptores instalados en el vehículo ferroviario de la misma manera un registro de la altura y posición a través de una medición GNSS convencional, que recibe, sin embargo, para la elevación de la exactitud datos de un servicio-GNNS diferencial asistido por satélite, por ejemplo del sistema-Egnos europeo libremente disponible, con lo que se eleva la exactitud de la posición del receptor frente a una determinación de la posición-GNSS convencional en el factor 10. Como resultado de este registro de datos continuado se obtiene una posición exacta del tren sobre el trayecto con una exactitud de aproximadamente 2 m. La posición se combina entonces, como ya se ha descrito anteriormente, con las alturas registradas en la fase de registro, para calcular entonces a partir de ello la fuerza de resistencia actual ejercida sobre el vehículo ferroviario y a partir de ello el perfil de la velocidad óptima y para emitir una recomendación al conductor de la locomotora del vehículo ferroviario.

10

15

Durante el empleo del sistema de asistencia del conductor en el funcionamiento normal posterior se comparan entre sí en secuencia temporal estrecha modos de circulación reales y recomendados con respecto al lugar y a la velocidad. En el supuesto de que se sigan las recomendaciones del sistema de asistencia del conductor, existe de esta manera la posibilidad de comparar el comportamiento real de la marcha del tren con el comportamiento de la marcha de la simulación del tren. De esta manera existe la posibilidad de adaptar la información de gradiente que sirve de base para el modelo de simulación a la información de gradientes realmente observada, con lo que existe la posibilidad de proveer el sistema de asistencia del conductor con un algoritmo autodidacta.

20

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la determinación del perfil de altura de un trayecto de un vehículo ferroviario, que presenta las etapas del procedimiento:
 - 5 - - registro de datos de posición y de datos de altura a través de un receptor instalado en el vehículo ferroviario de un sistema de navegación por satélite global (GNSS) durante la circulación al menos una vez del trayecto,
 - elevación de la exactitud de los datos de altura recibidos a través del GNSS a través de la determinación de la fase portadora de las señales del o de los satélites de navegación,
 - elevación de la exactitud de los datos de altura recibidos a través de GNSS a través de correlación diferencial de los datos de altura con la ayuda de una red-RTK,
 - 10 - cálculo de la curva del perfil de altura del trayecto a través de procesamiento de los datos de posición y de los datos de altura registrados en las etapas precedentes.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en otra etapa del procedimiento se eleva la exactitud de los datos de altura obtenidos a través del GNSS a través de la consideración de la ondulación de geoide.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los datos de posición y los datos de altura son registrados al menos sobre un tramo parcial del trayecto en diferentes direcciones de la marcha y se combinan a continuación.
 - 15 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de posición y los datos de altura son registrados al menos sobre un tramo parcial del trayecto a velocidad reducida de la marcha.
 - 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de altura son registrados al menos sobre un tramo parcial del trayecto cuando el vehículo ferroviario está parado.
 - 20 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el registro de los datos de altura se realiza a distancias equidistantes del trayecto.
 - 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el registro de los datos de altura se realiza a distancias no equidistantes del trayecto en función de la medida de la modificación del perfil de altura, de manera que las distancias de medición se seleccionan menores a medida que se incrementa la modificación del perfil de altura.
 - 25 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los valores de altura registrados son sometidos antes del cálculo del gradiente de altura a una filtración espacial de paso bajo.
 - 9.- Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia del conductor de un vehículo ferroviario, en el que para la determinación de una fuerza de aceleración centrípeta se utiliza un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que durante una marcha se realiza a través de una unidad de optimización del sistema de asistencia del conductor con una sincronización determinada una comparación entre valores teóricos y valores reales de diferentes datos y en el que el registro de los datos de altura se realiza a distancias no equidistantes del trayecto en función de la sincronización de la unidad de optimización.
 - 30 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que en otra etapa del procedimiento se eleva la exactitud de los datos de altura obtenidos a través del GNSS en el funcionamiento de marcha normal a través de la consideración de señales de corrección de un GNSS que emite señales diferenciales.
 - 35

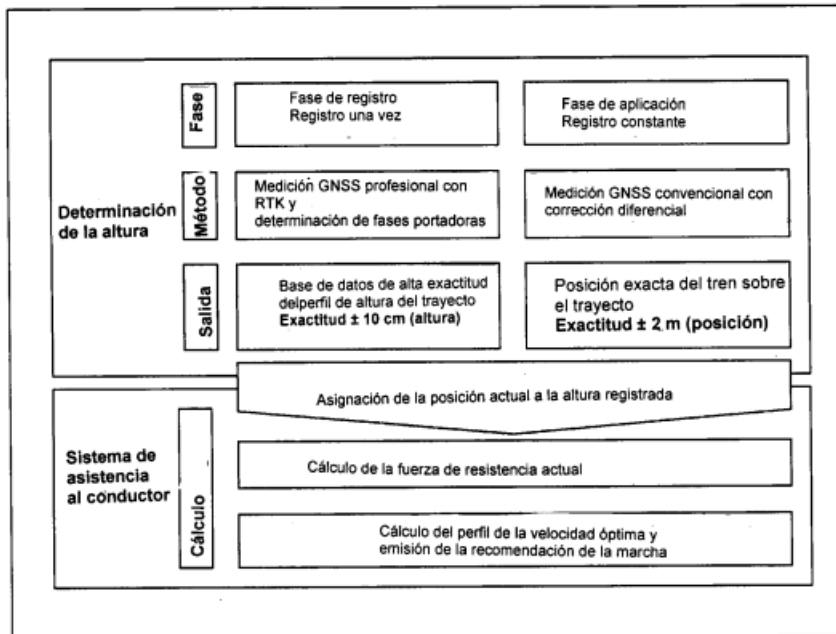


FIGURA 1