

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 867 580**

51 Int. Cl.:

B61L 25/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2018 PCT/EP2018/055043**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018 WO18177677**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2018 E 18710383 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2021 EP 3577006**

54 Título: **Dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles, así como procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de este tipo**

30 Prioridad:

30.03.2017 DE 102017205456

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

20.10.2021

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

PÖSEL, BERNHARD

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 867 580 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

Dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles, así como procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de este tipo

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles.

Los sistemas modernos de protección de trenes o de conducción automática de trenes requieren información precisa con respecto a la ubicación actual y/o con respecto a las magnitudes de movimiento actuales del respectivo vehículo sobre rieles, por ejemplo, en forma de información sobre un trayecto recorrido por el vehículo y una velocidad actual.

- 10 Habitualmente, se usan diversos sensores para determinar y proporcionar esta información. En el caso de sensores correspondientes, se puede tratar, por ejemplo, de generadores de impulsos de recorrido, sensores de aceleración, sistemas de radar, sistemas de baliza o incluso sensores o bien sistemas de localización por satélite, por ejemplo, basados en GPS (siglas en inglés para *Global Positioning System*, sistema de posicionamiento global). A través de una unificación de los datos de los distintos sensores, en este sentido también se determinan los datos denominados
- 15 datos de odometría, que habitualmente comprenden, además de los respectivos valores de distancia y de velocidad, intervalos de confianza asociados. Estos representan una medida de la precisión o bien imprecisión del respectivo valor de medición, teniendo como consecuencia una mayor incertidumbre durante la determinación de la respectiva magnitud de medición o bien del respectivo valor de medición un intervalo de confianza mayor.

- 20 En la práctica, puede darse la situación de que la capacidad de rendimiento de un sistema de protección de trenes, el cual usa los valores de medición correspondientes para controlar o bien proteger el respectivo vehículo sobre rieles, esté limitada debido a la incertidumbre expresada por el intervalo de confianza con respecto al respectivo valor de medición. Esto puede dar como resultado, en particular, que sea necesaria una reducción de la velocidad del respectivo vehículo sobre rieles (o incluso de otros vehículos sobre rieles que circulen en el sistema) o que se deban respetar mayores distancias de seguridad frente a puntos de peligro.

- 25 El documento DE 10 2005 046456 A describe un procedimiento para la determinación de la ubicación y/o de una magnitud de movimiento de objetos en movimiento, en particular de vehículos sobre rieles en movimiento, estando previsto al menos un ordenador de procesamiento previo. Para asegurar un alto nivel de precisión, se usan al menos tres sensores, que determinan los datos de los sensores y los transfieren a los procesos de los ordenadores de procesamiento previo. Cada proceso calcula un factor de diferencia a partir de los datos del sensor de dos sensores.
- 30 Los procesos intercambian los factores de diferencia entre sí y se determina la calidad del sensor para cada sensor.

- De acuerdo con la norma internacional IEC 61508 o bien específicamente para el sector ferroviario de acuerdo con la norma europea EN 50129, para funciones de seguridad se distingue entre cuatro niveles de integridad de seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) o bien grados de requisitos de seguridad. En este sentido, el nivel de integridad de seguridad 4 representa el nivel más alto y el nivel de integridad de seguridad 1 representa el grado
- 35 más bajo de integridad de seguridad. El respectivo nivel de integridad de seguridad influye en el intervalo de confianza de un valor de medición en el sentido de que el intervalo de confianza es particularmente grande en el caso de que el respectivo dispositivo por su parte deba cumplir o bien proporcionar un nivel de integridad de seguridad alto. Con ello, se producen restricciones debido a valores de medición comparativamente imprecisos y al intervalo de confianza comparativamente grande asociado a ello, en particular para aquellos sistemas que cumplen
- 40 con el nivel más alto de integridad de seguridad SIL4 o SIL3.

Se conoce un dispositivo del tipo anteriormente mencionado, por ejemplo, por el escrito de solicitud de patente alemán DE 10 2005 046 456 A1. Este describe un dispositivo en el que se combinan datos de sensor de varios sensores y, teniendo en cuenta la respectiva calidad de sensor, se determina la ubicación o bien la respectiva magnitud de movimiento del vehículo sobre rieles.

- 45 La presente invención se basa en el objetivo de especificar un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles, que se puede utilizar de manera flexible y al mismo tiempo reduce las restricciones operativas debido a valores de medición imprecisos y grandes intervalos de confianza asociados a ello.

- 50 De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve para un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles por que el dispositivo está configurado de tal manera que se le puede predeterminar un nivel de integridad de seguridad, y el dispositivo determina un intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición.

En el contexto de la presente invención, en el caso de la al menos una magnitud de movimiento se puede tratar en

particular de un trayecto recorrido por el vehículo sobre rieles, una velocidad del vehículo sobre rieles y/o una aceleración del vehículo sobre rieles. El al menos un valor de medición puede ser el resultado directo de una medición o incluso un valor derivado o determinado de una o varias mediciones correspondientes.

El dispositivo de acuerdo con la invención está configurado de tal manera que se le puede predeterminar un nivel de integridad de seguridad. Esto significa que el dispositivo de acuerdo con la invención, a diferencia de los dispositivos correspondientes conocidos anteriormente, puede aplicar o bien tomar por base diferentes niveles de integridad de seguridad durante la determinación de la ubicación y/o de la al menos una magnitud de movimiento del vehículo sobre rieles. Con ello, el nivel de integridad de seguridad no se preestablece de manera fija, sino que se puede predeterminar de forma flexible. Dependiendo del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado, el dispositivo determina un intervalo de confianza correspondiente para el respectivo valor de medición. En el caso de que al dispositivo esté predeterminado un nivel de integridad de seguridad más bajo, este determina, por lo tanto, un intervalo de confianza más bajo que en el caso de que se le haya predeterminado un nivel de integridad de seguridad más alto.

El dispositivo de acuerdo con la invención presenta la ventaja de que no está fijado a un nivel de integridad de seguridad. En su lugar, el mismo dispositivo se puede usar para la implementación de diferentes niveles de integridad de seguridad. Para evitar malentendidos, cabe señalar en este punto que un nivel de integridad de seguridad predeterminado para el dispositivo por regla general repercutirá exclusivamente en la determinación del respectivo intervalo de confianza. Esto significa que un dispositivo que debiera cumplir, por ejemplo, el nivel más alto de integridad de seguridad SIL4 debe realizarse en términos de técnica de *hardware* así como dado el caso también de *software* en principio de tal manera que se alcance o bien se pueda alcanzar este nivel de integridad de seguridad. Esto puede incluir, por ejemplo, un uso de un ordenador que sea seguro en términos de tecnología de señalización así como un desarrollo del *software* de acuerdo con la normativa aplicable. Con ello, incluso si el dispositivo de acuerdo con la invención puede en principio, por ejemplo, ser apto para SIL4, se caracteriza precisamente por que es capaz de determinar, con respecto a las magnitudes de medición que proporciona, los intervalos de confianza de los valores de medición de acuerdo con diferentes niveles de integridad de seguridad. A este respecto, la magnitud del respectivo intervalo de confianza depende en particular del nivel de confianza en el que se basa el respectivo nivel de integridad de seguridad. Así, por ejemplo, un intervalo de confianza con un nivel de confianza del 95 % es significativamente más bajo que en el caso de un nivel de confianza del 99,9999 %.

Por regla general, el dispositivo de acuerdo con la invención se dispondrá en el lado del vehículo o bien se proporcionará para una utilización en el lado del vehículo. Sin embargo, dependiendo de la respectiva implementación, dado el caso el dispositivo también puede comprender componentes en el lado de la vía. Esto significa en particular que la determinación del intervalo de confianza, que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado, se puede realizar en principio tanto en el lado del vehículo como en el lado de la vía.

Cabe señalar que el dispositivo de acuerdo con la invención está realizado preferentemente para ser seguro en términos de tecnología de señalización. Esto significa que a través de medidas correspondientes (adoptadas en sí mismas por los expertos en el ámbito de la tecnología de señalización ferroviaria) se garantiza que el dispositivo cumpla con los requisitos de seguridad particularmente altos de las operaciones ferroviarias según la normativa decisiva de la respectiva autoridad competente. A este respecto, una realización segura en términos de tecnología de señalización correspondiente será por regla general conveniente o bien necesaria en particular con respecto a la especificación del nivel de integridad de seguridad así como la determinación del intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado.

De acuerdo con una forma de realización especialmente preferente, el dispositivo de acuerdo con la invención está configurado de tal manera que se le puede predeterminar el nivel de integridad de seguridad por medio de *hardware* y/o por medio de *software*. En este sentido, se puede realizar una especificación por medio de *hardware* del nivel de integridad de seguridad, por ejemplo, mediante una codificación de *hardware* correspondiente del dispositivo, preferentemente realizada de una manera segura en términos de tecnología de señalización. De manera adicional o como alternativa a esto, el nivel de integridad de seguridad del dispositivo también se puede predeterminar o bien se predeterminará por medio de *software*, por ejemplo, en forma de una planificación diseñada preferentemente de manera segura en términos de tecnología de señalización.

Preferentemente, el dispositivo de acuerdo con la invención también puede estar perfeccionado de tal manera que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se pueda predeterminar a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente. Una especificación del nivel de integridad de seguridad del dispositivo a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente resulta ventajosa en el sentido de que por ello se puede ajustar el nivel de integridad de seguridad en cada caso deseado o bien requerido de un modo particularmente sencillo y flexible. A este respecto, la configuración, la parametrización o el ajuste se puede realizar ventajosamente, en particular, sobre la base de *software*. Esto puede suceder, por ejemplo, mediante un parámetro de configuración correspondiente, dependiendo de cuyo valor el dispositivo usa o bien aplica diferentes niveles de integridad de seguridad.

De acuerdo con una forma de realización adicional especialmente preferente del dispositivo de acuerdo con la invención, el nivel de integridad de seguridad del dispositivo también se puede predeterminar a través de un equipo de control conectado al dispositivo en términos de tecnología de comunicación. Esto ofrece la ventaja de que el equipo de control en cuestión puede seleccionar o bien fijar el respectivo nivel de integridad de seguridad por sí mismo. Preferentemente, en este sentido la conexión de tecnología de comunicación también está realizada de manera segura en términos de tecnología de señalización.

Preferentemente, el dispositivo de acuerdo con la invención también puede estar diseñado de tal manera que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se pueda predeterminar dinámicamente durante el funcionamiento continuo del dispositivo. Esto resulta ventajoso, puesto que una especificación dinámica del nivel de integridad de seguridad durante el funcionamiento continuo del dispositivo posibilita una conmutación flexible entre diferentes niveles de integridad de seguridad. Por lo tanto, por ello existe en particular la posibilidad de una especificación del nivel de integridad de seguridad adaptada dinámicamente al funcionamiento y de las restricciones operativas asociadas en cada caso a ello.

De acuerdo con una forma de realización adicional especialmente preferente del dispositivo de acuerdo con la invención, el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se puede predeterminar dependiendo de la aplicación y/o dependiendo de la situación. Ventajosamente, por ello se posibilita, por ejemplo, que aplicaciones o bien funciones que tienen altos requisitos de seguridad puedan calcular o bien trabajar con un intervalo de confianza conservador, es decir, grande. En el caso de una función correspondiente, se puede tratar, por ejemplo, de una protección de punto de peligro con nivel de integridad de seguridad o bien grado de requisito de seguridad SIL4. Por otra parte, las aplicaciones o bien funciones para las que es suficiente un nivel de integridad de seguridad más bajo, es decir, por ejemplo, un cambio de pasajeros o bien una evacuación de pasajeros, pueden calcular o bien trabajar con un intervalo de confianza más bajo y, por lo tanto, lograr una precisión mejorada adaptada al respectivo nivel de integridad de seguridad. Esto ofrece en particular la ventaja de que las restricciones operativas, por ejemplo, en forma de una reducción de velocidad, se minimizan debido a un intervalo de confianza grande o bien fijado demasiado grande. De manera alternativa o adicional a tener en cuenta el tipo de la respectiva aplicación, la especificación del respectivo nivel de integridad de seguridad del dispositivo también se puede realizar dependiendo de la respectiva situación, es decir, dependiendo de las respectivas circunstancias operativas concretas.

Preferentemente, el dispositivo de acuerdo con la invención también puede estar perfeccionado para emitir el al menos un valor de medición así como el intervalo de confianza determinado para este a un equipo de control de un sistema de conducción automática de trenes. Por ello, se posibilita de manera ventajosa que las magnitudes mencionadas se usen por el equipo de control del sistema de conducción automática de trenes durante el control o bien la protección del vehículo sobre rieles.

Aparte de eso, la invención comprende un sistema de conducción automática de trenes con al menos un dispositivo de acuerdo con la invención o bien al menos un dispositivo de acuerdo con uno de los perfeccionamientos preferentes descritos anteriormente del dispositivo de acuerdo con la invención.

La presente invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles.

En cuanto al procedimiento, la presente invención se basa en el objetivo de especificar un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles, que se puede utilizar de manera flexible y al mismo tiempo reduce las restricciones operativas debido a valores de medición imprecisos y grandes intervalos de confianza asociados a ello.

De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve a través de un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles, predeterminándose al dispositivo un nivel de integridad de seguridad, determinándose por el dispositivo un intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición.

Las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención corresponden a aquellas del dispositivo de acuerdo con la invención, de manera que se hace referencia en relación a esto a las declaraciones anteriores correspondientes. Lo mismo se aplica en cuanto a los perfeccionamientos preferentes mencionados a continuación del procedimiento de acuerdo con la invención con respecto al perfeccionamiento correspondiente respectivo del dispositivo de acuerdo con la invención, de manera que también se hace referencia en relación a esto a las explicaciones correspondientes anteriores.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, al dispositivo se le

predetermina el nivel de integridad de seguridad por medio de *hardware* y/o por medio de *software*.

De manera ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede estar diseñado de tal manera que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se predetermine a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente.

- 5 De acuerdo con una forma de realización adicional especialmente preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se predetermina a través de un equipo de control conectado al dispositivo en términos de tecnología de comunicación.

10 El procedimiento de acuerdo con la invención también puede estar perfeccionado de tal manera que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se predetermine dinámicamente durante el funcionamiento continuo del dispositivo.

Correspondientemente a un perfeccionamiento preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, el nivel de integridad de seguridad del dispositivo se predetermina dependiendo de la aplicación y/o dependiendo de la situación.

- 15 Preferentemente, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede estar acentuado de tal manera que el al menos un valor de medición, así como el intervalo de confianza determinado para este, se emitan por el dispositivo a un equipo de control de un sistema de conducción automática de trenes.

A continuación, se explica con más detalle la invención mediante ejemplo de realización. Para ello, la figura muestra en un croquis esquemático un vehículo sobre rieles con un ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

- 20 En la figura, se puede reconocer un vehículo sobre rieles 10 en forma de un vehículo ferroviario. Como alternativa a esto, en el caso del vehículo sobre rieles 10 también podría tratarse, por ejemplo, de un vehículo guiado por rieles con neumáticos de caucho o un tren de levitación magnética. El vehículo sobre rieles 10 se mueve a lo largo de una vía o bien de una línea ferroviaria 100. Para el control y la protección del vehículo sobre rieles 10, se requiere información precisa, en particular con respecto a la respectiva ubicación así como la respectiva velocidad del
25 vehículo sobre rieles 10. A este respecto, la ubicación se puede especificar, por ejemplo, en términos absolutos o como distancia o bien trayecto recorrido relativamente a un punto de referencia. Aparte de eso, de manera adicional o como alternativa a las magnitudes de movimiento mencionadas, la aceleración del vehículo sobre rieles también se puede registrar o bien determinar como magnitud de movimiento y usarse para el control del vehículo sobre rieles 10.

- 30 El vehículo sobre rieles 10 presenta un dispositivo 20, que también se puede denominar equipo de odometría. El dispositivo 20 comprende un ordenador o bien odómetro 30, que está realizado de manera segura en términos de tecnología de señalización. Al ordenador 30 está conectado en términos de tecnología de comunicación un primer sensor 40, en el que puede tratarse, por ejemplo, de un generador de impulsos de recorrido o un equipo de radar. Aparte de eso, el ordenador 30 también está conectado en términos de tecnología de comunicación a un segundo
35 sensor 50, que puede servir, por ejemplo, para la determinación de posición por satélite, por ejemplo, mediante GPS, y está conectado para ello a una antena 60. De manera alternativa o adicional a los sensores 40 y 50 mencionados a modo de ejemplo, el dispositivo 20 también podría comprender cualquier otro sensor conocido en sí.

- Correspondientemente a la representación de la figura, el ordenador 30 del dispositivo 20 está conectado además a un equipo de almacenamiento 70. Este comprende datos y programas de *software* necesarios para un
40 funcionamiento del dispositivo 20, es decir, por ejemplo, *software* de control, un atlas de ruta electrónico y/o parámetros de configuración. En este contexto, cabe señalar con insistencia que la figura únicamente muestra una representación esquemática. Esto significa que componentes adicionales conocidos en sí no están mostrados por motivos de claridad y el dispositivo 20 también se puede construir de manera diferente. Así, por ejemplo, el equipo de almacenamiento 70 puede constar, como alternativa, de varios equipos de almacenamiento separados. Aparte de
45 eso, el ordenador 30 así como el equipo de almacenamiento 70, evidentemente, también pueden estar realizados como un componente común.

- El ordenador 30 del dispositivo 20 está conectado, aparte de eso, a un equipo de control 80 de un sistema conducción automática de trenes o bien de protección de trenes. A este respecto, en el caso del sistema de
50 conducción automática de trenes correspondiente, puede tratarse de cualquier sistema usado para el tráfico de cercanías o bien de largo recorrido. A modo de ejemplo, cabe mencionar que, en el caso del equipo de control 80, puede tratarse de un ordenador o bien un aparato de a bordo del vehículo del sistema de conducción automática de trenes europeo ETCS (*European Train Control System*, sistema de control ferroviario europeo) o incluso de un equipo de a bordo del vehículo de un sistema de conducción automática de trenes basado en comunicaciones (*Communications-Based Train Control*, CBTC) usado en el tráfico de cercanías.

Independientemente del tipo del respectivo sistema conducción automática de trenes o bien de protección de trenes, el dispositivo 20 o bien, en el ejemplo de realización representado, el ordenador 30 del mismo, pone a disposición del equipo de control 80 valores de medición que se refieren a una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento del vehículo sobre rieles 20. Teniendo en cuenta los valores de medición proporcionados por parte del dispositivo 20, el ordenador de control 80, dado el caso en interacción con componentes adicionales del lado del vehículo y/o del lado de la vía, se realiza el control así como la protección del vehículo sobre rieles 10. A este respecto, el nivel de integridad de seguridad o bien el grado de requisitos de seguridad del sistema de conducción automática de trenes, es decir, por ejemplo, SIL4, también debe asegurarse o bien garantizarse en el caso de que los valores de medición o bien datos proporcionados por el dispositivo 20 presenten una imprecisión comparativamente grande. Para posibilitar que el sistema conducción automática de trenes o bien de protección de trenes tenga en cuenta la respectiva precisión, en este sentido los valores de medición presentan en cada caso una indicación de precisión o bien de imprecisión en forma de un intervalo de confianza. A este respecto, el intervalo de confianza indica la exactitud de la estimación de posición de la respectiva magnitud de medición, tomándose por base en cada caso un nivel de confianza. En el caso de una imprecisión comparativamente grande de los valores de medición proporcionados por parte del dispositivo 20, en este sentido surge ahora la situación de que el intervalo de confianza se aumenta correspondientemente, lo cual tiene como consecuencia que se puede restringir la capacidad de rendimiento del sistema de conducción automática de trenes. Esto se cumple en particular con respecto a una posible reducción de velocidad del vehículo sobre rieles 10 o bien una aplicación de distancias de seguridad aumentadas frente a puntos de peligro.

En el caso de dispositivos previamente conocidos en forma de equipos de odometría correspondientes, la relación entre el nivel de integridad de seguridad y el respectivo intervalo de confianza de determinados valores de medición está definido invariablemente con respecto a un nivel de integridad de seguridad fijo. En el caso de este nivel de integridad de seguridad fijo, se trata a menudo o bien habitualmente del nivel más alto de integridad de seguridad SIL4. Esto significa que los equipos de odometría correspondientes están diseñados de manera que, incluso en el caso de imprecisiones del sensor a través de la adaptación del intervalo de confianza, que también se denomina "confidence interval", se mantiene el nivel de integridad de seguridad predeterminado de manera fija. Por lo tanto, el respectivo dispositivo se desarrolla especialmente para el respectivo nivel de integridad de seguridad, de manera que el dispositivo es específico para este nivel de integridad de seguridad, es decir, por ejemplo, SIL2 o SIL4.

El dispositivo 20 se caracteriza ahora por que se le puede predeterminar un nivel de integridad de seguridad. A este respecto, la correspondiente especificación del nivel de integridad de seguridad se puede realizar por medio de *hardware* o incluso por medio de *software*, en particular a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente. Así, por ejemplo, es concebible que el respectivo nivel de integridad de seguridad se pueda predeterminar a través de un parámetro de configuración almacenado en el equipo de almacenamiento 70, pudiendo realizarse una especificación correspondiente, por ejemplo, a través de una entrada o selección correspondiente segura en términos de tecnología de señalización en una pantalla. De manera adicional o alternativa a esto, también es posible que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo 20 se predetermine o bien se seleccione a través del equipo de control 80 conectado en términos de tecnología de comunicación al dispositivo 20. A este respecto, se puede realizar una especificación correspondiente o bien de forma estática, es decir, por ejemplo, una vez antes del inicio del funcionamiento del dispositivo 20, o incluso dinámicamente durante el funcionamiento continuo del dispositivo 20 así como del vehículo sobre rieles 10. En este sentido, es posible, por ejemplo, que el nivel de integridad de seguridad del dispositivo 20 se predetermine por el equipo de control 80 dependiendo de la respectiva aplicación y/o de la respectiva situación.

Independientemente de la forma o bien modo en que se pueda predeterminar el nivel de integridad de seguridad para el dispositivo 20, el dispositivo 20 está configurado de tal manera que determina un intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición. Preferentemente, en este sentido se determina un intervalo de confianza correspondiente en cada caso para cada uno de los valores de medición.

Por lo tanto, el dispositivo 20 es capaz de trabajar con una pluralidad de niveles de integridad de seguridad diferentes y de determinar intervalos de confianza para los valores de medición determinados, que dependen del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado. Con ello, el nivel de integridad de seguridad se puede escalar en el sentido de que, en el caso de un nivel de integridad de seguridad alto, por ejemplo, SIL4, se aplica un intervalo de confianza muy conservador, que expresa una imprecisión comparativamente grande y da como resultado restricciones operativas comparativamente grandes, mientras que, en el caso de un nivel de integridad de seguridad menor, por ejemplo, SIL2, se determina un intervalo de confianza más bajo.

El dispositivo 20 o bien el ordenador 30 del mismo está configurado para transmitir el al menos un valor de medición así como el al menos un intervalo de confianza determinado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición al equipo de control 80 del sistema de conducción automática de trenes. Por ello, se posibilita que el equipo de control 80 del sistema de conducción automática de trenes tenga en cuenta, por lo tanto, la ubicación y/o la respectiva magnitud de movimiento del vehículo sobre rieles 10 durante el control del vehículo sobre rieles 20. A este respecto, la especificación flexible del respectivo nivel de integridad de seguridad permite un

- 5 modelado flexible de funciones que dependen de la odometría en sistemas de conducción automática de trenes. Esto significa que las funciones con un alto grado de requisitos de seguridad, es decir, por ejemplo, una protección de punto de peligro, pueden calcular con un intervalo de confianza conservador (grande), mientras que las funciones con grados de requisitos de seguridad más bajos, es decir, por ejemplo, un cambio de pasajeros o una evacuación, pueden calcular con un intervalo de confianza menor o bien minimizado. En el último caso, por lo tanto, las restricciones operativas se reducen o bien se minimizan debido a un alto intervalo de confianza.
- 10 Por lo tanto, a través del dispositivo 20 se realiza una arquitectura de odometría que es flexible o bien escalable con respecto al intervalo de confianza determinado en cada caso. Por ello, en particular es posible optimizar o bien adaptar las funciones que dependen de la odometría en los sistemas de protección de trenes específicamente para el respectivo nivel de integridad de seguridad. Así, como ya se ha mencionado, por ejemplo, un cambio de pasajeros clasificado según SIL2 puede tratarse con un intervalo de confianza bajo. Por ello, se posibilita de forma fiable el cambio de pasajeros, puesto que la denominada "ventana de parada" (*stopping window*) se alcanza de forma robusta. Por el contrario, en el caso de un nivel de integridad de seguridad de SIL4, se requeriría un intervalo de confianza mayor, mediante lo cual se puede restringir el alcance fiable de la "ventana de parada".
- 15 Correspondientemente a las explicaciones anteriores en relación con los ejemplos de realización descritos, el dispositivo de acuerdo con la invención así como el procedimiento de acuerdo con la invención posibilitan como resultado un equilibrio entre los respectivos requisitos de seguridad (definidos por el respectivo nivel de integridad de seguridad) y el respectivo intervalo de confianza de los valores de medición proporcionados (o bien el nivel de confianza asociado, es decir, en definitiva, la precisión requerida o bien que se toma por base).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (20) para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles (10),
caracterizado por que
- 5 - el dispositivo (20) está configurado de tal manera que se le puede predeterminar un nivel de integridad de seguridad, y
 - el dispositivo (20) determina un intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición.
- 10 2. Dispositivo (20) según la reivindicación 1,
caracterizado por que
 el dispositivo (20) está configurado de tal manera que se le puede predeterminar el nivel de integridad de seguridad por medio de *hardware* y/o por medio de *software*.
- 15 3. Dispositivo (20) según la reivindicación 1 o 2,
caracterizado por que
 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se puede predeterminar a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente.
- 20 4. Dispositivo (20) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se puede predeterminar a través de un equipo de control (80) conectado al dispositivo (20) en términos de tecnología de comunicación.
- 25 5. Dispositivo (20) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se puede predeterminar dinámicamente durante el funcionamiento continuo del dispositivo (20).
- 30 6. Dispositivo (20) según la reivindicación 5,
caracterizado por que
 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se puede predeterminar dependiendo de la aplicación y/o dependiendo de la situación.
- 35 7. Dispositivo (20) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
 el dispositivo (20) está configurado para emitir el valor de medición, así como el intervalo de confianza determinado para este, a un equipo de control de un sistema de conducción automática de trenes.
- 40 8. Sistema de conducción automática de trenes con al menos un dispositivo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 45 9. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo (20) para la determinación de al menos un valor de medición relacionado con una ubicación y/o al menos una magnitud de movimiento de un vehículo sobre rieles (10),
caracterizado por que
 - al dispositivo (20) se le predetermina un nivel de integridad de seguridad y
 - por el dispositivo (20) se determina un intervalo de confianza que depende del respectivo nivel de integridad de seguridad predeterminado para el valor de medición o para al menos uno de los valores de medición.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9,
caracterizado por que
 al dispositivo (20) se le predetermina el nivel de integridad de seguridad por medio de *hardware* y/o por medio de *software*.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10,
caracterizado por que
 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se predetermina a través de una configuración, parametrización o ajuste correspondiente.
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11,
caracterizado por que

el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se predetermina a través de un equipo de control (80) conectado al dispositivo (20) en términos de tecnología de comunicación.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12,

caracterizado por que

5 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se predetermina dinámicamente durante el funcionamiento continuo del dispositivo (20).

14. Procedimiento según la reivindicación 13,

caracterizado por que

10 el nivel de integridad de seguridad del dispositivo (20) se predetermina dependiendo de la aplicación y/o dependiendo de la situación.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14,

caracterizado por que

el al menos un valor de medición, así como el intervalo de confianza determinado para este, se emiten por el dispositivo (20) a un equipo de control de un sistema de conducción automática de trenes.

