

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 027 382**

51 Int. Cl.:

B61L 23/04 (2006.01)

B61L 25/02 (2006.01)

B61L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2022** **E 22166893 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 4105103**

54 Título: **Dispositivo de detección del entorno, autorregulable para vehículos ferroviarios y procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

15.06.2021 DE 102021206083

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

13.06.2025

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.00%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRÄMER, EMANUEL;
MÜLLER, DOMINIK;
WEISS, KRISTIAN;
ZIROFF, ANDREAS y
ZOEKE, DOMINIK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 027 382 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 de detección del entorno, autorregulable para vehículos ferroviarios y procedimiento correspondiente

5 La invención se refiere a un dispositivo de detección del entorno. La invención también se refiere a un procedimiento de detección del entorno. Además, la invención se refiere a un vehículo ferroviario. Debido a las largas distancias de frenado en el tráfico ferroviario, la conducción asistida o incluso la conducción autónoma de vehículos ferroviarios requiere dispositivos sensores con los que se pueda supervisar una zona muy alejada del vehículo ferroviario, especialmente en el entorno de la línea ferroviaria por la que circula el vehículo. Sin embargo, los sensores utilizados hasta ahora suelen tener una resolución baja, por lo que hasta ahora no ha sido posible clasificar o reconocer diferentes objetos a grandes distancias.

10 Tradicionalmente, el maquinista abarca con la vista la vía que tiene delante y reacciona adecuadamente ante los obstáculos, peligros y señales que puede detectar visualmente. Sería deseable automatizar este tipo de funciones para aumentar la seguridad del tráfico ferroviario y, dado el caso, incluso ahorrar personal. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible automatizar estas funciones para distancias más largas.

15 Por el documento de patente DE 197 46 970 B4 se conoce un procedimiento para detectar obstáculos delante de vehículos ferroviarios que circulan por una determinada vía, en el que se prevé un ordenador de a bordo para almacenar los datos de la ruta. Como datos de la ruta se almacenan las coordenadas de puntos situados a determinadas distancias en el centro entre los carriles. Los puntos almacenados y los puntos interpolados entre ellos son puestos en la mira por un sensor del vehículo mediante un giro de la señal del sensor en un ángulo con respecto a la dirección de marcha actual, que depende de la curvatura de la vía y de la distancia. El ángulo de apertura de las señales recibidas por el sensor del vehículo, en cuyo centro se encuentra el punto puesto en la mira, se modifica en función de la distancia y del ángulo de giro de tal manera que solo se detecta el espacio de la ruta de interés. Los puntos entre los puntos almacenados se determinan mediante interpolación en líneas rectas o en parábolas.

25 El documento EP 3 521 132 A1 divulga un procedimiento para detectar una trayectoria de viaje de vehículos sobre raíles. Se proporciona una red de rutas en la que se mueve el vehículo en una red de rutas digital. Se determina la posición actual del vehículo y se generan datos actuales de posición del vehículo. Se detecta el movimiento actual del vehículo y se generan datos actuales de movimiento del vehículo. A partir de los datos detectados, se determina la trayectoria de viaje.

30 El documento WO 2004/028881 A1 se refiere a la monitorización de una ruta de una unidad móvil autónoma como, por ejemplo, un medio de transporte sin conductor y guiado por carriles, utilizando un sistema de sensores múltiples en el que se fusionan tres tipos de sensores diferentes: un sensor láser, un sensor de radar y un sensor de vídeo, y con el resultado de la fusión se monitoriza la ruta.

Por lo tanto, el objetivo consiste en permitir la detección e identificación de objetos incluso a largas distancias.

35 Este objetivo se logra mediante un dispositivo de detección del entorno para un vehículo ferroviario según la reivindicación 1, un procedimiento de detección del entorno según la reivindicación 11 y un vehículo ferroviario según la reivindicación 12.

40 El dispositivo de detección del entorno para un vehículo ferroviario según la presente invención presenta una unidad de detección de las líneas ferroviarias, que está diseñada para detectar una posición y un recorrido de una línea ferroviaria en el entorno del vehículo ferroviario, preferiblemente en la zona frontal delante del vehículo ferroviario. Parte del dispositivo de detección de entorno según la presente invención es también una unidad de detección de entorno, que está dispuesta u orientada en una relación de orientación fija con respecto a la unidad de detección de la línea ferroviaria y está configurada para detectar también, preferiblemente en la zona frontal delante del vehículo ferroviario, el entorno del vehículo ferroviario y el trazado de la línea ferroviaria o la línea ferroviaria, que puede ser parte del entorno. Por relación de orientación fija se entenderá que la orientación relativa de la unidad de detección de la línea ferroviaria y de la unidad de detección del entorno es siempre constante. Pueden estar alineadas de forma igual o paralela, por ejemplo, o de tal manera que se produzca una superposición de su campo de visión en una zona predeterminada a una distancia predeterminada. Además, el dispositivo de detección de entorno según la presente invención incluye un cojinete o unidad de cojinete común para la unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección de entorno. Además, el dispositivo de detección de entorno según la presente invención incluye una unidad de control. La unidad de detección de la línea ferroviaria utiliza como tecnología de registro, según la invención, una detección de imágenes por infrarrojos pasiva o una tecnología de sensores activa como la tecnología de sensores lidar.

55 También puede incluir una unidad de detección óptica. Una unidad de sensores infrarrojos pasiva tiene una alta exactitud en la detección de objetivos. Sin embargo, la unidad de sensores infrarrojos necesita diferencias de temperatura. El lidar permite un escaneo tridimensional de los objetos, pero es menos exacto que los sensores pasivos, especialmente los sensores infrarrojos, debido al escaneo del entorno por píxeles.

La unidad de cojinete está diseñada para montar la unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección del entorno de forma estable a la orientación. En este contexto, por cojinete estable a la orientación se entiende que el cojinete mantiene una orientación, ajustada por la unidad de control, preferiblemente común de la unidad de detección de la línea ferroviaria y de la unidad de detección del entorno, incluso si el vehículo ferroviario cambia su orientación. El cojinete debe permitir un movimiento de rotación o de giro del vehículo ferroviario en relación con la unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección del entorno, sin que este movimiento del vehículo ferroviario se transmita a la unidad de detección de la línea ferroviaria y a la unidad de detección del entorno. La unidad de control está diseñada para alinear la orientación de la unidad de detección del entorno con la posición detectada y la trayectoria de la vía detectada por la unidad de detección de la línea ferroviaria, de modo que la unidad de detección del entorno pueda detectar la zona de la línea ferroviaria y el entorno de la línea ferroviaria. En otras palabras, se lleva a cabo una supervisión autoajutable de una línea ferroviaria situada preferiblemente delante de un vehículo ferroviario, detectando y localizando la línea ferroviaria mediante la unidad de detección de la línea ferroviaria y alineándola junto con la unidad de detección del entorno en un tramo de la línea ferroviaria que debe supervisarse. La propia supervisión e identificación de objetos en la zona de observación se realiza entonces a partir de los datos de la unidad de detección del entorno. Si la trayectoria de la línea ferroviaria cambia, la unidad de detección de la línea ferroviaria lo detecta y la unidad de detección del entorno, junto con la unidad de detección de la línea ferroviaria, es orientada o seguida de manera correspondiente por la unidad de control exactamente en la zona de observación alrededor de la línea ferroviaria. Gracias al seguimiento automático, la extensión del campo de visión de la unidad de detección del entorno puede reducirse en uno o dos órdenes de magnitud en comparación con una unidad de sensor sin dicho seguimiento. Esta reducción está relacionada con una mejora de la nitidez de la dirección, la resolución y el alcance de la unidad de detección del entorno.

En el procedimiento de detección de entorno según la invención, una unidad de detección de la línea ferroviaria detecta la posición y la trayectoria de una línea ferroviaria en el entorno de un vehículo ferroviario, y está diseñada para utilizar una de las siguientes técnicas de detección:

- una detección de imágenes infrarrojas pasiva,
- una tecnología de sensores activos, preferiblemente lidar.

El entorno del vehículo ferroviario se detecta mediante una unidad de detección del entorno, que está dispuesta en una relación de orientación fija con respecto a la unidad de detección de la línea ferroviaria.

La unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección del entorno se alojan de forma estable en una unidad de cojinete común.

La orientación de la unidad de detección del entorno se ajusta mediante una unidad de control a la trayectoria detectada de la línea ferroviaria, de modo que la unidad de detección del entorno pueda detectar la zona de la línea ferroviaria y el entorno de la línea ferroviaria. El procedimiento de detección del entorno según la invención comparte las ventajas del dispositivo de detección del entorno según la invención.

El vehículo ferroviario según la invención presenta el dispositivo de detección del entorno según la invención. El vehículo ferroviario según la invención comparte las ventajas del dispositivo de detección del entorno según la invención.

Algunos componentes del dispositivo de detección del entorno según la presente invención pueden estar diseñados en su mayor parte en forma de componentes de software, dado el caso tras complementarlos con sistemas de hardware, como por ejemplo una unidad de sensores y componentes mecánicos de una unidad de cojinete. Esto afecta en particular a partes de la unidad de control y de la unidad de cojinete.

En principio, estos componentes también pueden implementarse en parte, especialmente cuando se trata de cálculos especialmente rápidos, en forma de hardware asistido por software, por ejemplo, FPGAs o similares. Del mismo modo, las interfaces necesarias, por ejemplo, cuando se trata únicamente de adoptar datos de otros componentes de software, pueden configurarse como interfaces de software. Sin embargo, también pueden configurarse como interfaces de hardware controladas por el software adecuado.

Una realización basada en gran medida en software tiene la ventaja de que los sistemas informáticos ya existentes en un vehículo ferroviario pueden actualizarse fácilmente mediante una actualización de software, tras una posible adición de elementos de hardware adicionales, como por ejemplo unidades de sensores adicionales, para que puedan funcionar de la manera descrita en la presente invención. En este sentido, el objetivo también se logra mediante un producto de programa informático correspondiente con un programa informático que se puede cargar directamente en un dispositivo de almacenamiento de dicho sistema informático, con secciones de programa para ejecutar los pasos del procedimiento según la invención que se pueden realizar mediante software cuando el programa informático se ejecuta en el sistema informático.

Además del programa informático, un producto de programa informático de este tipo puede incluir, en su caso, componentes adicionales como, por ejemplo, documentación y/o componentes adicionales, incluso componentes de hardware como, por ejemplo, llaves de hardware (dongles, etc.) para utilizar el software.

5 Para el transporte al dispositivo de almacenamiento del sistema informático y/o para el almacenamiento en el sistema informático, puede utilizarse un medio legible por ordenador, por ejemplo, una memoria USB, un disco duro u otro soporte de datos portátil o fijo, en el que se almacenan las secciones del programa informático que pueden ser leídas y ejecutadas por una unidad de ordenador. La unidad del ordenador puede, por ejemplo, tener uno o varios microprocesadores o similares que funcionen conjuntamente.

10 Las reivindicaciones dependientes, así como la descripción que sigue, contienen cada una de ellas configuraciones y desarrollos avanzados especialmente ventajosos de la invención. En particular, las reivindicaciones de una categoría de reivindicaciones pueden perfeccionarse también de forma análoga a las reivindicaciones dependientes de otra categoría de reivindicaciones y a sus partes descriptivas. Además, en el marco de la invención, las diferentes características de los distintos ejemplos de realización y reivindicaciones también pueden combinarse para crear nuevos ejemplos de realización.

15 En una variante del dispositivo de detección de entorno según la invención, la unidad de cojinete incluye un cardán. Por cardán se entiende una unidad de cojinete motorizada que puede suavizar los movimientos de una unidad de sensor o estabilizar una zona de observación o de registro. En el cardán, la unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección del entorno están dispuestas en una relación de orientación fija. La ventaja es que las dos unidades de sensor solo tienen que calibrarse entre sí una vez de antemano en cuanto a su orientación, ya que ambas tienen una relación de orientación fija entre sí que no puede cambiar durante el funcionamiento.

20 Un cardán de este tipo puede incluir como variables de entrada datos de comando para controlar una orientación generada o determinada o que deba ajustarse sobre la base de los datos de los sensores de la unidad de detección de la línea ferroviaria. Las variables de entrada también pueden incluir movimientos del vehículo ferroviario, una llamada marcha sinusoidal, así como desviaciones de altura como consecuencia de irregularidades en la ruta y una pendiente actual.

Es ventajoso que el seguimiento de los sensores del dispositivo de detección del entorno sea más preciso y esté libre de interferencias.

30 Una unidad de cojinete de este tipo puede incluir, en particular, una suspensión cardán que evite un cambio de dirección involuntario de los sensores debido a influencias mecánicas externas. La exactitud de medición tanto de la unidad de detección de las líneas ferroviarias como también de la unidad de detección del entorno puede aumentarse de forma ventajosa. El uso de un cardán permite reducir la deriva del campo de visión de los sensores pasivos como, por ejemplo, los sensores ópticos o infrarrojos. Esto permite lograr "tiempos de exposición" más largos, lo que mejora la sensibilidad de los sensores pasivos.

35 Además, se pueden utilizar unidades de medición inercial, sistemas de sensores de aceleración o sistemas de sensores de campo magnético para medir la orientación y estabilizar la orientación de los sensores del dispositivo de detección del entorno.

40 En una configuración del dispositivo de detección de entorno según la presente invención, la unidad de detección de las líneas ferroviarias incluye una unidad de detección pasiva. Una unidad de detección pasiva de este tipo, por ejemplo, una unidad de sensor pasiva puede configurarse ventajosamente con un campo de visión ampliado.

La unidad de detección de entorno está diseñada preferiblemente para utilizar una de las siguientes técnicas de detección:

- radar,
- 45 – un sistema de sensores ultrasónicos,
- un sistema de medición basado en láser, preferiblemente lidar,
- un sistema de medición basado en cámaras, preferiblemente cámaras estereoscópicas.

50 El radar es especialmente adecuado para la adquisición de un mapa de radar de alta exactitud o de detalles resueltos para clasificar o identificar un objeto detectado. Además, los datos de radar pueden utilizarse de forma complementaria a los datos adquiridos de modo pasivo, por ejemplo, datos ópticos o infrarrojos, para ampliar la base de datos para el reconocimiento de objetos. El radar tiene una muy buena resolución de profundidad, especialmente en comparación con los procedimientos de sensores pasivos. Con el radar, la resolución lateral de una cámara infrarroja pasiva puede mejorarse de forma complementaria.

El lidar tiene una resolución mejorada en comparación con el radar.

Las cámaras estereoscópicas también tienen la ventaja de una buena resolución de profundidad y combinan esta ventaja con una resolución generalmente mayor en comparación con los sistemas de escaneo activos.

5 Por lo tanto, la unidad de detección de la línea ferroviaria y la unidad de detección del entorno del dispositivo de detección del entorno según la invención están especialmente diseñadas preferiblemente para detectar datos complementarios entre sí que permiten obtener información completa sobre los objetos en el entorno de un vehículo ferroviario.

La unidad de detección de entorno del dispositivo de detección de entorno según la presente invención también está diseñada para detectar datos de al menos uno de los siguientes tipos de datos:

- 10
- la velocidad relativa entre un objeto detectado y el vehículo ferroviario,
 - la distancia de un objeto detectado al vehículo ferroviario,
 - la ego posición del vehículo ferroviario.

15 La velocidad relativa entre un objeto detectado y el vehículo ferroviario puede determinarse, por ejemplo, midiendo con exactitud un componente Doppler radial y otro lateral de las ondas del sensor reflejadas por un objeto detectado, preferiblemente ondas de radar. Mediante el uso de un aparato de medición estable en su orientación, también se pueden medir movimientos lentos. Los valores de velocidad correspondientes se pueden utilizar para clasificar e identificar un objeto detectado. Además, el aparato de medición estable en su orientación permite determinar el ángulo exacto de la dirección de movimiento de un objeto detectado con respecto a la velocidad ego del vehículo ferroviario y, de este modo, determinar con mayor fiabilidad la relevancia de un objeto en relación con un evento de colisión. El conocimiento de una información de velocidad de alta exactitud también puede utilizarse para apoyar o mejorar la exactitud en la determinación de la ego posición de un vehículo ferroviario.

20

La unidad de detección de la línea ferroviaria del dispositivo de registro de entorno según la invención está configurada preferiblemente para detectar datos de al menos uno de los siguientes tipos de datos:

- 25
- la estructura lateral de las vías de la línea ferroviaria detectada,
 - la altura relativa de las vías de la línea ferroviaria detectada,
 - la trayectoria de la vía de la trayectoria esperada del vehículo ferroviario.

30 Las magnitudes mencionadas pueden utilizarse ventajosamente para determinar con exactitud la orientación de los sensores del vehículo ferroviario y, dado el caso, también para mejorar el material cartográfico digital en relación con la línea ferroviaria recorrida o con una línea ferroviaria existente en el entorno del vehículo ferroviario.

35 Estos datos pueden utilizarse para una alineación más exacta del sistema completo de la unidad de detección del entorno y la unidad de detección de la línea ferroviaria, con el fin de realizar determinaciones de posición especialmente exactas de los objetos detectados. La invención también permite generar mapas de ruta relativos de alta exactitud mediante la aplicación de técnicas de sensores activos como el radar, por ejemplo, en cuyo caso los datos detectados por estos sensores se relacionan con los datos de los sensores pasivos complementarios, por ejemplo, con una línea central de vía detectada por los sensores pasivos. Sobre la base de estos mapas de ruta relativos, también se pueden obtener datos cartográficos absolutos con coordenadas geográficas.

40 La unidad de control del dispositivo de detección de entorno según la presente invención está diseñada preferiblemente para orientar la unidad de detección de entorno de tal manera que se logre una limitación activa del entorno detectado. La limitación del entorno detectado puede ser ventajosa para evitar que los sensores activos, como las ondas de radar, afecten a las personas o instalaciones técnicas presentes en la periferia. Además, la limitación activa de la dirección del haz mediante el control de la zona de detección de la unidad de detección del entorno con sensores activos permite lograr una mayor potencia de radiación, especialmente en lo que respecta a facilitar la homologación de radio o como base de argumentación ante los organismos reguladores para obtener una mayor potencia de transmisión.

45

50 La unidad de control del dispositivo de detección de entorno según la presente invención puede estar diseñada para orientar la unidad de detección de entorno más allá de una zona de detección de la unidad de detección de la línea ferroviaria. De este modo, la trayectoria de la línea ferroviaria se extrapola más allá de la línea ferroviaria detectada y de los datos cartográficos en base a la línea ferroviaria detectada. Por lo tanto, la unidad de detección de entorno puede orientarse hacia una posición de vía dentro de la zona de visibilidad situacional de la unidad de detección de entorno más allá de la zona de visibilidad situacional de la vía para la unidad de

detección de la línea ferroviaria. De esta manera se consigue aumentar el alcance de la detección de entorno, lo que se traduce en una mayor seguridad de funcionamiento del vehículo ferroviario. En otras palabras, la unidad de detección de entorno también puede orientarse de forma ventajosa hacia una zona que se encuentre fuera del alcance de la unidad de detección de la línea ferroviaria.

5 La unidad de detección del entorno también puede tener una función electrónica de giro de la radiación, especialmente si incluye una unidad de sensor de radar. Para ello, la unidad de detección del entorno tiene varios canales individuales. La radiación puede girarse seleccionando las relaciones de fase de los canales. En particular, se puede calcular una dirección de recepción a través de las relaciones de fase de las señales de recepción.

10 La invención se explica a continuación con más detalle, haciendo referencia a las figuras adjuntas y utilizando ejemplos de realización.

FIG. 1: muestra una representación esquemática de un vehículo ferroviario con un dispositivo de detección del entorno según un ejemplo de realización de la invención;

15 FIG. 2: muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de detección del entorno según un ejemplo de realización de la invención;

FIG 3: muestra una representación esquemática de la adquisición de datos complementarios por un radar y una cámara infrarroja pasiva de un dispositivo de detección de entorno según un ejemplo de realización de la invención,

20 FIG 4: muestra un diagrama que ilustra un dispositivo de detección de entorno según un ejemplo de realización de la invención con tecnología SAR para ampliar la ventana de recepción efectiva.

FIG 5: muestra un diagrama que ilustra un dispositivo de detección de entorno según un ejemplo de realización de la invención con un subsistema de radar con giro electrónico de radiación.

25 FIG 6: muestra un diagrama que ilustra una ampliación del alcance de un dispositivo de detección de entorno según un ejemplo de realización de la invención más allá del alcance de una cámara infrarroja pasiva utilizada como unidad de detección de la línea ferroviaria.

30 En la FIG. 1 se muestra una representación esquemática 10 de un vehículo ferroviario 2 con un dispositivo de detección del entorno 3 según un ejemplo de realización de la invención. El vehículo ferroviario 2 se encuentra en una línea ferroviaria 1 y, mediante el dispositivo de detección de entorno 3 mencionado, detecta una zona de observación B que se encuentra delante del vehículo ferroviario 2 en la línea ferroviaria 1 y alrededor de la línea ferroviaria 1.

35 Para poner en la mira esta zona de observación deseada B, el dispositivo de detección de entorno 3 tiene una unidad de sensor infrarrojo pasivo 6 como unidad de detección de la línea ferroviaria. El dispositivo de detección de entorno 3 puede girar en tres ejes con respecto al vehículo ferroviario 2, de modo que puede seguir las curvas de la línea ferroviaria 1. Para poder mantener una dirección ajustada de los sensores, el dispositivo de detección del entorno 3 tiene un cardán 4 en el que están montados los sensores 5, 6. Además de la unidad de sensor de infrarrojos 6 ya mencionada, en el cardán 4 también hay una unidad de sensor de radar 5 como unidad de detección del entorno. La unidad de sensor de radar 5 está calibrada previamente para poner en la mira al mismo campo de observación B que la unidad de sensor infrarrojo pasivo 6. La unidad de infrarrojos pasiva 6 tiene una zona extendida de recepción y, por lo tanto, es muy adecuada para buscar una zona de observación B deseada. Si se ha identificado la zona de observación B y se ha centrado de forma adecuada para la unidad de sensor infrarrojo pasivo 6, como se ilustra en la FIG. 1, la unidad de sensor de radar 5, diseñada como unidad de detección de entorno, también se dirige automáticamente a esta zona de observación B. De esta forma, el amplio campo de visión de la unidad de infrarrojos pasiva 6 compensa la limitación del campo de visión de la unidad de sensor de radar 5.

45 Ventajosamente, la unidad de sensor de radar 5 presenta una alta resolución lateral y un gran alcance, lo que permite captar con detalle los objetos O en la zona de observación B. El vehículo ferroviario 2 dispone de una unidad de control 7 para controlar y orientar el dispositivo de detección del entorno 3.

50 En la FIG. 2 se muestra un diagrama de flujo 200 que ilustra un procedimiento de detección de entorno según un ejemplo de realización de la invención. En el paso 2.I, los datos del sensor de infrarrojos SD son detectados por una unidad de sensor de infrarrojos 5 utilizada como unidad de detección de la línea ferroviaria desde una zona de vigilancia frontal delante de un vehículo ferroviario 2. La unidad de sensor infrarrojo 5 está montada de forma estable respecto de su orientación en un cardán 4 junto con una unidad de sensor de radar 6 diseñada como unidad de detección de entorno.

55 En el paso 2.II se detectan una posición P y un trayectoria VL del tramo de línea ferroviaria situado delante del vehículo ferroviario 2 basándose en los datos del sensor de infrarrojos SD. En esto también se determina un

zona de observación B delante del vehículo ferroviario 2, que abarca el tramo de línea ferroviaria y, dado el caso, una zona periférica a su alrededor.

En el paso 2.III, el cardán 4 se orienta mediante una unidad de control 7 de tal manera que el campo de visión de la unidad de sensor de infrarrojos 5 se centra en la zona de observación B. De este modo, la unidad de sensor de radar 6, previamente calibrada en la unidad de sensor de infrarrojos 5, también se dirige a la zona de observación B.

De este modo, en el paso 2.IV se pueden detectar datos del sensor de radar de la zona de observación B con una mayor resolución lateral y de profundidad, así como un mayor alcance.

En la FIG. 3 se muestra una representación esquemática de la adquisición de datos complementarios por un radar 5 y una cámara infrarroja pasiva 6 de un dispositivo de detección de entorno 3 según un ejemplo de realización de la invención. En la parte izquierda de la imagen se muestra un tramo de línea ferroviaria 1 en el que se encuentra un vehículo ferroviario 2 con el dispositivo de detección de entorno 3 mencionado. El dispositivo de detección de entorno 3 detecta ahora datos complementarios d , v , M , h_1 , h_2 a través de sus dos unidades de sensores diferentes 5, 6. En este caso, la unidad de sensor de radar 5 del vehículo ferroviario 2 detecta en la zona de observación B, por ejemplo, un objeto O, así como su velocidad relativa v y distancia d a la unidad de sensor de radar 5 del vehículo ferroviario 2. La unidad de sensor de infrarrojos 6 detecta, de forma complementaria a la unidad de sensor de radar 5, la estructura lateral y la altura del cuerpo de vía GB. Por ejemplo, se detecta la altura h_1 , h_2 de los carriles 1a, así como las dimensiones de los durmientes 1b y la trayectoria de la vía o el trazado de la línea central M de las vías. En la sección derecha de la imagen se muestran tres vistas diferentes de un cuerpo de vía GB. En la representación parcial superior se muestra una sección transversal del cuerpo de vía GB. Las dimensiones detectadas pueden referirse, por ejemplo, a las alturas de los carriles h_1 , h_2 de los carriles 1a, pero también a las dimensiones y posiciones de los durmientes 1b. En una representación parcial central de la imagen de la derecha se muestra una vista superior del cuerpo de la vía GB. En la vista superior se muestra en particular la línea central M de la trayectoria de la vía, que también puede ser detectada por la unidad de sensores infrarrojos 6. En una representación parcial inferior en la parte derecha de la imagen, la FIG. 3 muestra una vista lateral de un cuerpo de vía GB. En esta representación se puede reconocer la trayectoria de altura $h_1(s)$ en función de la ruta de un carril 1a, que también puede ser detectada por la unidad de sensor infrarrojo 6.

En la FIG. 4 se muestra una vista superior esquemática 40 de un tramo de línea ferroviaria 1 en la que se ilustra un vehículo ferroviario 2 con un dispositivo de detección de entorno 3 según un ejemplo de realización de la invención. El vehículo ferroviario 2 tiene una velocidad relativa v con un componente radial v_r y un componente lateral v_l con respecto a un objeto detectado O. En otras palabras, el cardán del dispositivo de detección de entorno 3 no está alineado en la dirección de desplazamiento, sino en un ángulo α con respecto a él. Durante el desplazamiento del vehículo ferroviario 2 hacia el objeto detectado O, el ángulo α cambia debido al movimiento lateral y radial del vehículo ferroviario 2. Las imágenes del objeto O tomadas desde diferentes direcciones por la unidad de sensor de radar 5 pueden combinarse aplicando un algoritmo SAR para lograr una mejor resolución y un mayor campo de visión efectivo del radar 5.

En la FIG. 5 se muestra una vista superior 50 de un vehículo ferroviario 2 con un dispositivo de detección de entorno 3 según un ejemplo de realización de la invención con una unidad de sensor de radar 5a con giro electrónico de radiación. La unidad de sensor de radar 5a gira su radiación de radar en diferentes direcciones, de modo que se puede lograr un campo de visión ampliado con una resolución aumentada. La radiación de radar puede girarse tanto en dirección de elevación como también en dirección acimutal.

En la FIG. 6 se muestra una vista superior que ilustra una ampliación del alcance de un dispositivo de detección de entorno 3 de un vehículo ferroviario 1 según un ejemplo de realización de la invención más allá del alcance de una unidad de sensor infrarrojo pasivo 6 utilizada como unidad de detección de la línea ferroviaria. Como se puede ver en la FIG. 6, el alcance de la unidad de sensor de infrarrojos 6 no es suficiente para detectar la zona de observación deseada B alrededor del objeto O. Para poder orientar la unidad de sensor de radar 5 a esta zona lejana B, la trayectoria detectada de la línea ferroviaria 1 se complementa con datos cartográficos K, que se muestran en la FIG. 6 en una representación parcial derecha. Dado que en los datos cartográficos K la trayectoria de la línea ferroviaria también es visible más allá del alcance de la unidad de sensor de infrarrojos 6, la posición de la zona de observación B puede determinarse sobre la base de la medición de infrarrojos y de los datos cartográficos K, y ahora el cardán 4 del dispositivo de detección de entorno 3 puede orientarse de manera que la zona de observación deseada B se encuentre en el campo de visión de la radiación de radar de la unidad de sensor de radar 5.

Por último, se señala una vez más que los procedimientos y dispositivos descritos anteriormente son solo ejemplos de realización preferidos de la invención y que el experto puede variar la invención sin salir del rango de la invención, siempre que esté especificado por las reivindicaciones. Por razones de exhaustividad, se señala también que el uso de los artículos indeterminados "un" o "una" no excluye que las características en cuestión puedan existir también varias veces. Del mismo modo, el término "unidad" no excluye que esta esté formada por varios componentes, que también pueden estar distribuidos espacialmente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de detección del entorno (3) para un vehículo ferroviario (2), que presenta:
- una unidad de detección de la línea ferroviaria (5), que está diseñada para detectar una posición (P) y un trayectoria (VL) de una línea ferroviaria (1) en el entorno del vehículo ferroviario (2),
- 5 - una unidad de detección del entorno (6), que está dispuesta en una relación de orientación fija con respecto a la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) y está configurada para detectar el entorno del vehículo ferroviario (2),
- una unidad de cojinete (4) para el montaje conjunto de la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) y de la unidad de detección del entorno (6),
- 10 - una unidad de control (7),
- en el que
- la unidad de cojinete (4) está diseñada para montar la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) y la unidad de detección del entorno (6) de forma estable en cuanto a la orientación y
- 15 - la unidad de control (7) está diseñada para alinear la orientación (O) de la unidad de detección de entorno (6) con la posición detectada (P) y la trayectoria detectada (VL) de la línea ferroviaria (1), de modo que la unidad de detección de entorno (6) pueda detectar una zona de observación (B) que comprende la línea ferroviaria (1) y el entorno de la línea ferroviaria (1)
- caracterizado porque
- la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) está diseñada para detectar la posición y la trayectoria utilizando una de las siguientes técnicas de detección:
- 20 - una detección pasiva de imágenes infrarrojas,
- una tecnología de sensores activos, preferiblemente lidar.
2. Dispositivo de detección del entorno según la reivindicación 1, en el que la unidad de cojinete (4) incluye un cardán.
- 25 3. Dispositivo de detección del entorno según la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de cojinete (4) comprende una suspensión cardánica.
4. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de detección de las líneas ferroviarias (5) comprende una unidad de detección pasiva.
- 30 5. Dispositivo de detección de entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de detección de entorno (6) está diseñada para utilizar una técnica de detección de sensores activos, preferiblemente una de las siguientes técnicas de detección:
- Radar,
 - Lidar.
- 35 6. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) y la unidad de detección del entorno (6) están diseñadas para detectar o determinar datos complementarios entre sí.
7. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de detección del entorno (6) está configurada para detectar o determinar datos de al menos uno de los siguientes tipos de datos:
- 40 - la velocidad relativa entre un objeto detectado (O) y el vehículo ferroviario (2),
- la distancia de un objeto detectado (O) al vehículo ferroviario (2),
 - la ego posición del vehículo ferroviario (2).
- 45 8. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) está configurada para detectar o determinar datos de al menos uno de los siguientes tipos de datos:

- la estructura lateral de las vías de la línea ferroviaria detectada (1),
- la altura relativa de las vías de la línea ferroviaria detectada (1),
- la trayectoria de la vía de la trayectoria esperada del vehículo ferroviario (2).

5 9. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (4) está diseñada para orientar la unidad de detección del entorno (6) de tal manera que se logre una restricción activa del entorno detectado.

10 10. Dispositivo de detección del entorno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (7) está diseñada para orientar la unidad de detección del entorno (6) más allá de una zona de detección de la unidad de detección de la línea ferroviaria (5), en el que la trayectoria de la vía ferroviaria se extrapola más allá de la vía ferroviaria (1) detectada sobre la base de la ruta ferroviaria (1) detectada y de los datos cartográficos (KD).

11. Procedimiento de detección del entorno, en el que

15 - una posición (P) y una trayectoria (VL) de una línea ferroviaria (1) en el entorno de un vehículo ferroviario (2) son detectados por una unidad de detección de la línea ferroviaria (5), en cuyo caso la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) está diseñada para utilizar una de las siguientes técnicas de detección:

- una detección pasiva de imágenes por infrarrojos,
- una tecnología de sensores activos, preferiblemente lidar,

- el entorno del vehículo ferroviario (2) se detecta mediante la unidad de detección del entorno (6), que está dispuesta en una relación de orientación fija con respecto a la unidad de detección de la línea ferroviaria (5),

20 - la unidad de detección de la línea ferroviaria (5) y la unidad de detección del entorno (6) están montadas conjuntamente y con orientación estable en una unidad de cojinete (4),

25 - la orientación de la unidad de detección del entorno (6) se alinea mediante una unidad de control (7) con la posición detectada (P) y la trayectoria detectada (VL) de la línea ferroviaria (1), de modo que la unidad de detección del entorno (6) puede detectar una zona de observación (B) que comprende la línea ferroviaria (1) y el entorno de la línea ferroviaria (1).

12. Vehículo ferroviario (2), que presenta

- un dispositivo de detección del entorno (3) según una de las reivindicaciones 1 a 10.

30 13. Producto de programa informático con un programa informático que puede cargarse directamente en una unidad de memoria de una unidad de control (7) de un vehículo ferroviario (2), con secciones de programa para ejecutar todos los pasos del procedimiento según la reivindicación 11 cuando el programa informático se ejecuta en la unidad de control (7).

14. Medio legible por ordenador en el que se almacenan secciones de programa ejecutables por una unidad de ordenador para llevar a cabo todos los pasos del procedimiento según la reivindicación 11 cuando las secciones de programa son ejecutadas por la unidad de ordenador.

DIBUJOS

FIG 1

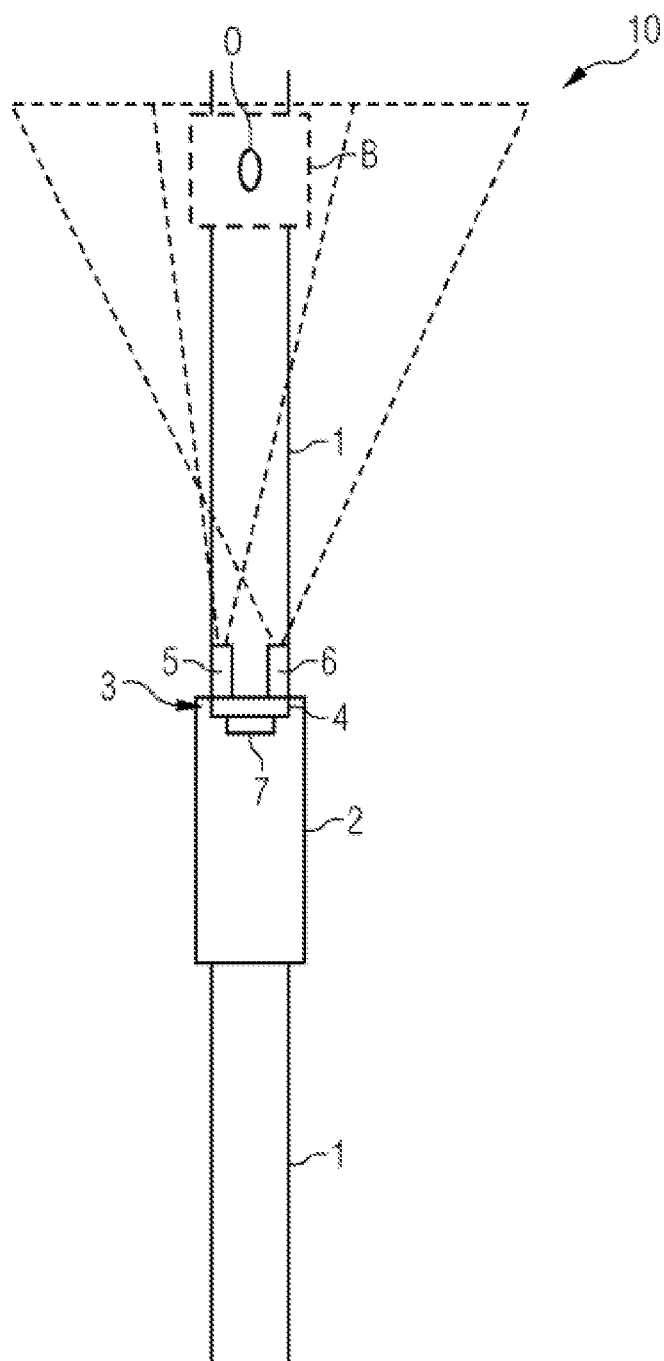


FIG 2

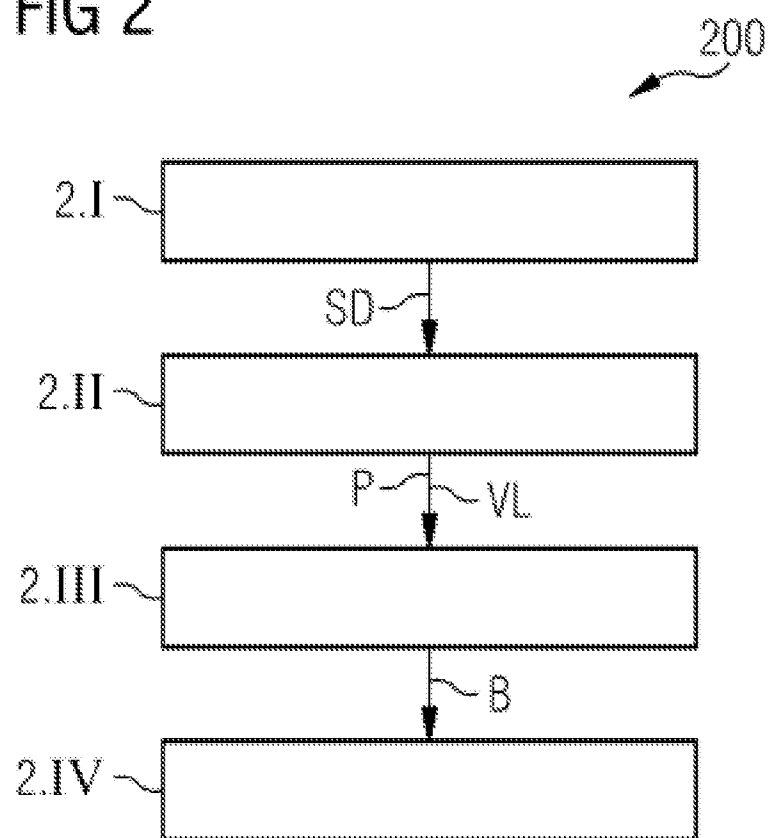


FIG 3

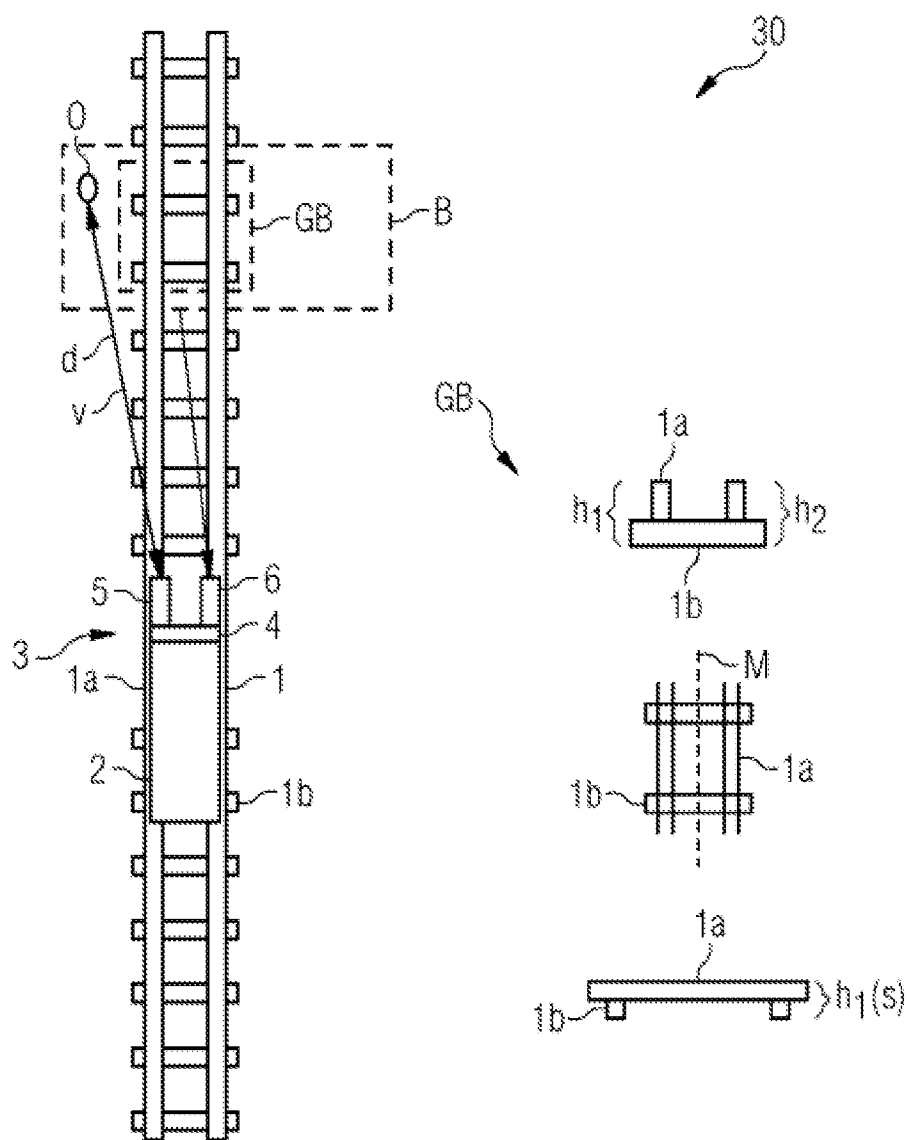


FIG 4

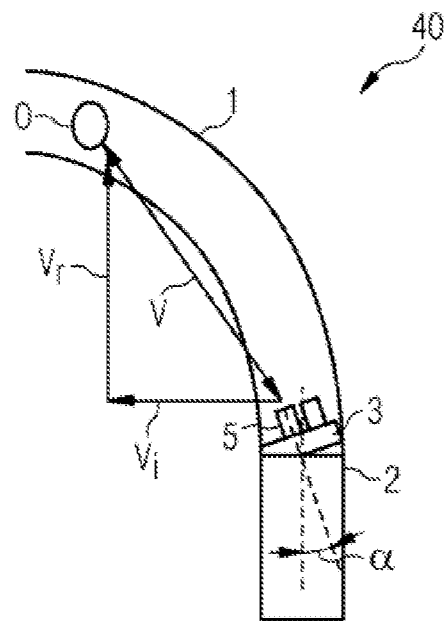


FIG 5

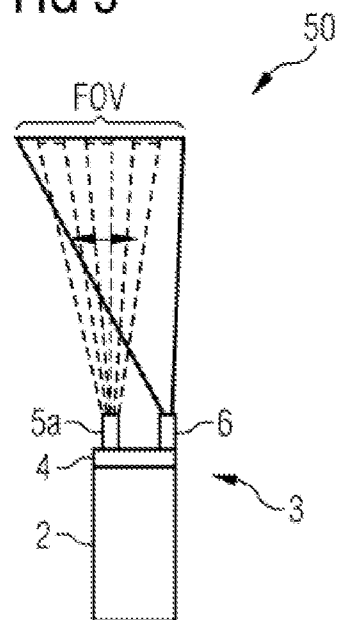


FIG 6

