

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 293**

51 Int. Cl.:

B61L 25/02 (2006.01)

B61L 27/20 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2021 PCT/EP2021/058074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2021 WO21219308**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2021 E 21718036 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2024 EP 4126634**

54 Título: **Método de control de vehículo y sistema de control de vehículo**

30 Prioridad:

29.04.2020 DE 102020205383

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

14.11.2024

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

KANITZ-PROTZNER, SABINE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 987 293 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

Método de control de vehículo y sistema de control de vehículo

La invención se refiere a un método de control de vehículos en el que un dispositivo situado en la vía indica inicialmente que la posición del vehículo no es fiable cuando un vehículo empieza a circular.

5 La invención también se refiere a un sistema de control de vehículos en el que se configura un dispositivo en vía para clasificar inicialmente una posición del vehículo como no fiable cuando un vehículo comienza a circular y para responder a una solicitud de permiso de conducir del vehículo con una autorización para conducir bajo responsabilidad del personal.

10 Un método genérico de control de vehículos y un sistema genérico de control de vehículos se conocen por el artículo *"The ERTMS/ETCS signalling system"*, www.railwaysignaling.eu© 2013-2014.

15 El sistema europeo de control de trenes, conocido con la abreviatura ETCS, es un componente de un sistema europeo unificado de control del tráfico ferroviario que se desarrolló con la abreviatura ERTMS, donde la abreviatura ERTMS significa *"European Rail Traffic Management System"* y donde la abreviatura ETCS significa *"European Train Control System"*. El segundo componente técnico de esta tecnología ferroviaria digital es el sistema de comunicaciones móviles ferroviarias desarrollado con la abreviatura GSM-R, donde la abreviatura GSM-R significa *"Global System for Mobile Communication-Railway"*. ETCS pretende sustituir la gran cantidad de sistemas de control de trenes utilizados en los países, ser utilizado en el transporte de alta velocidad a medio plazo y, a largo plazo, implantarse en todo el transporte ferroviario europeo.

20 Los conceptos e ideas del sistema de radio móvil ferroviario y su interacción con un centro de rutas ETCS se conocen en el artículo *"EuroRadio and the RBC"*, JOHN HARMER ET AL, IRSE (INSTITUTE OF RAILWAY SIGNAL ENGINEERS) PROCEEDINGS 2002/2003.

25 Un dispositivo de vehículo ETCS consta de varios componentes. El componente esencial es un dispositivo de a bordo en forma de unidad de a bordo ETCS o dispositivo de vehículo ETCS (e inglés: *"ETCS Onboard Unit"*, abreviado ETCS OBU) con un sistema informático de a bordo en forma de un ordenador seguro de vehículo ETCS (*"European Vital Computer"*, abreviado EVC).

Dependiendo del propósito previsto, un vehículo equipado con ETCS puede contener los siguientes componentes adicionales como parte del equipamiento del vehículo ETCS:

- 30 - una interfaz para los componentes de tracción y frenado del vehículo (en inglés: *"Train Interface Unit"*, abreviado TIU),
 - un dispositivo de comunicación para comunicarse con Eurobalise (en inglés: *"Balise Transmission Module"*, abreviado BTM),
 - un dispositivo de comunicación para la comunicación con Euroloops (en inglés: *"Loop Transmission Module"*, abreviado LTM),
 35 - una instalación de transmisión GSM-R (incluida Euroradio),
 - una interfaz para el conductor del vehículo (incluida la pantalla de la cabina del conductor) (en inglés: *"Driver Machine Interface"*, abreviado DMI)
 - una odometría; es decir, un dispositivo para medir la velocidad y la distancia. Se trata principalmente de
 40 contar revoluciones de ruedas, aunque en la práctica se suele utilizar el radar para aumentar la precisión de la localización.

Fuera de la especificación ETCS existen interfaces entre los sistemas nacionales de control de trenes y el EVC en forma de módulos de transmisión especiales (en inglés: *"Specific Transmission Module"*, abreviado STM). Cuando se utiliza un módulo de transmisión especial, no es necesaria ninguna unidad de procesamiento de información separada para el respectivo sistema nacional de control de trenes.

45 Existen diferentes niveles de equipamiento para el sistema europeo de control de trenes ETCS. ETCS se puede implementar en varios niveles:

- 50 - Nivel 0, donde el vehículo está equipado con ETCS, pero la vía no;
 - Nivel STM, que a partir de la versión de especificación *"SRS Baseline 3"* ya no se denomina Nivel STM, sino Nivel NTC (*"National Train Control"*);
 - Nivel 1 FS (*"Full Supervision"* = Supervisión Completa);
 - Nivel 1 LS (*"Limited Supervision"* = guiada por señales);
 - Nivel 2 (con y sin señales);
 - Nivel 3.

55 Dependiendo del nivel ETCS respectivo, la información de la ruta se transmite directamente al vehículo a través de balizas (Nivel 1 LS) o entre el vehículo y un centro ETCS (RBC) a través del sistema de radio móvil GSM-R (Nivel 2 y Nivel 3).

En particular, en el Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3, se utilizan de manera conocida puntos de datos en forma de balizas o grupos de balizas.

5 En el nivel 1, ETCS tiene la funcionalidad completa de control de trenes con transmisión discontinua y seguimiento continuo la información se transmite mediante balizas (Eurobalizas) y puede complementarse con elementos de relleno (Balizas "Infill" o radio de "infill"). Aún se requiere un informe de vías vacantes en la vía (en la infraestructura). Gracias a la funcionalidad del DMI se puede prescindir de señales fijas. Además de las llamadas balizas de datos fijos, en el nivel 1 se utilizan las llamadas balizas de datos transparentes, mediante las cuales se transfiere el correspondiente permiso de conducción (en inglés: "Movement Authority") al vehículo que pasa por encima. Están dispuestos al menos en las ubicaciones virtuales de las señales principales y
10 distantes.

15 El nivel 2 implica el control de trenes con transmisión y seguimiento continuos. Esto permite transferir datos del vehículo a la infraestructura. La localización del vehículo se realiza mediante balizas de datos fijos y odometría. La interfaz central entre el vehículo respectivo y una caja de señales es una instalación en la vía en forma de un centro de ruta ETCS (en inglés: "Radio Block Centre", abreviado RBC). La caja de señales sigue siendo responsable de asegurar la ruta y transmite información sobre la misma al respectivo centro de ruta ETCS, que a su vez genera el respectivo permiso de conducir. En el nivel 2 de ETCS, la comunicación continua entre el vehículo y la ruta se realiza mediante GSM-R. Se requiere notificación de autorización en tierra.

20 El nivel 3 del ETCS funciona de manera análoga al nivel 2, pero no es necesario notificar las vacantes de vía en la vía. El RBC también asume la función de notificar las vacantes de vías. La integridad del tren debe ser controlada por el equipo de a bordo ETCS. El nivel 3 del ETCS también hace posible un "moving block", de modo que en algunos casos se puede lograr un mayor aumento de la capacidad. La ruta no tiene que dividirse en distancias de bloques fijas.

25 Como puntos de datos se utilizan balizas o grupos de balizas. En la práctica, las balizas se disponen en grupos de 1 a 8 balizas y forman así un grupo de balizas. Para reconocer la dirección se necesitan al menos dos balizas; Se utilizan más cuando se debe transmitir una mayor cantidad de información o se requiere un nivel de disponibilidad especialmente alto, lo que se logra mediante telegramas redundantes.

30 La localización a bordo del vehículo se realiza mediante balizas de datos fijas, que se miden con gran precisión y reflejan el lugar reubicado. Entre estas balizas se localiza el vehículo respectivo extrapolando la distancia recorrida, la cual se mide mediante odometría. Dado que la extrapolación está sujeta a errores, esto debe tenerse en cuenta al calcular la posición del vehículo. Para ello se genera un intervalo de confianza que aumenta linealmente al aumentar la distancia desde la última baliza de posición, es decir, el último grupo de balizas relevante ("Last Relevant Balise Group" abreviado LRBG).

35 Las diferentes versiones de ETCS del lado de la infraestructura (SRS "Baseline") tienen, entre otras cosas Influencia sobre los vehículos que se van a ordenar. Por este motivo, siempre es importante para las empresas ferroviarias saber qué requisitos específicos de ruta se aplican.

Para una carrilera con un sistema de señalización que cumple con los estándares ERMTS/ETCS Nivel 2 o 3, a partir de la publicación EP 3 235 706 A1 se conoce un método para inicializar el modo de monitoreo completo para el movimiento de un tren en la carrilera.

40 Además de los niveles ETCS, también se definen modos ETCS. Los modos describen los estados en los que puede encontrarse el EVC. Entre otras, existen las siguientes modalidades:

- Modo FS ("Full Supervision"): El vehículo ferroviario está totalmente controlado por el ETCS. Requisito previo para este modo es que se dio un MA desde la pista.
- 45 - Modo LS ("Limited Supervision"): como sugiere el nombre, solo está activa una función de supervisión limitada. El conductor recibe su permiso de conducir mediante señales estacionarias; la señalización del habitáculo no muestra ninguna variable de referencia. Sólo se supervisa una curva de frenada de emergencia.
- Modo OS ("On Sight"): el vehículo ferroviario es monitoreado por el ETCS, pero el conductor maneja visualmente.
- 50 - Modo SH ("Shunting"): modo de maniobra; el rango permitido puede ser especificado por el ETCS; en muchos países solo se les permite una velocidad máxima de 30 km/h.
- Modo SR ("Staff Responsible"): El conductor es responsable de asegurar el vehículo, aunque en muchos países sólo se permite una velocidad máxima de 30 km/h o 40 km/h, que sigue siendo monitoreada por el ETCS. Este modo se adopta cuando no hay MA.
- 55 - Modo SN ("National System") en el que el seguimiento lo realiza un sistema nacional utilizando componentes de vehículo ETCS, como por ejemplo odometría o DMI.
- RV ("Reversing Modus"): este modo se utiliza para dar marcha atrás para evacuar, especialmente de túneles.
- Modo TR ("Trip"): si el ETCS activa el frenado de emergencia, este modo cambia automáticamente a este modo. El modo se mantiene hasta que el vehículo se detiene.

- Modo PT (*"Post Trip"*): Después de detenerse en modo Viaje y con confirmación por parte del conductor, solo es posible cambiar a este modo
 - Modo SL (*"Sleeping"*). El ETCS adopta automáticamente este modo cuando no hay ninguna cabina ocupada y el control del vehículo reconoce que el vehículo es conducido por otro vehículo. Las aplicaciones típicas son la operación de remolcado y la tracción múltiple.
 - Modo NL (*"Non Leading"*). El modo de conducción *"Non Leading"* debe ser seleccionado manualmente por el conductor si tiene que conducir una locomotora del vehículo (es decir, a diferencia del SL, la cabina del conductor está ocupada), pero esta locomotora no se encuentra en la parte delantera del vehículo.
- 5
- 10 Durante el recorrido de inicio, también llamado salida o reinicio (en inglés: *"Start of Mission"*, abreviado SoM), un dispositivo ETCS a bordo de un vehículo guiado por vía informa si su posición almacenada es "válida" (en inglés *"valid"*) o "no válida" (en inglés: *"invalid"*). Desde el punto de vista del dispositivo de a bordo ETCS, una posición notificada "válida" es también la posición real del vehículo. Esto se debe a la definición del ETCS, según la cual el vehículo sólo tiene una visión lineal del camino recorrido. Los desvíos de ruta a través de desvíos no son conocidos por el vehículo y no se incluyen en su determinación de posición.
- 15 En la práctica, sin embargo, es posible que el vehículo haya sido desviado a otra vía mediante desvíos sin pasar o leer por grupos balise nuevos. Entonces, la información de posición del dispositivo del vehículo ETCS es en realidad ambigua.
- 20 Un RBC (la central ETCS) debe poder tener en cuenta y eliminar esta posible ambigüedad antes de expedir y enviar un permiso de conducción para el modo de funcionamiento FS o, en su caso, el modo de funcionamiento OS del vehículo en cuestión.
- Por lo tanto, al inicio del viaje, un RBC debe comprobar el informe de posición del vehículo para ver si la posición ha dejado de ser válida debido a los movimientos del vehículo, por ejemplo, en el nivel STM, nivel 0 o en SH (*"Shunting"*), SL (*"Sleeping"*) o NL (*"Non Leading"*).
- 25 En particular, hay que tener en cuenta que la información relativa a la posición a la que llega el RBC con base en los informes de posición enviados por el vehículo puede indicar un aparente sobrepaso de un grupo de balizas al cambiar la información de dirección, incluso si un grupo de balizas en sí no fue leído.
- Hasta ahora este problema se ha resuelto definiendo las denominadas áreas seguras (en inglés: *"Trusted Areas"*) con el equipo de baliza adecuado.
- El concepto de tramos seguros o áreas seguras fue definido por la Deutsche Bahn.
- 30 Define los tramos asegurados como tramos de una ruta en los que el centro de ruta puede confiar en que una posición válida transmitida por un componente ETCS del vehículo ferroviario también es correcta. De este modo, el centro de rutas puede, por ejemplo, expedir un permiso de conducción para este vehículo ferroviario en modo OS o en modo FS.
- 35 Es conocido proporcionar los siguientes tipos de balizas para las secciones aseguradas:
- balizas en el borde de la sección asegurada (también denominadas balizas TAB; TAB: *"Trusted Area Border"*);
 - balizas fuera del área segura (también denominadas balizas TAO; TAO: *"Trusted Area Outside"*);
 - balizas dentro de la sección segura (también denominada TAI-Balisen; TAI: *"Trusted Area Inside"*).
- 40 La publicación DE 10 2013 226 728 A1 muestra en la figura 5 una disposición ejemplar de una vía ferroviaria con una sección asegurada.
- Por lo tanto, para la solución con secciones seguras (*"Trusted Areas"*) se requiere de un gran número de grupos de balizas. Este es un alto factor de costo para cada proyecto de cliente.
- 45 El documento DE 10 2013 226 728 A1 mencionado da una solución con la que se pueden ahorrar algunas de las balizas, implementando al mismo tiempo el concepto de secciones aseguradas respetando las medidas de seguridad necesarias.
- Para esta solución también se necesitan un gran número de grupos de baliza.
- El objetivo de la invención es proporcionar una solución aún más rentable.
- Esta tarea se resuelve según las características de las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas se encuentran especialmente en las reivindicaciones dependientes.
- 50 Para resolver la tarea en un método de control de vehículo genérico en el que un dispositivo de vía declara inicialmente que su posición del vehículo no es confiable cuando un vehículo comienza a circular, está previsto según la invención que el dispositivo de vía esté en un modo de configuración bajo cada una de las dos

condiciones siguientes (i, ii) y solo si se cumple una de estas dos condiciones (i, ii), se considera fiable una nueva posición del vehículo determinada sobre la base de un nuevo informe de posición del vehículo:

- 5 (i) si un nuevo identificador de punto de datos determinado a partir del nuevo informe de posición difiere de un identificador de punto de datos anterior determinado a partir de un informe de posición anterior;
- (ii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si, además, la nueva información direccional determinada en base al nuevo informe de posición difiere de la información direccional anterior determinada en base al informe de posición anterior y si, además, un intervalo de confianza de la nueva posición determinado en base al informe de la nueva posición es menor que un intervalo de confianza de la posición anterior determinado en base al informe de la posición anterior.
- 10

De manera análoga, para resolver el problema, en un sistema de control de vehículo genérico en el que un dispositivo en vía está configurado para declarar inicialmente una posición del vehículo como no confiable cuando un vehículo comienza a circular, está previsto según la invención que el dispositivo en tierra está en un modo de configuración bajo cada una de las dos condiciones siguientes (i, ii) y solo si se cumple una de estas dos condiciones (i, ii), se determina una nueva posición del vehículo basándose en un nuevo informe de posición del vehículo. considerado confiable:

15

- (i) si un nuevo identificador de punto de datos determinado a partir del nuevo informe de posición difiere de un identificador de punto de datos anterior determinado a partir de un informe de posición anterior;
- 20 (ii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si, además, la nueva información direccional determinada en base al nuevo informe de posición difiere de la información direccional anterior determinada en base al informe de posición anterior y si, además, un intervalo de confianza de la nueva posición determinado en base al informe de la nueva posición es menor que un intervalo de confianza de la posición anterior determinado en base al informe de la posición anterior.

25 Con respecto al método de control del vehículo según la invención, se considera ventajoso si el dispositivo de vía está en un modo de configuración adicional bajo cada una de las tres condiciones siguientes (i, ii, iii) y sólo si una de estas tres condiciones (i, ii, iii), se considera fiable la nueva posición del vehículo determinada sobre la base del informe de nueva posición del vehículo:

- 30 (i) si el nuevo identificador del punto de datos es diferente del identificador del punto de datos anterior;
- (ii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si además la nueva información de dirección difiere de la información de dirección anterior y además si el nuevo intervalo de confianza de la posición es menor que el intervalo de confianza de la posición anterior;
- 35 (iii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si la nueva información de dirección también difiere de la información de dirección anterior y si, además, el nuevo intervalo de confianza no difiere del intervalo de confianza anterior, pero es menor que un valor límite predeterminado.

De manera análoga, con respecto al sistema de control de vehículos según la invención, se considera ventajoso si el dispositivo en vía se configura en un modo de configuración adicional bajo cada una de las tres condiciones siguientes (i, ii, iii) y sólo si se cumple una de estas tres condiciones (i, ii, iii), la nueva posición del vehículo determinada sobre la base del nuevo informe de posición del vehículo se considerará fiable:

40

- (i) si el nuevo identificador del punto de datos es diferente del identificador del punto de datos anterior;
- (ii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si la nueva información de dirección también difiere de la información de dirección anterior y si, además, el nuevo intervalo de confianza de la posición es menor que el intervalo de confianza de la posición anterior
- 45 (iii) si el nuevo identificador de punto de datos no difiere del identificador de punto de datos anterior, si la nueva información de dirección también difiere de la información de dirección anterior y si, además, el nuevo intervalo de confianza no difiere del intervalo de confianza anterior, pero es menor que un valor límite predeterminado.

Además, se considera ventajoso que en el procedimiento de control del vehículo según la invención el dispositivo de vía, después de declarar inicialmente que la posición del vehículo no es fiable, responda a una solicitud de permiso de conducción del vehículo con una autorización para conducir bajo responsabilidad personal, o si en el sistema de control de vehículos según la invención la instalación en vía está configurada, después de declarar inicialmente que la posición del vehículo no es fiable para responder a una solicitud de permiso de conducir del vehículo con autorización para conducir bajo responsabilidad del personal.

50

Además, se considera ventajoso que, en el procedimiento de control de vehículos según la invención, el dispositivo de vía sólo emita un permiso de conducción para conducir en modo guiado en vía después de haber establecido como fiable la nueva posición del vehículo, o si el dispositivo de vía está configurado en el sistema de control del vehículo según la invención para expedir un permiso de conducción para conducir en modo guiado por ruta sólo después de haber determinado que la nueva posición del vehículo es fiable.

55

Además, se considera ventajoso que en el procedimiento de control de vehículos según la invención un sistema informático del dispositivo en tierra reciba los informes de posición en una interfaz en tierra con una vía de

60

comunicación y utilice estos informes de posición para determinar los identificadores de puntos de datos. la información de dirección y los intervalos de confianza, o si en el sistema de control del vehículo según la invención está configurado un sistema informático en tierra de la instalación en tierra para recibir los informes de posición en una interfaz en tierra con una vía de comunicación y para utilizar estos informes de posición para determinar los identificadores de puntos de datos, la información de dirección y los intervalos de confianza.

También se considera ventajoso que en el procedimiento de control del vehículo según la invención un sistema informático de abordaje del vehículo genere los informes de posición basándose en datos proporcionados en la ruta por puntos de datos y datos proporcionados en el vehículo y los proporcione en una interfaz de a bordo con la ruta de comunicación, o si en el caso del sistema de control del vehículo de la invención, un sistema informático de a bordo del vehículo está configurado para generar los informes de posición basados en los datos proporcionados en la pista por puntos de datos y datos proporcionados en el vehículo y para proporcionarlos en una interfaz de a bordo del vehículo a la ruta de comunicación.

La invención también se refiere a un programa informático en vía con instrucciones de programa que, cuando el programa informático es ejecutado por un sistema informático en vía, le hacen llevar a cabo los pasos del método según una de las reivindicaciones 1 a 6.

Además, la invención se refiere a un dispositivo de suministro en vía para el programa informático en vía según la reivindicación 7, en el que el dispositivo de suministro en vía almacena y/o proporciona el programa informático.

La invención también se refiere a un programa informático a bordo del vehículo con comandos de programa que, cuando el programa informático a bordo del vehículo es ejecutado por un sistema informático de a bordo del vehículo, hace que lleve a cabo los pasos mencionados en la reivindicación 6 de generar los informes de posición y de proporcionar informes de posición en la interfaz de a bordo del vehículo.

Además, la invención se refiere a un dispositivo de provisión a bordo del vehículo para el programa de ordenador de a bordo del vehículo según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de provisión a bordo del vehículo almacena y/o proporciona el programa de ordenador de a bordo del vehículo.

El vehículo es, por ejemplo, un vehículo guiado por vías, en particular un vehículo sobre carrilera.

El dispositivo de vía es, por ejemplo, un centro de vía ETCS, estando formado el sistema informático de vía por al menos un ordenador seguro RBC.

El dispositivo a bordo del vehículo es, por ejemplo, un dispositivo de vehículo ETCS, estando formado el sistema informático de a bordo del vehículo por al menos un ordenador seguro del vehículo.

La vía de comunicación está formada, por ejemplo, por al menos un canal de radio digital GSM-R.

La solución al problema según la invención reside en la evaluación de los informes de posición (*"Position Reports"*) enviados por el vehículo en relación con la conducción sobre un grupo de balizas.

Esto tiene en cuenta que un vehículo compatible con UNISIG, al pasar sobre un grupo de balizas, restablece el intervalo de confianza contenido en el informe de posición (evaluación de los errores de medición de la distancia) al menos a un valor predeterminado definido. Un intervalo de confianza que antes era mayor debido a la distancia recorrida se vuelve más pequeño.

Además, se tiene en cuenta que el intervalo de confianza informado se debe únicamente a distancias cortas recorridas que puede permanecer igual, pero no exceder un valor total de alrededor de 30 m. El valor de 30 m es un valor determinado empíricamente.

Dentro de cada procedimiento SoM, el RBC asume cada posición informada como "no confiable" (la definición de RBC es "no creíble"), independientemente del Q_STATUS informado (válido, inválido, desconocido) del SoM-PR. Si el conductor presiona el *"Start-Button"*, el vehículo envía un *"MA-request"*, que siempre es respondida por el RBC con una autorización SR (*"Staff Responsible"*).

Cambiar al modo SR permite al conductor comenzar a conducir.

El RBC conserva la información sobre la posición "no creíble".

La posición de un vehículo que circula en el SR sólo se convierte en una posición "creíble" en el modo de configuración CM con uno de los eventos (i) y (ii) descritos a continuación.

En el modo de configuración adicional CM*, la posición del vehículo sólo se convierte en una posición "creíble" con uno de los eventos (i), (ii) y (iii).

En otras palabras, un RBC según la solución según la invención reconoce que se ha cruzado un grupo de balizas evaluando los informes de posición en el modo de configuración CM a través de los siguientes eventos:

- 5 (i) El vehículo informa un grupo de balizas cambiado en comparación con el último informe de posición; por lo tanto, el vehículo informa su posición con un nuevo LRBG, es decir, con un BG diferente al SoM-PR o cambia su posición de desconocida a conocida, lo que solo puede ocurrir cuando se lee un nuevo BG.
O
- 10 (ii) El vehículo envía un informe de posición con respecto al mismo grupo de balizas con información de modificación de dirección Q_DLRBG y al mismo tiempo un menor intervalo de confianza ($L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new} < (L_DOUBTOVER_{old} + L_DOUBTUNDER_{old})$). Por lo tanto, el vehículo informa el LRBG actual con cambio de dirección y el intervalo de confianza colapsado dentro de un informe de posición único. El RBC se basa en el hecho de que un informe de posición enviado cíclicamente no puede tener un intervalo de confianza colapsado según el SRS ("Subset"026, 3.6.4).

La siguiente prueba determina si el intervalo de confianza ha colapsado:

15
$$(L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new}) < (L_DOUBTOVER_{old} + L_DOUBTUNDER_{old})$$

$$(L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new}) < (L_DOUBTOVER_{old} + L_DOUBTUNDER_{old})$$

Los valores del nuevo comunicado de posición (el nuevo informe de posición) están marcados con el índice "new". El índice "old" indica los valores del último informe de posición que se recibió antes del nuevo comunicado de posición.

- 20 Así, si un vehículo pasa por encima de un grupo de balizas y "lee" la información de este grupo de balizas, envía un comunicado de posición (en inglés: "Position Report", abreviado PR) con exactamente este grupo de balizas que acaba de ser pasado por alto como referencia de ubicación (LRBG – "last relevant balise group"). Entonces, si se informó un LRBG diferente en el PR anterior o la posición se envió como "desconocida", entonces informar un LRBG "nuevo" es una indicación de que el vehículo acaba de pasar este LRBG. Esto
- 25 significa que RBC puede confiar en esta posición informada, la posición se vuelve "confiable" ("creíble").

Por otro lado, si un vehículo arranca de nuevo después de dar la vuelta (por ejemplo, el vehículo ha entrado en una estación terminal como Leipzig o Stuttgart y ahora tiene que salir en la dirección opuesta), envía un SoM-PR en el que se indica la posición del vehículo en relación con un LRBG que se encuentra delante de la parte delantera del vehículo "girado". Si el vehículo arranca ahora, pasará nuevamente por encima del LRBG por el que pasó por última vez, pero ahora en dirección opuesta a la que tenía antes de entrar en la estación. Esto

30 significa que el LRBG siempre permanece igual en los PR enviados, pero la información direccional relacionada con este LRBG cambia. Además, cuando se vuelve a reconocer el cruce del grupo de balizas, el error de medición de la distancia se restablece a bordo del vehículo, lo que da como resultado un intervalo de confianza colapsado. La combinación de un cambio simultáneo en la información direccional y un intervalo de confianza

35 reducido se considera una indicación confiable de que el vehículo realmente pasó y leyó el LRBG.

En el modo de configuración adicional CM*, un RBC según la solución según la invención reconoce que se ha pasado un grupo de balizas evaluando los informes de posición a través de los siguientes eventos:

- 40 (i) El vehículo informa un grupo de balizas que ha cambiado en comparación con el último informe de posición
O
- (ii) El vehículo envía un informe de posición sobre el mismo grupo de balizas con información de dirección modificada Q_DLRBG y al mismo tiempo un intervalo de confianza reducido ($L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new} < (L_DOUBTOVER_{old} + L_DOUBTUNDER_{old})$)
O
- 45 (iii) El vehículo envía una comunicación de posición con respecto al mismo grupo de balizas con información de dirección modificada Q_DLRBG y un intervalo de confianza sin cambios, por lo que el tamaño total del intervalo de confianza no excede un tamaño definido.

$$(L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new}) = (L_DOUBTOVER_{old} + L_DOUBTUNDER_{old})$$

- 50 $(L_DOUBTOVER_{new} + L_DOUBTUNDER_{new}) \leq \text{valor configurado para un intervalo de confianza sin cambios.}$

Se utiliza la siguiente prueba para determinar si el intervalo de confianza no cambia:

El modo de configuración adicional CM* es una función que se puede configurar utilizando datos de diseño y también se puede activar o se puede desactivar.

Se debe saber que debido a la definición de la especificación UNISIG, un vehículo envía o puede enviar información de cambio de dirección incluso si, después de girar, alcanza la posición del último grupo de balizas leído según su medición de trayectoria, pero no ha leído el grupo de balizas.

5 Por lo tanto, cambiar la información de dirección por sí solo no es suficiente para garantizar que realmente apenas se leyó un grupo de balizas. Pero: si el vehículo ha recorrido sólo un recorrido muy corto desde la última lectura de un grupo de balizas (ver de nuevo el ejemplo de un giro en la estación terminal, el LRBG está sólo unos metros delante de la parte delantera del vehículo), entonces no hay ningún cambio en la ruta debido al error de medición de la corta distancia recorrida, ya que todavía no se ha producido ningún error de medición de la distancia. Si no se permitiera esta situación, entonces este procedimiento de evaluación de la posición sería muy perturbador para las operaciones (ver nuevamente el ejemplo de un vehículo que gira en la estación terminal, este vehículo no podría recibir un permiso de conducir del RBC y tendría que conducir muy lentamente durante mucho tiempo). Por esta razón, también deberían poder utilizarse informes de posición con un cambio de dirección del LRBG y un intervalo de confianza entre ± 12 m y ± 15 m. Los ± 12 m son el valor inicial o predeterminado de la especificación UNISIG para un intervalo de confianza al leer un grupo de balizas. Los ± 15 m se derivan de la experiencia empírica. Por tanto, se puede configurar el valor límite GW para el intervalo de confianza; Preferiblemente se prevé un valor límite GW distinto de 30 m.

Como ya se mencionó, la parte funcional (iii) se puede activar o desactivar mediante proyección.

20 En la solución según la invención se necesitan menos equipos de baliza para determinar la posición de los vehículos. Esto da como resultado un menor esfuerzo de planificación en el respectivo proyecto de aplicación, lo que finalmente conduce a menores costes del proyecto.

Se utilizan los informes de posición enviados igualmente por los vehículos. Sólo se necesitan unos pocos grupos de balizas, que normalmente se necesitan para otras funciones.

25 Sin embargo, el RBC sólo emite una MA si la posición del vehículo es al menos "creíble". Sin embargo, existen condiciones marco adicionales para la concesión de una MA:

- La parte delantera del vehículo notificada como nueva mínima segura ("*new min safe front end*") debe acercarse a una señal en el sentido de la marcha.

Y

- al recibir el PR_{new} "creíble", la señal debe mostrar un término de viaje libre.

30 En base a esto, es posible expedir un permiso de conducir de MA mediante el "procedimiento de *passing-by*". Para este caso, no se requiere una definición especial de una ventana MA más corta.

Después de alcanzar una posición "creíble", la ventana MA se puede utilizar para emitir un MA en cada señal posterior.

Lista de símbolos de referencia

35 S Sistema de control de vehículo
SoM Lanzamiento, también salida (en inglés: "*Start of Mission*")
T Vehículo en forma de vehículo guiado por carrilera, especialmente vehículo ferroviario
OBU Dispositivo en el lado del vehículo en forma de dispositivo de a bordo ETCS o dispositivo de vehículo ETCS (en inglés: ETCS "*onboard unit*")
40 EVC Sistema informático de a bordo en forma de ordenador seguro de vehículo ETCS (en inglés: "*European Vital Computer*")
RBC Instalación lateral en vía en forma de una ETCS de vía (inglés: "*Radio Block Centre*")
RBC-C Sistema informático en vía en forma de ordenador seguro RBC (inglés: "*RBC Core*")
CP_{RBC-C} Programa informático ejecutado por el sistema informático lateral en vía
45 CP_{EVC} Programa informático adicional ejecutado por el sistema informático de a bordo
CC_{GSM-R} Ruta de comunicación en forma de al menos un canal de radio GSM-R (en inglés: "*GSM-R Radio Channel*")
I_{RBC-C} Interfaz en tierra con el canal de comunicación
I_{EVC} Interfaz de a bordo con el canal de comunicación
50 MA-R Solicitud de permiso de conducir (en inglés: "*Movement Authority Request*" abreviado "*MA Request*")
SR-A Autorización para viajar bajo responsabilidad del personal (en inglés: "*Staff Responsible Authority*" abreviado "*SR Authority*")
CM Modo de configuración (en inglés: "*Configuration Mode*")
CM* Modo de configuración adicional (en inglés: "*further Configuration Mode*")
55 cV valor límite predefinido o valor configurado (en inglés: "*predefined limit value, or configured value*")
eP_{old} posición anterior aproximada del vehículo (en inglés: "*previous estimated position*"), en particular posiciones aproximadas anteriores de la punta del vehículo (en inglés: "*previous estimated train front end or previous estimated front end*")

- eP_{new} nueva posición aproximada del vehículo (en inglés: “*new estimated position*”)
 PR_{old} informe de posición previa (en inglés: “*previous Position Report or old Position Report*”)
 PR_{new} nuevo informe de posición (en inglés: “*new Position Report*”)
 5 NID_LRBG_{old} identificador de punto de datos previos determinado en base al previo informe de posición en forma de número de identidad o identidad de un nuevo último grupo balise relevante, abreviado LRBG_{old} (en inglés: “*Identity of previous Last Relevant Balise Group*”)
 NID_LRBG_{new} identificador de punto de datos nuevo determinado en base al nuevo informe de posición en forma de número de identidad o identidad de un nuevo último grupo balise relevante, LRBG_{new} para abreviar (en inglés: “*Identity of new Last Relevant Balise Group*”)
 10 Q_DLRBG_{old} información direccional anterior determinada en base al informe de posición anterior en forma de calificador, que indica de qué lado de la LRGB_{old} anterior se encuentra la anterior posición aproximada de la cabecera del vehículo (punta del tren)
 Q_DLRBG_{new} información direccional nueva determinada en base al informe de posición nueva en forma de un calificador, que indica en qué lado del LRGB_{new} nuevo se encuentra la nueva posición aproximada de la cabecera del vehículo (punta del tren)
 15 L_DOUBTOVER_{old} distancia anterior determinada en base al informe de posición anterior entre una parte delantera mínima segura del vehículo anterior (*previous min safe front end*) y la posición aproximada anterior de la parte delantera del vehículo (punta del tren)
 L_DOUBTUNDER_{old} distancia anterior determinada en base al informe de posición anterior entre una parte delantera máxima segura del vehículo anterior (*previous max safe front end*) y la posición aproximada anterior de la parte delantera del vehículo (punta del tren)
 20 L_DOUBTOVER_{new} nueva distancia determinada en base al nuevo informe de posición entre un nuevo extremo delantero mínimo seguro del vehículo (“*new min safe front end*”) y la nueva posición aproximada de la parte delantera del vehículo (punta del tren)
 25 L_DOUBTUNDER_{new} nueva distancia determinada en función del nuevo informe de posición entre un nuevo extremo delantero máximo seguro del vehículo (“*new max safe front end*”) y la nueva posición aproximada de la parte delantera del vehículo (punta del tren)
 30 P-CI_{old}=L_DOUBTOVER_{old}+L_DOUBTUNDER_{old} intervalo de confianza de la posición anterior o intervalo de confianza de la posición (en inglés: “*previous Position Confidence Intervall*”)
 P-CI_{new}=L_DOUBTOVER_{new}+L_DOUBTUNDER_{new} intervalo de confianza de la posición nueva o intervalo de confianza de la posición (en inglés: “*new Position Confidence Intervall*”)

REIVINDICACIONES

1. Método de control de vehículos, en el que una instalación en ruta (RBC), durante un recorrido inicial (SoM) de un vehículo (T), inicialmente estipula que la posición del vehículo (eP_{old}) no es confiable, caracterizado porque
- 5 la instalación en ruta (RBC), en modo de configuración (CM), estipula que una nueva posición del vehículo (eP_{new}) determinada sobre la base de un nuevo informe de posición (PR_{new}) del vehículo (T) es fiable en cada una de las dos condiciones siguientes (i, ii), y sólo si se cumple una de estas dos condiciones (i, ii):
- 10 (i) si se determina que un nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) difiere de un identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}) determinado sobre la base de un informe de posición anterior (PR_{old});
- (ii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si una nueva información de dirección (Q_DLRBG_{new}) determinada sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) también difiere de un elemento de información de dirección anterior (Q_DLRBG_{old}) determinado en la base del informe de posición anterior (PR_{old}) y si además un nuevo intervalo de confianza de posición ($P-CI_{new}$) determinado sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) es menor que un intervalo de confianza de posición anterior ($P-CI_{old}$) determinado sobre la base del informe de posición anterior.
- 15
- 20 2. Método de control de vehículos según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo en ruta (RBC), en otro modo de configuración (CM*), estipula (especifica) que la nueva posición del vehículo (eP_{new}) determinada sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) del vehículo (T) es confiable bajo cada una de las tres condiciones siguientes (i, ii, iii), y solo si se cumple una de estas tres condiciones (i, ii, iii):
- 25 (i) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old});
- (ii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si el nuevo elemento de información de dirección (Q_DLRBG_{new}) también difiere del elemento de información de dirección anterior (Q_DLRBG_{old}) y si además el nuevo intervalo de confianza de la posición ($P-CI_{new}$) es menor que el intervalo de confianza de la posición anterior ($P-CI_{old}$);
- 30 (iii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si el nuevo dato de dirección (Q_DLRBG_{new}) también difiere del dato de dirección anterior (Q_DLRBG_{old}) y si además el nuevo intervalo de confianza ($P-CI_{new}$), a pesar de no diferir del anterior intervalo de confianza ($P-CI_{old}$), es menor que un valor límite predefinido (cV).
- 35
- 40 3. Método de control de vehículos según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la instalación en ruta (RBC), una vez que ha estipulado inicialmente que la posición del vehículo (eP_{old}) no es fiable, responde a una solicitud de autoridad de circulación (MA-R) del vehículo (F) con autorización para viajar con responsabilidad del personal (SR-A).
- 45 4. Método de control de vehículos según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la instalación en ruta (RBC) solo emite una autorización de movimiento (MA) para viajar en un modo guiado en la ruta una vez que ha estipulado que la nueva posición del vehículo (eP_{new}) es confiable.
- 50 5. Método de control de vehículos según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque un sistema informático en ruta (RBC-C) de la instalación en ruta (RBC) recibe los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) en una interfaz a bordo (i_{RBC}) con una vía de comunicación (CC_{GSM-R}) y, basándose en estos informes de posición, determina los identificadores de puntos de datos (NID_LRBG_{old} , NID_LRBG_{new}), la información de dirección (Q_DLRBG_{old} , Q_DLR-BG_{new}) y los intervalos de confianza ($P-CI_{old}$, $P-CI_{new}$).
- 55 6. Procedimiento de control de vehículos según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque un sistema informático de a bordo (EVC) del vehículo genera los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) basándose en los datos proporcionados en ruta por los puntos de datos y los datos proporcionados a bordo del vehículo, y proporciona dichos informes de posición en una interfaz de a bordo (IEVC) a la ruta de comunicación (CC_{GSM-R}).

7. Programa informático de a bordo (CP_{RBC}) con comandos de programa que, tras la ejecución del programa informático (CP_{RBC}) mediante un ordenador de a bordo ($RBC-C$), hace que dicho sistema informático lleve a cabo los pasos del método según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 5 8. Instalación de suministro en ruta (M_{RBC}) para el programa informático en ruta (CP_{RBC}) según la reivindicación 7, en la que el aparato de suministro en ruta almacena y/o proporciona el programa informático (M_{RBC}).
- 10 9. Programa informático en el vehículo (CP_{EVC}) con comandos de programa que, cuando el programa informático del vehículo (CP_{EVC}) es ejecutado por un sistema informático en el vehículo (EVC), rápidamente dicho sistema informático lleva a cabo los pasos mencionados en la reivindicación 6 para generar los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) y proporcionar los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) en la interfaz del vehículo ($IEVC$).
- 10 10. Instalación de suministro del vehículo (M_{EVC}) para el programa informático del vehículo (CP_{EVC}) según la reivindicación 9, en la que el aparato de suministro del vehículo (M_{EVC}) almacena y/o proporciona el programa informático externo en ruta (CP_{EVC}).
- 15 11. Sistema de control del vehículo (S), en el que se configura una instalación en ruta (RBC), durante un recorrido inicial (SoM) de un vehículo (T), para estipular inicialmente que una posición del vehículo (eP_{old}) no es fiable,
caracterizado porque
la instalación en ruta (RBC) está configurada, en un modo de configuración (CM), para estipular que una nueva
20 posición del vehículo (eP_{new}) determinado sobre la base de un nuevo informe de posición (PR_{new}) del vehículo (T) es fiable en cada una de las dos condiciones siguientes (i, ii), y sólo si se cumple una de estas dos condiciones (i, ii):
- (i) si un nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) determinado sobre la base del nuevo informe de
25 posición (PR_{new}) difiere de un identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}) determinado sobre la base de un informe de posición anterior (PR_{old});
(ii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si una nueva información de dirección (Q_DLRBG_{new}) determinada según el nuevo
30 informe de posición (PR_{new}) también difiere de una información de dirección anterior (Q_DLRBG_{old}) determinada según el informe de posición anterior (PR_{old}) y si además un nuevo intervalo de confianza de posición ($P-CI_{new}$) determinado sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) es menor que una confianza de intervalo de posición anterior ($P-CI_{old}$) determinado sobre la base del informe de posición anterior.
12. Sistema de control del vehículo (S) según la reivindicación 11,
caracterizado porque
35 la instalación en ruta (RBC) está configurada, en un modo de configuración adicional (CM^*), para estipular (especificar) que la nueva posición del vehículo (eP_{new}) se determina sobre la base del nuevo informe de posición (PR_{new}) del vehículo (T) es confiable bajo cada una de las tres condiciones siguientes (i, ii, iii), y solo si se cumple una de estas tres condiciones (i, ii, iii):
- (i) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) difiere del identificador de punto de datos anterior
40 (NID_LRBG_{old});
(ii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si el nuevo elemento de información de dirección (Q_DLRBG_{new}) también difiere del elemento anterior de información de dirección (Q_DLRBG_{old}) y si además el intervalo de confianza de la nueva
45 posición ($P-CI_{new}$) es menor que el intervalo de confianza de la posición anterior ($P-CI_{old}$);
(iii) si el nuevo identificador de punto de datos (NID_LRBG_{new}) no difiere del identificador de punto de datos anterior (NID_LRBG_{old}), si el nuevo elemento de información de dirección (Q_DLRBG_{new}) también difiere del elemento de información de dirección anterior (Q_DLRBG_{old}) y si además el nuevo intervalo de confianza ($P-CI_{new}$), a pesar de no diferir del intervalo de confianza anterior ($P-CI_{old}$), es menor que un valor límite predefinido (cV).
- 50 13. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 o 12,
caracterizado porque
se configura el dispositivo en ruta (RBC), una vez que se ha estipulado inicialmente que la posición del vehículo
(eP_{old}) no es fiable, para responder a una solicitud de autoridad de movimiento ($MA-R$) del vehículo (F) con una
55 autorización para viajar con responsabilidad del personal ($SR-A$).
- 60 14. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 a 13,
caracterizado porque
la instalación en ruta (RBC) está configurada para emitir solo una autorización de movimiento (MA) para viajar
en un modo guiado exteriormente en ruta una vez que se haya estipulado que la posición del nuevo vehículo
(eP_{new}) es confiable.

15. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado porque un sistema informático en ruta (RBC-C) de la instalación en ruta (RBC) está configurado para recibir los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) en una interfaz del lado de la ruta a una ruta de comunicación (CC_{GSM-R}) y, sobre la base de estas posiciones informes (PR_{old} , PR_{new}), para determinar los identificadores de puntos de datos (NID_LRBG_{old} , NID_LRBG_{new}), la información de dirección (Q_DLRBG_{old} , Q_DLRBG_{new}) y los intervalos de confianza ($P-CI_{old}$, $P-CI_{new}$).
- 5
16. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque un sistema informático de a bordo (EVC) del vehículo (T) está configurado para generar los informes de posición (PR_{old} , PR_{new}) en base a los datos proporcionados en el lado de la ruta por puntos de datos ($LRBG_{old}$, $LRBG_{new}$) y los datos proporcionados en el lado del vehículo, y para proporcionar dichos informes de posición en una interfaz de a bordo con la ruta de comunicación (CC_{GSM-R}).
- 10
17. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 a 16, caracterizado porque el vehículo (T) es un vehículo guiado sobre carriles, en particular un vehículo sobre carrileras.
- 15
18. Sistema de control de vehículo (S) según una de las reivindicaciones 11 a 17, caracterizado porque la instalación en ruta (RBC) es un centro de control de ruta ETCS, en el que el sistema informático en el lado de la ruta (RBC-C) está formado por al menos un ordenador RBC seguro, la instalación de a bordo (OBU) es un dispositivo de vehículo ETCS, en el que el sistema informático de a bordo (EVC) está formado por al menos un ordenador seguro del vehículo, y la vía de comunicación (CC_{GSM-R}) está formada por al menos un GSM -R canal de radio digital.
- 20