

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 830**

51 Int. Cl.:

B61L 23/04 (2006.01)

B61L 27/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2015 PCT/EP2015/076211**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16075138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2015 E 15797627 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 3218244**

54 Título: **Operación de un vehículo sobre rieles con un sistema de generación de imágenes**

30 Prioridad:

10.11.2014 DE 102014222900

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

19.02.2019

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Eichhornstraße 3
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**FISCHER, MICHAEL y
NEWESELY, GERALD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 700 830 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

Operación de un vehículo sobre rieles con un sistema de generación de imágenes

La invención se refiere a un vehículo sobre rieles con un sistema de generación de imágenes para detectar un espacio fuera del vehículo sobre rieles. Además, la invención se refiere a un sistema para operar un vehículo sobre rieles.
5 Además, la invención se refiere a un procedimiento para operar un vehículo sobre rieles.

Se conoce en general operar vehículos sobre rieles sin conductor sobre trayectos que están libres de otro tráfico. Con respecto al transporte de personas, los vehículos sobre rieles están diseñados para cantidades de pasajeros mayores que la mayoría de los tipos de automóviles de calle. Ejemplos de vehículos sin conductor, sobre rieles, son los denominados transportes de personas (en inglés, *people mover*), que circulan entre las diferentes partes de los aeropuertos. En ese sentido, los vehículos sobre rieles tienen la ventaja de que son guiados sobre su carril por fuerzas actuantes desde afuera y no pueden abandonar el trayecto de marcha, en donde, sin embargo, en muchos sistemas existe la posibilidad de elegir en desvíos uno de varios caminos posibles. En virtud de la guía del carril, los vehículos sobre rieles no necesitan forzosamente un mecanismo de dirección, como en los automóviles de calle. Por ello, los vehículos sobre rieles son muy adecuados para el funcionamiento autónomo y sin conductor. En el funcionamiento sin conductor en zonas en las que tampoco circulan personas y/o vehículos guiados en carril, se puede garantizar en el funcionamiento sin conductor de vehículos sobre rieles que no se pondrán en peligro otros participantes del tráfico, en particular, debido a posibles colisiones.
10
15

Cuando los vehículos sobre rieles son manejados por un conductor, se pueden emplear sistemas de asistencia que ayudan al conductor en las decisiones que toma para el manejo del vehículo. Por ejemplo, se conocen sistemas de alerta de colisiones que alertan al conductor ante una posible colisión inminente. En tales sistemas, se pueden emplear, por ejemplo, sensores por radar, sensores ultrasónicos, sistemas láser de triangulación y/o dispositivos de generación de imágenes, como cámaras digitales, que generan imágenes bidimensionales del espacio fuera del vehículo sobre rieles. Mediante análisis de imágenes se puede determinar la profundidad de un posible objeto de colisión, es decir, la distancia del dispositivo de generación de imágenes. Aquí, además del empleo de sistemas estéreo, también entra en consideración la comparación de objetos de imagen en diversas imágenes con posiciones de profundidad conocidas que se pueden determinar, por ejemplo, en calzadas, a lo largo de las cuales se extienden objetos en distancias constantes o en longitud conocida.
20
25

Sin embargo, además de la ventaja de no requerir necesariamente un dispositivo de dirección, al funcionamiento de vehículos sobre rieles también está asociada la desventaja de que, durante una colisión inminente, no es posible ningún desvío y tampoco se puede evitar el obstáculo durante el frenado a tiempo. Ligado a ello está la exigencia de que el vehículo sobre rieles, según su envolvente, la cual está determinada por la expansión máxima de la sección transversal del vehículo, necesita siempre de suficiente espacio, que se extiende estacionariamente a lo largo del trayecto de recorrido. La envolvente está determinada también por efectos estáticos, en particular, efectos cinemáticos, y también por efectos dinámicos, en particular, deformaciones elásticas (por ejemplo, recorridos de resorte) del vehículo. A diferencia de los camiones y otros vehículos que son operados de manera muy dirigible en las calles, los vehículos sobre rieles tienen longitudes de vehículo, medidas en el sentido de avance, habitualmente mayores, lo que repercute en la distancia de guarda necesaria durante los avances en curvas y dificulta la detección del espacio exterior del vehículo, relevante para el funcionamiento del vehículo. En comparación con los vehículos de calle con neumáticos de goma, en el caso de vehículos sobre rieles que marchan sobre rieles de conducción de metal, también se pueden transmitir fuerzas más pequeñas de aceleración y frenado a la calzada.
30
35
40

Por eso razón, una operación autónoma y sin conductor de un vehículo sobre rieles plantea exigencias especiales en lugares de tránsito que no están libres de otro tránsito.

En el documento US 2014/218482 A1 se describe el uso de cámaras muy separadas entre sí y coordinadas, que permiten a los coches reconocer obstáculos y calcular la distancia a ellos. Esto posibilita, a su vez, una reacción rápida y un frenado a tiempo, a fin de evitar accidentes.
45

En el documento DE 44 46 452 A1 se describe un dispositivo de guía de marcha y un procedimiento de guía de marcha para un vehículo que contiene un dispositivo estereoscópico de procesamiento de imágenes para un objeto fuera del vehículo, que se proyecta mediante un sistema de proyección (10) que está dispuesto en el vehículo, con un elemento detector de construcción para detectar varias construcciones y objetos diferentes mediante el empleo de datos de posición tridimensionales que se calculan para cada zona de un objeto de acuerdo con los datos de distribución de distancia del dispositivo estereoscópico de procesamiento de imágenes, además de un dispositivo de cálculo de
50

5 distancia de separación para el correspondiente cálculo de la próxima distancia como distancias derecha e izquierda de separación, en cada caso entre una línea prolongada del lado izquierdo o derecho del vehículo y de cada uno de los extremos en el lado del vehículo de varias construcciones diferentes detectadas por el dispositivo y un dispositivo de información que informa al conductor datos referidos a estas distancias de separación, a fin de obtener así una distribución de distancia de toda la imagen, en función de las posiciones absolutas de desvío de acuerdo con el par de imágenes estereoscópicas según un principio de triangulación.

10 Es un objetivo de la presente invención indicar un vehículo sobre rieles con un sistema de generación de imágenes y un procedimiento para operar un vehículo sobre rieles similar, que posibiliten una operación de conducción confiable y autónoma. Es otro objetivo poder continuar lo más posible la operación de conducción incluso cuando un obstáculo bloquee o parezca bloquear el trayecto. Para ello se ha de detallar un sistema para operar un vehículo sobre rieles y un procedimiento para operar el sistema.

15 A continuación, se indican tres medidas con las que se incrementa la confiabilidad durante el funcionamiento autónomo y sin conductor de un vehículo sobre rieles, pero también durante una operación con conductor en el vehículo sobre rieles. Estas medidas se llevan a cabo o se realizan preferentemente todas, las tres, en combinación entre sí. Sin embargo, también es posible implementar las tres medidas por separado o una combinación arbitraria de dos de las medidas. En particular, se puede llevar a cabo cualquiera de las medidas, y se pueden indicar las otras dos medidas por separado o en combinación entre sí como perfeccionamiento de la medida. Cada una de las medidas puede contener un dispositivo o un sistema, y adicionalmente un procedimiento operativo para operar el dispositivo o el sistema.

20 Solo la primera medida es objeto de las reivindicaciones independientes de patente adjuntas. Siempre que se describe la realización de la segunda medida y/o de la tercera medida sin la realización de la primera medida, esto no se refiere, por lo tanto, a ejemplos de realización que caen dentro de las reivindicaciones de patente adjuntas.

25 De acuerdo con una primera medida, un vehículo sobre rieles presenta un sistema de generación de imágenes para detectar un espacio fuera del vehículo sobre rieles, en el que está prevista una gran cantidad de dispositivos de generación de imágenes que forman un primer par estéreo y un segundo par estéreo. Los dispositivos de generación de imágenes de cada par estéreo detectan una parte común del espacio desde diferentes ángulos de visión, con lo que posibilita un cálculo de información de profundidad. Sin embargo, un cálculo semejante no es forzosamente necesario. Más bien, las imágenes generadas por el respectivo par estéreo se pueden presentar solo de modo separado, en particular, se presentan de tal forma que una persona percibe con el ojo derecho la imagen de uno de los dispositivos de generación de imágenes y, con el ojo izquierdo, la imagen del otro dispositivo de generación de imágenes del par estéreo. Por lo tanto, se produce la misma sensación o una sensación espacial similar, como si la persona observara el espacio directamente con sus propios ojos.

30 La separación de los dispositivos de generación de imágenes del primer par estéreo es, en particular, mayor que la distancia de los dispositivos de generación de imágenes del segundo par estéreo. Por eso, se necesitan, por lo menos, tres dispositivos de generación de imágenes. Sin embargo, es un conocimiento que sirve de base para la invención que el sistema de generación de imágenes está disponible de forma más confiable cuando el sistema de generación de imágenes presenta, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes, en donde, en cada caso, dos dispositivos de generación de imágenes forman un par estéreo. Es que si fallara aquel dispositivo con solo tres dispositivos de generación de imágenes presentes o no fuera utilizable sin desperfectos (es decir, sin defectos), el cual participa en ambos pares estéreo, ya no sería posible una detección estereoscópica de imágenes. Por el contrario, con por lo menos cuatro dispositivos de generación de imágenes, la falla de un dispositivo de generación de imágenes no da lugar a que se afecte el funcionamiento de ambos pares estéreo. Por lo menos un par estéreo sigue estando en condición de funcionar. Además, si aún se pueden usar sin defectos por lo menos las imágenes de tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes, se pueden formar dos pares de imágenes estéreo. En consecuencia, los tres dispositivos de generación de imágenes forman dos pares estéreo de dispositivos y proporcionan dos pares de imágenes estéreo. Por ello, para ambos pares de imágenes estéreo se emplea, por lo menos, una imagen de uno de los tres dispositivos de generación de imágenes. La indicación "por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes" incluye expresamente el caso en el que el sistema de generación de imágenes tenga más de cuatro dispositivos de generación de imágenes. Esto vale también para todos los diseños de la invención descritos a continuación.

50 En lo sucesivo, por un dispositivo fallado de generación de imágenes se entiende que este dispositivo de generación de imágenes no puede generar ninguna imagen, que este dispositivo de generación de imágenes no puede generar

ninguna imagen útil para el análisis y/o que no tiene lugar una transmisión de una imagen o de imágenes de este dispositivo de generación de imágenes a un dispositivo de análisis. Por un dispositivo defectuoso de generación de imágenes se entiende que este dispositivo de generación de imágenes genera, por lo menos, una imagen defectuosa y/o que es defectuosa una transmisión de una imagen o de imágenes de este dispositivo de generación de imágenes al dispositivo de análisis. La causa de una imagen defectuosa puede ser también, por ejemplo, un obstáculo entre un objeto a observar fuera del vehículo y el dispositivo de generación de imágenes. La imagen defectuosa no permite, por ejemplo, reconocer el objeto, o proyecta el objeto solo de manera poco nítida. Por ejemplo, si se mueve un limpiaparabrisas del vehículo a lo largo de un parabrisas y provoca una o varias imágenes defectuosas de una secuencia de imágenes del dispositivo de generación de imágenes. Por ello, se prefiere que no se decida necesariamente justo después de reconocer una imagen defectuosa, no usar más las imágenes del dispositivo de generación de imágenes. Por ejemplo, se puede tolerar una o varias imágenes defectuosas de una secuencia de imágenes, si después se genera nuevamente, por lo menos, una imagen libre de defectos en la misma secuencia y/o se la reconoce, de nuevo, mediante el análisis de las imágenes de la secuencia de imágenes, a partir de por lo menos una imagen de la secuencia de imágenes. Se puede decir, por ejemplo, de manera condicionada por la situación, si se pueden seguir usando las imágenes generadas por el dispositivo de generación de imágenes y, por ello, se puede prescindir de la formación de otros pares estéreo.

En particular, se propone: un vehículo sobre rieles con un sistema de generación de imágenes para detectar un espacio fuera del vehículo sobre rieles, en donde

- el sistema de generación de imágenes presenta cuatro dispositivos de generación de imágenes,
- 20 - durante una operación del sistema de generación de imágenes, cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes genera o puede generar imágenes bidimensionales del espacio,
 - un primer y un segundo dispositivo de los cuatro dispositivos de generación de imágenes están dispuestos a una primera distancia entre sí en el vehículo sobre rieles y forman un primer par estéreo que detecta una primera parte común del espacio desde diferentes ángulos de visión,
 - 25 - un tercer y un cuarto dispositivo de los cuatro dispositivos de generación de imágenes están dispuestos a una segunda distancia entre sí en el vehículo sobre rieles y forman un segundo par estéreo que detecta una segunda parte común del espacio desde diferentes ángulos de visión,
 - la primera distancia es mayor que la segunda distancia,
 - la primera parte común del espacio y la segunda parte común del espacio tienen una zona espacial común,
- 30 - un dispositivo de análisis del sistema de generación de imágenes que está conectado a los cuatro dispositivos de generación de imágenes, durante una operación del sistema de generación de imágenes, recibe datos de imagen de los cuatro dispositivos de generación de imágenes,

en el que el sistema de generación de imágenes reconoce cuando no es posible o es defectuoso un análisis de datos de imagen de un dispositivo de generación de imágenes fallado y/o defectuoso de los cuatro dispositivos de generación de imágenes durante una fase operativa del sistema de generación de imágenes, en el que el dispositivo fallado y/o defectuoso de generación de imágenes puede ser cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes,

en el que el dispositivo de análisis durante la fase operativa usa los datos de imagen que el dispositivo de análisis recibe de otros tres dispositivos de los cuatro dispositivos de generación de imágenes que no son el dispositivo de generación de imágenes fallado y/o defectuoso, como datos de imagen que contienen un primer par de imágenes estéreo y un segundo par de imágenes estéreo, en el que el primer par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes que están dispuestos a una tercera distancia entre sí en el vehículo sobre rieles, y el segundo par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes que están dispuestos a una cuarta distancia entre sí en el vehículo sobre rieles, y en el que la tercera distancia y la cuarta distancia tienen diferente tamaño.

Además, se propone un procedimiento para operar un vehículo sobre rieles, en donde

- un sistema de generación de imágenes del vehículo sobre rieles con, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes detectan un espacio fuera del vehículo sobre rieles,

- cada uno de los, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes generan o puede generar imágenes bidimensionales del espacio,

5 - un primer y un segundo dispositivo de los, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes están dispuestos a una primera distancia entre sí en el vehículo sobre rieles y forman un primer par estéreo que detecta una primera parte común del espacio desde diferentes ángulos de visión,

- un tercer y un cuarto dispositivo de los, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes están dispuestos a una segunda distancia entre sí en el vehículo sobre rieles y forman un segundo par estéreo que detecta una segunda parte común del espacio desde diferentes ángulos de visión,

- la primera distancia es mayor que la segunda distancia,

10 - la primera parte común del espacio y la segunda parte común del espacio tienen una zona espacial común,

- un dispositivo de análisis del sistema de generación de imágenes que está conectado a los cuatro dispositivos de generación de imágenes, durante una operación del sistema de generación de imágenes recibe datos de imagen de los cuatro dispositivos de generación de imágenes,

15 en el que el sistema de generación de imágenes reconoce cuando no es posible o es defectuoso un análisis de datos de imagen de un dispositivo de generación de imágenes fallado y/o defectuoso de los cuatro dispositivos de generación de imágenes durante una fase operativa del sistema de generación de imágenes, en el que el dispositivo fallado y/o defectuoso de generación de imágenes puede ser cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes,

20 en el que el dispositivo de análisis durante la fase operativa usa los datos de imagen que recibe de otros tres dispositivos de los cuatro dispositivos de generación de imágenes que no son el dispositivo de generación de imágenes fallado y/o defectuoso, como datos de imagen que contienen un primer par de imágenes estéreo y un segundo par de imágenes estéreo, en el que el primer par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes que están dispuestos a una tercera distancia entre sí en el vehículo sobre rieles, y el segundo par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes que están dispuestos a una cuarta distancia entre sí en el vehículo sobre rieles, y en el que la tercera distancia y la cuarta distancia tienen diferente tamaño.

Por supuesto, la tercera distancia o la cuarta distancia pueden coincidir con la primera distancia o la segunda distancia, dependiendo de cuáles pares estéreo estaban formados antes de la falla o el defecto.

30 En el caso del vehículo sobre rieles se trata, en particular, de un vehículo liviano sobre rieles, por ejemplo, un tranvía o tren suburbano.

Se debe aclarar otra vez que también durante el funcionamiento sin defectos del sistema de generación de imágenes, si cuatro dispositivos de generación de imágenes están disponibles sin defectos, existen dos posibilidades de generar el primer par de imágenes estéreo y el segundo par de imágenes estéreo. Según la primera posibilidad, todos, los cuatro, dispositivos de generación de imágenes proveen imágenes que se usan para los pares de imágenes estéreo. Preferentemente, el sistema de generación de imágenes se puede operar de esa manera. De acuerdo con la segunda posibilidad, se emplean solo imágenes de tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes para los dos pares de imágenes estéreo, es decir, por lo menos una imagen de los tres dispositivos de generación de imágenes se usa para los dos pares de imágenes estéreo. En la terminología empleada más arriba, el primer dispositivo de generación de imágenes es entonces también el tercer o el cuarto dispositivo de generación de imágenes, o el segundo dispositivo de generación de imágenes es también el tercer o el cuarto dispositivo de generación de imágenes.

45 Por ejemplo, el dispositivo de análisis y/u otro dispositivo del sistema de generación de imágenes puede reconocer que un análisis de datos de imagen del dispositivo fallado y/o defectuoso de generación de imágenes no es posible o es defectuoso. Otro dispositivo semejante puede ser, por ejemplo, un dispositivo que procesa las imágenes generadas por los dispositivos de generación de imágenes únicamente con el fin de reconocer la falla y/o el defecto de un dispositivo de generación de imágenes. En este caso, el dispositivo adicional emite una señal al dispositivo de análisis, por ejemplo, una señal que contiene inequívocamente la información sobre el dispositivo fallado y/o defectuoso de generación de imágenes. Para reconocer la falla y/o el defecto se puede verificar, por lo menos, una imagen en particular en cuanto a la plausibilidad de su contenido de imagen. Preferentemente, los dispositivos de generación de

imágenes generan imágenes de manera ininterrumpida en el transcurso del tiempo y se analiza la secuencia correspondiente de imágenes también con el fin de reconocer la falla y/o el defecto. Al hacerlo, en una imagen de la secuencia de imágenes se puede reconocer, por lo menos, un objeto (por ejemplo, otro vehículo o una persona). En el análisis se intenta reconocer este objeto también en las siguientes imágenes de la misma secuencia de imágenes. Si el objeto ha desaparecido de manera no plausible en por lo menos una de las siguientes imágenes y/o se ha movido de manera no plausible, se puede determinar que el dispositivo de generación de imágenes está defectuoso o que por lo menos están defectuosos la transmisión o el análisis de imágenes de este dispositivo de generación de imágenes. En el caso de una falla de un dispositivo de generación de imágenes, por lo general, esto se puede comprobar de manera sencilla por el hecho de que el dispositivo de análisis y/o el otro dispositivo no recibió ninguna imagen de señal que corresponda a una imagen o que la señal de imagen recibida tiene una propiedad característica de una falla, por ejemplo, que la distribución de los valores de imagen corresponde a un ruido blanco o que demasiados valores de imagen tienen igual tamaño.

Dado que ante una falla o un defecto de uno de los dispositivos de generación de imágenes siempre siguen estando disponibles tres dispositivos de generación de imágenes y también se los pone a disposición para el análisis de dos pares de imágenes estéreo, la confiabilidad durante la detección de la zona espacial es elevada. Allí, en todo caso, con una disposición de los tres dispositivos de generación de imágenes que no están dispuestos en los vértices de un triángulo equilátero, siempre es posible definir dos pares estéreo de los dispositivos de generación de imágenes en los que los dispositivos de generación de imágenes de los diversos pares estéreo tienen distancias diferentes. Este es el caso, en particular, en la realización descrita a continuación, con dispositivos de generación de imágenes dispuestos uno al lado del otro. Dado que se han de formar dos pares estéreo semejantes con diferentes distancias ante una falla y/o un defecto de un dispositivo cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes y en el análisis de las imágenes se forman también los correspondientes pares de imágenes estéreo, generalmente se indica que ningún grupo arbitrario de tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes está dispuesto como los vértices de un triángulo equilátero.

En particular, por lo menos tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes pueden estar dispuestos de manera adyacente, de modo que todas las distancias entre los, por lo menos, tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes están definidas situadas una detrás de la otra en un plano común. De este modo, se garantiza que los pares estéreo formados a partir de los dispositivos de generación de imágenes tengan diferentes distancias entre los dispositivos de generación de imágenes del par correspondiente. Por ello, cada uno de los pares estéreo puede estar conformado para detectar la zona espacial común, pero, sin embargo, con diferente nitidez.

Por lo general, se prefiere, no solo en los dispositivos de generación de imágenes dispuestos uno al lado del otro, que los dispositivos ópticos de los dispositivos de generación de imágenes tengan en cada caso, en una fase operativa del dispositivo de generación de imágenes, una distancia focal constante. Una detección de imágenes con distancias focales constantes es especialmente confiable y rápida. Al estar presentes varios objetos de interés en la zona espacial detectada, se evita el problema de tener que determinar en cuál de los objetos la imagen se presenta nítida. También se puede ahorrar el tiempo para hacer foco (es decir, el ajuste de la distancia focal) y se pueden generar más imágenes por intervalo de tiempo en una secuencia de imágenes. Sin embargo, esto no excluye que, al pasar de una primera fase operativa a una segunda fase operativa, por ejemplo, porque se ha reconocido una falla y/o un defecto de uno de los dispositivos de generación de imágenes, se modifique la distancia focal del dispositivo óptico, por lo menos, de uno de los dispositivos de generación de imágenes. Incluso se prefiere una modificación semejante a fin de optimizar el sistema de generación de imágenes en la segunda fase operativa. En particular, se puede ajustar aquel dispositivo de generación de imágenes que brinda imágenes para los dos pares de imágenes estéreo, a una distancia focal menor que la anterior. Esto se basa en el conocimiento de que una detección de objetos (en particular, una detección del contorno del objeto respectivo) en una separación que es claramente mayor que la distancia focal) es perfectamente posible, mientras que una detección de objetos en una separación que es claramente menor que la distancia focal, no es posible o da lugar a errores considerables durante el análisis.

Preferentemente, el primer y el segundo dispositivo de generación de imágenes y/o el tercer y el cuarto dispositivo de generación de imágenes están separados entre sí en dirección horizontal, y la primera distancia y la segunda distancia están referidas a la dirección horizontal. Esto no excluye (aun cuando no se lo prefiera) que los dos dispositivos de generación de imágenes del mismo par estéreo (es decir, el primer y el segundo dispositivo de generación de imágenes o el tercer y el cuarto dispositivo de generación de imágenes) estén dispuestos a diferente altura en el vehículo sobre rieles o sobre él, en el que se prefiere una disposición a la misma altura y/o están dispuestos en diferentes posiciones longitudinales en la dirección longitudinal del vehículo, en el que se prefiere una disposición en la misma posición longitudinal. Sin embargo, es posible, en particular, que el primer y el tercer dispositivo de generación

de imágenes estén dispuestos uno sobre el otro en la misma posición horizontal o que estén dispuestos inmediatamente, si se tiene en cuenta su forma constructiva, uno al lado del otro, a la menor distancia horizontal posible entre sí en dirección horizontal. En estos dos casos, por ejemplo, los pares de imagen estereoscópicas registrados por el primer par estéreo y el segundo par estéreo se pueden analizar juntos de manera especialmente sencilla, porque la primera parte común del espacio fuera del vehículo sobre rieles detectada por el primer par estéreo y la segunda parte común del espacio detectada por el segundo par estéreo tienen en cada caso un punto de referencia definido por el primer y el tercer dispositivo de generación de imágenes, en el que los dos puntos de referencia tienen, por lo menos aproximadamente en la misma posición horizontal o con disposición en dirección horizontal uno al lado del otro, la menor distancia horizontal posible entre sí.

En particular, para cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imagen puede aplicarse que las distancias a cada uno de los otros cuatro dispositivos de generación de imágenes sean de diferente tamaño. Por eso, ante una falla o un defecto de un dispositivo cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes siempre se puede construir pares estéreo convenientes de los dispositivos de generación de imágenes, cuyos pares de imágenes estéreo son muy apropiados para la detección de la zona espacial común con diferentes profundidades de detección. Esto significa que, por ejemplo, el primer par de imágenes estéreo detecta bien la zona espacial común en distancias mayores al vehículo y el segundo par de imágenes estéreo detecta bien la zona espacial común en distancias menores al vehículo.

En particular, según el principio de la triangulación se puede calcular información sobre la profundidad de objetos de imagen que están detectados o que se detectan en las imágenes de un par estéreo de imagen. Debido a la distancia de los dispositivos de generación de imágenes del mismo par estéreo que registra o ha registrado el par de imágenes estéreo, y en virtud del hecho de que los dispositivos de generación de imágenes observan el mismo objeto de imagen o bien la misma parte del objeto de imagen desde diferentes ángulos de visión, resulta un triángulo en el espacio fuera del vehículo sobre rieles. Allí se forman, por ejemplo, correspondencias de puntos de imagen en las mismas dos imágenes del mismo par de imágenes estéreo. Se conocen en sí mismas realizaciones de procedimientos estereoscópicos para obtener información de profundidad y por eso no se los describe aquí con mayor detalle. Por ello, en particular, es posible y se realiza preferentemente también en configuraciones de la presente invención de tal forma que se calculan posiciones de profundidad para una multiplicidad de objetos de imagen que fueron detectados por los pares de imágenes estéreo. En particular, allí se refiere la posición de profundidad a un punto de referencia del par estéreo, el cual está situado, por ejemplo, en el centro entre los dos dispositivos de generación de imágenes del par estéreo.

Preferentemente, el primer par estéreo está conformado y/o se usa para detectar objetos de imagen y, de manera opcional, sus posiciones de profundidad, que tienen una mayor profundidad que los objetos de imagen que se detectan o que fueron detectados por el segundo par estéreo. El primer par estéreo es más apto para detectar objetos con profundidades mayores, ya que la distancia de los dispositivos de generación de imágenes del primer par estéreo es mayor que la distancia de los dispositivos de generación de imágenes del segundo par estéreo. En particular, el sistema de generación de imágenes puede ser conformado de manera correspondiente para que los puntos medios de las imágenes detectadas por el primer par estéreo coincidan en una posición mayor de profundidad en un punto espacial común que en el segundo par estéreo. Expresado de otro modo, la primera parte común del espacio que es detectada por el primer par estéreo se sitúa preponderantemente en posiciones mayores de profundidad que la segunda parte común del espacio que es detectado por el segundo par estéreo. Esto ya se logra, por ejemplo, al ser la distancia de los dispositivos de generación de imágenes del primer par estéreo mayor que la del segundo par estéreo y, opcionalmente, al ser la diferencia de ángulo de observación del primer par estéreo con respecto a los centros de imagen del mismo tamaño que la diferencia de ángulo de observación del segundo par estéreo con respecto a los centros de imagen. La diferencia de ángulo de observación es la desviación del ángulo de observación del otro dispositivo de generación de imágenes del mismo par estéreo. Sin embargo, la diferente alineación de profundidad también se logra con configuraciones que se apartan de estas diferencias de ángulo de observación de igual tamaño. Por ejemplo, la diferencia de ángulo de observación del primer par estéreo puede ser menor que la del segundo par estéreo. De modo alternativo o adicional, el ángulo de apertura de las zonas espaciales detectado por los dispositivos de generación de imágenes del primer par estéreo puede ser menor que para el segundo par estéreo.

Se prefiere que se calculen los primeros pares de imágenes estéreo, es decir, las imágenes generadas por los dispositivos de generación de imágenes del primer par estéreo, y los segundos pares de imágenes estéreo, es decir, las imágenes generadas por los dispositivos de generación de imágenes del segundo par estéreo, en principio independientes entre sí (pero, en particular, en la misma unidad de procesamiento) y, de esta manera, se obtenga información de profundidad. Por ejemplo, la información de profundidad consiste en la posición de profundidad de, por

lo menos, un objeto fuera del vehículo. Además, se prefiere que la información de profundidad adquirida a partir del primer par de imágenes estéreo se compare con la información de profundidad adquirida a partir de los segundos pares de imágenes estéreo. Por ejemplo, se comparan posiciones de profundidad que fueron determinadas tanto mediante el análisis del primer par de imágenes estéreo como también del segundo par de imágenes estéreo para el mismo objeto. En el caso del objeto, se puede tratar, en particular, de un participante del tráfico, por ejemplo, un camión de calle o un peatón. Además, se prefiere que, tanto a partir de una secuencia temporal de primeros pares de imágenes estéreo registradas una detrás de otra, como también a partir de una secuencia de segundos pares de imágenes estéreo registradas una detrás de otra, se determine información sobre un movimiento de un objeto detectado por el primer par estéreo y el segundo par estéreo, por ejemplo, mediante la determinación recurrente de la posición de profundidad del objeto y preferentemente por la determinación adicional de la posición transversal a la dirección de la profundidad. Puede ser resultado de una determinación semejante del movimiento del objeto, por ejemplo, una colisión inminente con el vehículo sobre rieles. Otro resultado puede ser que el objeto no colisione con el vehículo sobre rieles. Para determinar el resultado, se puede extrapolar, por ejemplo, hacia el futuro, el movimiento determinado por pares de imágenes estéreo a partir de la secuencia respectiva.

En particular, mediante la comparación de los resultados del análisis del primer par de imágenes estéreo y del análisis del segundo par de imágenes se puede determinar si los resultados coinciden o, por lo menos, coinciden dentro de límites de tolerancias (en particular, predefinidos). Por ejemplo, está predefinida una tolerancia en la dirección de profundidad para el desvío de la posición de profundidad de un objeto determinada a partir del primer y del segundo par de imágenes, para poder diferenciar entre sí las posiciones de profundidad del mismo objeto determinadas a partir del primer y del segundo par de imágenes estéreo. Con ello se contemplan, por ejemplo, inexactitudes en la determinación de las posiciones de profundidad. Si las posiciones de profundidad discrepan entre sí en más de la tolerancia predefinida, es decir, la posición de profundidad de uno de los pares de imágenes estéreo se encuentra fuera del intervalo de tolerancia de la posición de profundidad del otro par de imágenes estéreo, se decide que los resultados no concuerdan entre sí. Esto se puede interpretar, en particular, como un indicio de un error en la detección de imágenes y/o en el análisis de imagen de uno de los dos pares de imágenes estéreo. Durante la determinación de movimientos a partir de secuencias de los pares de imágenes estéreo se puede proceder en consecuencia y, por ejemplo, se fija previamente una tolerancia para la posición de un objeto en el espacio detectado fuera del vehículo sobre rieles. La posición está determinada, en particular, por la posición de profundidad y, además, por dos valores de posición, perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de profundidad. Se hace posible una comparación, ya que la primera parte común del espacio que detecta el primer par estéreo, y la segunda parte común del espacio que detecta el segundo par estéreo, tienen una zona espacial común. Dicho de otro modo, se solapan la primera y la segunda parte común del espacio o, en un caso especial, ellas son idénticas.

En particular, los cuatro dispositivos de generación de imágenes están dispuestos de tal manera en una zona frontal del vehículo sobre rieles que la zona espacial común durante la marcha del vehículo sobre rieles se encuentra delante del vehículo sobre rieles, en el sentido de avance. Esto incluye también los casos en los que la zona espacial común se sitúa al costado del trayecto de marcha que el vehículo sobre rieles aún tiene por recorrer. En particular, para predecir si otros participantes del tráfico u objetos pueden colisionar con el vehículo sobre rieles son de interés estas zonas espaciales al costado del trayecto de marcha.

Debido a la zona espacial común, el primer par estéreo y el segundo par estéreo no detectan totalmente una parte lo más grande posible del espacio exterior del vehículo sobre rieles. Más bien, es una ventaja de la zona espacial común que sean posibles las comparaciones mencionadas. También es posible, ante la falla completa de uno de los pares estéreo, es decir, cuando dos de los cuatro dispositivos de generación de imágenes están fallados o están defectuosos, y los primeros o los segundos pares de imagen estéreo no están disponibles, una operación continua del vehículo sobre rieles empleando los pares de imágenes estéreo del par estéreo que aún está en condiciones de funcionar. En este caso, se puede operar el vehículo sobre rieles, en particular, en un modo de operación en el que el funcionamiento y, en particular, la operación de conducción está sometida a restricciones. Pero, no obstante, cuando aun dos pares de imágenes estéreo están disponibles, la relación de las distancias de los dispositivos de generación de imágenes de los correspondientes pares estéreo es desfavorable, pueden existir dichas restricciones. Por ejemplo, en este modo de operación puede ser más pequeña la velocidad máxima de marcha del vehículo sobre rieles frente al modo de operación con dos pares estéreo capaces de funcionar. Por ello, la zona espacial común se elige de tal forma, es decir, los dispositivos de generación de imágenes están configurados y/o orientados de tal modo, que las partes necesarias del espacio exterior para el funcionamiento del vehículo sobre rieles o de un sistema de asistencia al conductor se sitúan en la zona espacial común. En el caso descrito a continuación, esto es, por ejemplo, la parte del espacio exterior que se encuentra delante del vehículo sobre rieles, en el sentido de avance, con excepción de una parte espacial corta, por ejemplo, de una profundidad de unos 10 cm, que comienza inmediatamente en el frente del

vehículo sobre rieles. Debido a la distancia de los dispositivos de generación de imágenes entre sí, esta parte espacial corta no se puede detectar si, como se prefiere, los dispositivos de generación de imágenes están dispuestos dentro o fuera inmediatamente en el frente del vehículo sobre rieles. En este caso, "dentro" o "fuera" significa que el área de entrada del respectivo dispositivo de generación de imágenes, por el que penetra la radiación, por medio de la cual el dispositivo de generación de imágenes detecta el espacio exterior, se ubica dentro o fuera de la superficie envolvente del vehículo sobre rieles sin dispositivo de generación de imágenes. Una condición del área exactamente sobre la superficie envolvente se detecta como interior.

En el caso de los dispositivos de detección de imágenes, se trata preferentemente de cámaras digitales que, en particular, generan secuencias de imágenes digitales. Sin embargo, también son posibles procesos de registro por escaneo, en los que se detectan uno detrás de otro los elementos de imagen de cada una de las imágenes bidimensionales en una secuencia rápida para, de esta manera, obtener la información completa de la imagen. Por otra parte, de forma opcional, es posible irradiar el espacio a detectar y detectar la radiación reflejada hacia el dispositivo de generación de imágenes. Además, la radiación detectada no se limita a radiación visible para los seres humanos. Más bien, de modo alternativo o adicional, también se puede detectar radiación en otro intervalo de longitudes de onda. También es posible la detección de ondas acústicas. Sin embargo, se prefiere que por lo menos se detecte también radiación visible de los dispositivos de generación de imágenes.

La detección del espacio o de una parte del espacio en el sentido de avance delante del vehículo sobre rieles mediante el uso del sistema de generación de imágenes se puede realizar por medio de sistema de asistencia al conductor, en particular, a bordo del vehículo sobre rieles. En el caso de un vehículo sin conductor sobre rieles, la detección posibilita, como se implementa más abajo aún con mayor detalle, en la tercera medida, una tele supervisión y/o un telecontrol del vehículo sobre rieles.

La segunda medida, que se propone a continuación para elevar la confiabilidad durante la utilización de un sistema de generación de imágenes, se refiere al procesamiento y/o la transmisión de la información de imagen generada por los dispositivos de generación de imágenes. Como se ha mencionado, esta segunda medida también es aplicable cuando no están presentes o no se operan cuatro dispositivos de generación de imágenes, de los cuales dos forman respectivamente un par estéreo. La misión se basa en la segunda medida de detallar un vehículo sobre rieles y/o un procedimiento para operar un vehículo sobre rieles, en el que se eleva la confiabilidad del uso de un sistema de generación de imágenes, en particular, para el funcionamiento autónomo y sin conductor. Sin embargo, la segunda medida también se puede aplicar cuando únicamente por lo menos un sistema de asistencia al conductor usa el sistema de generación de imágenes.

Una idea fundamental de la segunda medida consiste en que se procesa y/o se transmite la información de imagen generada por el sistema de generación de imágenes con el uso de dispositivos existentes con redundancia.

En particular, se propone que el sistema de generación de imágenes presente una primera unidad de procesamiento y una segunda unidad de procesamiento que estén conectadas respectivamente mediante conexiones de señal de imagen a cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes, en el que la primera unidad de procesamiento y la segunda unidad de procesamiento están diseñadas para calcular, de manera independiente entre ellas, información de profundidad sobre una profundidad de objetos de imagen durante una operación del sistema de generación de imágenes a partir de señales de imagen recibidas por medio de las conexiones de señal de imagen, que fueron detectados con las imágenes bidimensionales del primer par estéreo y/o el segundo par estéreo, en el que la profundidad se extiende en una dirección perpendicular a un plano de imagen de las imágenes bidimensionales.

A ello corresponde un diseño del procedimiento operativo, en el que desde el primero hasta el cuarto dispositivo de generación de imágenes transmite, mediante conexiones de señal de imagen, imágenes de señal tanto a una primera unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles, como también a una segunda unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles, y la primera unidad de procesamiento y la segunda unidad de procesamiento calculan de manera independiente entre sí información de profundidad a partir de señales de imagen, por medio de una profundidad de objetos de imagen, que fueron detectados con imágenes bidimensionales por el primer par estéreo y/o el segundo par estéreo, en el que la profundidad se extiende en una dirección transversal a un plano de imagen de las imágenes bidimensionales. Si, debido a la falla o al defecto de uno de los dispositivos de generación de imágenes solo tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes generan y proporcionan imágenes, se transmiten las señales de imagen de estos tres dispositivos de generación de imágenes tanto a la primera unidad de procesamiento como a la segunda unidad de procesamiento.

De manera generalizada, en un sistema de generación de imágenes que presenta por lo menos un dispositivo de

generación de imágenes, el o los dispositivos de generación de imágenes están conectados mediante conexiones de señal de imagen tanto a una unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles como a una segunda unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles y, durante el funcionamiento, transmiten señales de imagen tanto a la primera como a la segunda unidad de procesamiento. Las dos unidades de procesamiento procesan, independientemente entre sí, la información de imagen así obtenida. A causa de ello, ante la falla de una conexión de señal o de una de las unidades de procesamiento, se hace posible una operación continua, usando los resultados del procesamiento de imágenes. Por ello, en el caso de un sistema de generación de imágenes con al menos un par estéreo, a pesar de la falla, se puede adquirir y utilizar información de profundidad. Esto es importante para una operación, sin conductor, del vehículo sobre rieles.

La primera y la segunda unidad de procesamiento pueden estar dispuestas en una carcasa común o a una distancia entre sí en el vehículo sobre rieles. En cada caso, es ventajoso que las unidades de procesamiento analicen la misma información de imagen independientemente entre sí.

Preferentemente, durante la operación de ambas unidades de procesamiento se realiza una comparación de los resultados de la información de imagen procesada y obtenida por las dos unidades de procesamiento. En el caso de desviaciones, se puede decidir que el funcionamiento de por lo menos una de las unidades de procesamiento o que la información de imagen obtenida por las unidades de procesamiento está o están dañadas. De modo alternativo o adicional, las unidades de procesamiento se pueden usar para supervisar el correcto funcionamiento de, en su caso, la otra unidad de procesamiento y/o los diversos dispositivos de generación de imágenes del sistema de generación de imágenes. En este caso, en particular, se pueden efectuar pruebas de plausibilidad de que el funcionamiento y/o la información satisfacen criterios de plausibilidad.

En particular, el empleo de unidades de procesamiento redundantes posibilita una transmisión de información segura y confiable desde el vehículo sobre rieles hasta un dispositivo alejado, por ejemplo, un puesto de control de vehículo. De modo alternativo, a un puesto de control de vehículo se puede transmitir la información desde el vehículo sobre rieles, por ejemplo, a otro vehículo sobre rieles, por ejemplo, un vehículo que marcha sobre rieles, en particular, operado en la misma red ferroviaria y/o sección de vía. Se tratarán con más detalle estos modos de operación (por ejemplo, operación de puesto de control). Independientemente de si se usan unidades de procesamiento redundantes, el otro vehículo sobre rieles puede ejecutar de modo adicional o alternativo todas las funciones y las características de un puesto de control descritas en esta descripción. Por ejemplo, se pueden enviar al puesto de control y/o al otro vehículo sobre rieles la información sin procesar o posprocesada de imagen del sistema de generación de imágenes.

Por ejemplo, en el caso del otro vehículo sobre rieles, se puede tratar de un vehículo siguiente y que marcha en la misma vía. En particular, en caso de ser necesario, por ejemplo, si una operación autónoma del primer vehículo sobre rieles que presenta el sistema de generación de imágenes, no es posible o es posible de manera limitada y/o se la supervisa, el vehículo siguiente con el primer vehículo sobre rieles, que precede en la marcha, puede desplazar un tren real (es decir, los vehículos sobre rieles están acoplados o se los acopla mecánicamente entre sí) o un tren virtual (es decir, los vehículos sobre rieles no están acoplados o no se los acopla mecánicamente entre sí), pero como acoplados entre sí. En ambos casos, el conductor puede controlar el tren en el siguiente vehículo, en particular, puede controlar la operación de conducción. El conductor observa en un dispositivo de visualización de imagen, el cual puede tener una o varias pantallas, la información de imagen recibida por el primer vehículo sobre rieles, y de manera opcional, a partir de ello, información de imagen posprocesada en el siguiente vehículo sobre rieles.

En particular, en combinación con unidades de procesamiento redundantes dentro del vehículo sobre rieles, como se describió más arriba, pero también en el caso de la existencia de una única unidad de procesamiento para el procesamiento de la información de imagen generada por el sistema de generación de imágenes y también cuando la información de imagen generada por el sistema de generación de imágenes dentro del vehículo sobre rieles no se procesa más, se prefiere una transmisión redundante de información de imagen desde el vehículo sobre rieles hacia el dispositivo alejado. Por ello, se proponen dos dispositivos emisores para enviar señales de imagen a un dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles. En particular, el vehículo sobre rieles puede presentar una primera unidad de procesamiento y una segunda unidad de procesamiento que están conectadas en cada caso mediante conexiones de señal de imagen a cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes, en el que la primera unidad de procesamiento está conectada a un primer dispositivo emisor para enviar señales de imagen a un dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles y la segunda unidad de procesamiento está conectada a un segundo dispositivo emisor para enviar señales de imagen al dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles.

A eso corresponde una realización del procedimiento operativo en el que una primera unidad de procesamiento y una

segunda unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles reciben, en cada caso mediante conexiones de señal de imagen, señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes, en el que la primera unidad de procesamiento envía señales de imagen por medio de un primer dispositivo emisor a un dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles y en el que la segunda unidad de procesamiento envía señales de imagen por medio de un segundo dispositivo emisor al dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles.

El dispositivo receptor alejado presenta preferentemente dos unidades receptoras que, en cada caso, están conectadas a uno de los dispositivos emisores del vehículo sobre rieles. En el caso de las conexiones entre los dispositivos emisores y el dispositivo receptor se trata, en particular, de conexiones de radio, preferentemente comunicaciones por radio de banda ancha, como por ejemplo de acuerdo con la norma de telefonía móvil LTE o la norma de telefonía móvil UMTS. Preferentemente, el dispositivo receptor alejado o un dispositivo conectado a él verifican si las señales de imagen enviadas por el primer y el segundo dispositivo emisor del vehículo sobre rieles y, de modo opcional, la información enviada adicionalmente está completa y/o concuerdan en cuanto a su contenido de información. Ante desviaciones o faltas de completitud significativas se puede decidir que el funcionamiento del vehículo sobre rieles y/o la transmisión de información al dispositivo receptor alejado son defectuosas. Por señales de imagen también se entiende que se trata de señales de imagen procesadas que, en particular, fueron procesadas por las unidades de procesamiento. Sin embargo, de modo alternativo o adicional, no se pueden enviar señales de imagen procesadas por las unidades de procesamiento al dispositivo receptor alejado, en particular, aquellas señales de imagen que fueron recibidas por las unidades de procesamiento directamente desde el sistema de generación de imágenes.

En el caso de conexiones de transmisión operadas mediante el primer dispositivo emisor y el segundo dispositivo emisor, se puede tratar de segmentos de radio de la misma red de radiotransmisión. De modo alternativo, sin embargo, se usan diversas redes de radiotransmisión para la transmisión.

La redundancia con respecto a los dispositivos emisores y receptores, y también de las conexiones de señal, posibilita una operación confiable y/o una supervisión confiable del vehículo sobre rieles. En particular, se hace posible una operación del vehículo sobre rieles que se controla desde un puesto de control alejado y/o desde otro vehículo sobre rieles. Esto se abordará con mayor detalle a continuación.

La tercera medida se basa en la misión de poder operar sin conductor un vehículo sobre rieles de la manera más confiable posible. Por un conductor se entiende una persona que viaja con el vehículo sobre rieles cuando el vehículo se desplaza y que controla la operación de conducción del vehículo sobre rieles, en particular, en cuanto a la tracción y en cuanto al frenado del vehículo sobre rieles.

Se propone controlar en forma automática y, por lo tanto, sin conductor, la operación de conducción del vehículo sobre rieles empleando información de imagen generada por un sistema de generación de imágenes del vehículo sobre rieles. Mediante el sistema de generación de imágenes se reconocen, en particular, posibles colisiones del vehículo sobre rieles con obstáculos de cualquier tipo y, en función de la identificación de una colisión inminente, tiene lugar automáticamente una intervención en el control de la operación de conducción. Adicionalmente se propone transmitir a un puesto de control alejado la información de imagen generada por el sistema de generación de imágenes y/o información de imagen procesada generada a partir de ello por al menos un dispositivo del vehículo sobre rieles. La transmisión puede tener lugar de manera continua y permanente durante la operación de conducción. De modo alternativo, la transmisión puede tener lugar entonces si no es posible por sí misma una operación automática de conducción solo por medio de dispositivos del vehículo sobre rieles y/o si una operación de conducción semejante del vehículo sobre rieles es defectuosa o, al menos, existe un indicio de un defecto. Además, es posible que un puesto de control que está dispuesto alejado del vehículo sobre rieles, demande la transmisión de la información de imagen desde el vehículo sobre rieles y dispare así la transmisión. Esto le permite al puesto de control y, en particular, a una persona que trabaje allí, también supervisar el funcionamiento autónomo del vehículo sobre rieles, en particular, cuando no existe un defecto y tampoco un indicio de un defecto.

En particular, la primera medida y/o la segunda medida, descritas más arriba, elevan la confiabilidad y la seguridad del funcionamiento autónomo, de la supervisión y, en su caso, de una operación del vehículo sobre rieles controlada a distancia desde el puesto de control. Sin embargo, la tercera medida también se puede implementar también sin la primera y la segunda medida.

En particular, se propone: un sistema para operar un vehículo sobre rieles, en particular, un vehículo sobre rieles en una de las realizaciones descritas en esta descripción, en el que el sistema presenta el vehículo sobre rieles y un puesto de control que está alejado del vehículo sobre rieles. Por medio del puesto de control se pueden realizar la

operación de conducción controlada a distancia, ya mencionada, del vehículo sobre rieles y/o una supervisión del funcionamiento de conducción autónomo del vehículo sobre rieles. Preferentemente, el vehículo sobre rieles presenta un primer dispositivo emisor, por medio del cual, durante una operación del vehículo sobre rieles, se envían señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes y/o señales de imagen posprocesadas generadas por una unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles a partir de las señales de imagen a un primer dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles, en el que el puesto de control está conectado al primer dispositivo receptor y, durante del funcionamiento del vehículo sobre rieles, obtiene señales de imagen recibidas por el dispositivo receptor, en el que el puesto de control presenta un dispositivo de visualización de imagen, que genera y presenta imágenes a partir de las señales recibidas, en el que el puesto de control presenta un dispositivo de control, que genera, durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles, señales de control para controlar una operación de conducción del vehículo sobre rieles, en el que el puesto de control está conectado a un segundo dispositivo emisor, por medio del cual durante el funcionamiento se envían las señales de control a un segundo dispositivo receptor del vehículo sobre rieles y en el que el vehículo sobre rieles presenta un sistema de conducción que, durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles, recibe y procesa las señales de control generadas por el dispositivo de control del puesto de control, y realiza la operación de conducción del vehículo sobre rieles de acuerdo con las señales de control.

Asimismo, una realización correspondiente del procedimiento operativo se refiere a un sistema que presenta el vehículo sobre rieles en una de las realizaciones aquí descritas y un puesto de control que está alejado del vehículo sobre rieles, en donde, durante una operación del vehículo sobre rieles, se envían señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes y/o señales de imagen posprocesadas generadas a partir de las señales de imagen de un primer dispositivo emisor del vehículo sobre rieles a un primer dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles, en el que el puesto de control obtiene señales de imagen recibidas por el primer dispositivo receptor, en el que el puesto de control genera y presenta, por medio de un dispositivo de visualización de imagen, imágenes a partir de las señales de imagen recibidas, en el que el puesto de control genera por medio de un dispositivo de control señales de control para controlar una operación de conducción del vehículo sobre rieles, en el que el puesto de control, por medio de un segundo dispositivo emisor, envía las señales de control a un segundo dispositivo receptor del vehículo sobre rieles y en el que un sistema de conducción del vehículo sobre rieles recibe y procesa las señales de control del segundo dispositivo receptor, y realiza la operación de conducción del vehículo sobre rieles de acuerdo con las señales de control.

En lugar de los cuatro dispositivos de generación de imágenes, de los cuales al menos tres forman el primer y el segundo par estéreo, el sistema de generación de imágenes del vehículo sobre rieles puede tener una cantidad distinta de dispositivos de generación de imágenes, cuya información de imagen es posprocesada por al menos una unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles y/o cuya información de imagen se envía sin posprocesamiento del primer dispositivo emisor al primer dispositivo receptor alejado del vehículo sobre rieles.

La tercera medida tiene la ventaja, en particular, de que es posible una continuación de la marcha del vehículo en tales casos, a pesar de un obstáculo que bloquea o parece bloquear el trayecto, mediante una operación de conducción controlada a distancia por el puesto de control y/o por el otro vehículo sobre rieles. Esto se basa en el conocimiento de que hay obstáculos que son clasificados erróneamente como insuperables por un sistema de conducción automático y autónomo del vehículo sobre rieles. Son ejemplos objetos livianos, pero voluminosos, como láminas de recubrimiento que se usan, por ejemplo, en sitios de construcción. También es posible que un obstáculo abandone voluntaria o automáticamente el trayecto ante un acercamiento lento del vehículo sobre rieles, por ejemplo, un animal. En particular, en estos casos, por ejemplo, una persona que trabaja en el puesto de control puede percibir imágenes presentadas en el dispositivo de visualización de imagen, que se basan en la información de imagen del sistema de generación de imágenes del vehículo. Además, la persona puede controlar la operación de conducción del vehículo sobre rieles mediante el dispositivo de control del puesto de control. Aun cuando el control autónomo de vehículo a bordo del vehículo sobre rieles sea defectuoso, la operación de conducción puede ser controlada por el puesto de control. Con un funcionamiento sin defectos de, por lo menos, un par estéreo y con una transmisión sin defectos de la información de imagen generada por ello y, según las circunstancias, posprocesada, en el puesto de control se puede recibir y analizar información de profundidad sobre la zona espacial delante del vehículo sobre rieles en el sentido de avance. De manera opcional, la información de profundidad se genera primero en el puesto de control a partir del respectivo par de imágenes estéreo. Por eso, una persona en el puesto de control, al igual que un conductor de un vehículo sobre rieles convencional, no puede basar sus órdenes de control para controlar la operación de conducción únicamente en información bidimensional de imagen.

El puesto de control y/o el otro vehículo sobre rieles presentan, en particular, un dispositivo de visualización de imagen

para presentar información de imagen que se adquirió usando el sistema de generación de imágenes. En el caso de pares de imágenes estéreo disponibles o información de imagen derivada a partir de ello, que presenta para los ojos de un observador en cada caso una imagen correspondiente o en cada caso una secuencia correspondiente de imágenes, el dispositivo de visualización de imagen puede presentar, por ejemplo, una pantalla o una disposición de pantallas. Preferentemente, el dispositivo de visualización de imagen está combinado con un dispositivo óptico o lo presenta, que, por ejemplo, por medio de diafragmas perforados y/o lentes adecuados, posibilita la observación de las diversas imágenes de manera única o preponderante por medio del ojo correspondiente del observador. En particular, como dispositivo de visualización de imágenes también entra en consideración una unidad de este tipo, sostenida en la cabeza del observador. De esta forma, el observador puede percibir con sus ojos de manera realista el espacio detectado por el sistema de generación de imágenes.

Si está disponible información de imagen de los dos pares estéreo, se pueden asegurar la integridad y/o la corrección de las imágenes visualizadas en el puesto de control y/o en el otro vehículo sobre rieles, por ejemplo, mediante prueba de plausibilidad y/o comparación de información de imagen y/o de información derivada de ello.

En el caso de por lo menos un dispositivo de generación de imágenes del sistema de generación de imágenes del vehículo sobre rieles se trata, en particular, de un dispositivo con una óptica (es decir, un dispositivo óptico), por medio del cual se desvía la radiación detectada que incide en el dispositivo, a un sensor que genera la información de imagen, por ejemplo, información digital bidimensional de imagen.

De modo opcional, para percibir el espacio fuera del vehículo sobre rieles, sin perjuicio de si la información es usada por un sistema de asistencia al conductor a bordo del vehículo sobre rieles, por un sistema de conducción autónomo del vehículo y/o por un puesto de control, no se usa únicamente un sistema de generación de imágenes que genera imágenes bidimensionales del espacio fuera del vehículo sobre rieles, sino que se usa además, por lo menos, un sensor más que detecta el entorno del vehículo. Para ello entran en consideración, en particular, sensores láser, sensores por radar y sensores ultrasónicos. De modo alternativo o adicional al dispositivo de generación de imágenes, por lo menos uno, que detecta el espacio por delante del vehículo sobre rieles en el sentido de avance, por lo menos uno de los sensores adicionales mencionados y/o por lo menos un dispositivo más de generación de imágenes que, en particular, genera imágenes bidimensionales por medio de una óptica, puede detectar zonas espaciales lateralmente al vehículo sobre rieles y/o detrás del vehículo sobre rieles en el sentido de avance. De esta manera, se puede detectar toda la información necesaria para la operación de conducción o el funcionamiento posterior del vehículo sobre rieles (por ejemplo, control del ascenso y descenso de pasajeros).

Pueden estar dispuestos dispositivos de generación de imágenes y/u otros sensores del vehículo sobre rieles para detectar el espacio fuera del vehículo sobre rieles y/o emisores de señal para emitir señales en el espacio fuera del vehículo sobre rieles, en particular, por lo menos parcialmente en una saliente en la superficie exterior del vehículo sobre rieles, que tiene forma de viga. Por eso, puede estar dispuesto al menos un sensor y/o un emisor de señal, al menos parcialmente, en la saliente con forma de viga. En particular, se propone también un vehículo sobre rieles con un sensor para detectar un espacio fuera del vehículo sobre rieles y/o con un emisor de señal para emitir señales en el espacio fuera del vehículo sobre rieles, en el que el vehículo sobre rieles presenta en su superficie exterior una saliente en forma de viga, en la que está dispuesta al menos una parte del sensor y/o de los emisores de señal.

Una ventaja de la saliente en forma de viga consiste en que la construcción del vehículo sobre rieles debe ser modificada solo de manera insignificante en comparación con una realización sin saliente en forma de viga. Todas las partes del vehículo sobre rieles que se encuentran dentro de la envolvente de una construcción existente de vehículo sobre rieles, pueden ser realizadas como hasta ahora. Para una saliente en forma de viga que se prevé adicionalmente a la superficie exterior del vehículo sobre rieles, se pueden encontrar de manera sencilla zonas de fijación para fijar la saliente en forma de viga y para realizar por lo menos una línea de conexión del sensor y/o del emisor de señal. La realización en forma de viga y extendida longitudinalmente de la saliente permite posicionar de manera libre puntos de fijación y realizaciones dentro de las secciones de la saliente.

Además, una saliente en forma de viga tiene la ventaja de que existe espacio para la disposición del sensor, al menos uno, y/o del emisor de señal, que no requiere espacio, o bien de modo insignificante, ubicado en el interior de la saliente en la envolvente del vehículo sobre rieles. Además, desde una saliente en la superficie exterior del vehículo sobre rieles se puede detectar sin obstáculos una parte mayor del espacio exterior o bien se pueden enviar sin obstáculos señales en una parte mayor del espacio exterior que con una disposición dentro de zonas de superficie planas o no provistas de una saliente del vehículo sobre rieles. Por ello, la posición del sensor es favorable para detectar el espacio exterior y la posición del emisor de señal es favorable para emitir señales en el espacio exterior.

Por ejemplo, nada estorba para detectar el espacio exterior y/o a una emisión de señales en sentido vertical o aproximadamente vertical hasta el suelo directamente al lado del vehículo sobre rieles. Esto es ventajoso, en particular, en el caso de una proyección de luz, pero también en el caso de la detección de personas u objetos que se encuentran justo al lado del vehículo sobre rieles. La saliente en forma de viga también protege al sensor y/o el emisor de señal contra influencias externas. En particular, se pueden absorber y desviar fuerzas actuantes desde el exterior (por ejemplo, de árboles que se encuentran al costado del carril) de una sección de la saliente en forma de viga, antes de que ellas puedan actuar sobre el sensor y/o emisor de señal. Sin embargo, la saliente en forma de viga también protege contra otras acciones externas, como suciedad, precipitaciones y humedad, y/o radiación solar.

En el caso del emisor de señal, se puede tratar, en particular, de un emisor acústico de señal para emitir una señal acústica (por ejemplo, una alerta) y/o de un emisor óptico de señal para emitir una señal óptica. En particular, por una señal óptica se entiende también luz perceptible por personas que, por ejemplo, da contra un área de proyección, como una superficie de calle, de modo que, en el área de proyección, en particular, se proyectan caracteres y/o imágenes que se pueden percibir de manera visual. Por eso, en el caso de la proyección, el emisor óptico de señal se puede denominar proyector.

En particular, la saliente en forma de viga se extiende en una dirección longitudinal que es la dirección de la mayor dimensión exterior de la saliente en forma de viga, en el que la dirección longitudinal se extiende de modo transversal a la dirección vertical a lo largo de la superficie exterior del vehículo sobre rieles. En particular, la dirección longitudinal puede seguir el contorno exterior del vehículo sobre rieles. En este caso, la dirección longitudinal de acuerdo con el contorno exterior puede tener un recorrido desarrollado (por ejemplo, en la transición entre paredes laterales del vehículo sobre rieles, dispuestas desarrolladas entre sí) y/o curvado (por ejemplo, en paredes laterales arqueadas del vehículo sobre rieles).

La saliente en forma de viga puede haberse realizado o ser realizada de diversas maneras. Como componente separado, la saliente en forma de viga se puede fijar a la superficie exterior de una carrocería de vehículo sobre rieles, por ejemplo, mediante soldadura, pegamento, remaches y/o tornillos. De modo alternativo o adicional, es posible una unión en arrastre de forma si la carrocería se conforma adecuadamente en su superficie exterior, por ejemplo, está provista o se la provee de un perfil que se extiende en la dirección longitudinal de la saliente en forma de viga a fijar, en la que se fija o está fijada entonces la saliente en forma de viga. De modo alternativo, la saliente en forma de viga se puede realizar o puede estar realizada como parte integral de la carrocería o el techo del vehículo sobre rieles.

Preferentemente, el perfil de sección transversal de la saliente en forma de viga es, en particular, constante en cuanto a la forma y el tamaño de la sección transversal, a excepción de las zonas terminales en los extremos opuestos en dirección longitudinal de la saliente y/o a excepción de la zona en la que se encuentra el sensor y/o el emisor de señal. También en las zonas en las que el recorrido de la saliente en forma de viga está angulado en su dirección longitudinal, por ejemplo, para adecuarse al contorno exterior del vehículo sobre rieles, la forma y/o el tamaño de la sección transversal pueden apartarse de la sección transversal constante de otro modo. Una forma de sección transversal preferida es trapezoidal, en el que el más largo de los lados paralelos del trapecio se sitúa del lado de adentro y, por ejemplo, está unido con la superficie exterior de la carrocería y el lado más corto de los lados paralelos del trapecio se sitúa afuera. En este caso, pero también con otras formas de sección transversal (como, por ejemplo, una forma de sección transversal triangular o redonda, en particular, una forma de sección transversal semicircular), la saliente se estrecha mirando en la sección transversal desde adentro hacia afuera. Esto tiene la ventaja de que se simplifica una fijación estable de la saliente y que no pueden quedar objetos colgados o enganchados, como por ejemplo ramas de árboles, al lado del recorrido.

Como material para la saliente entran en consideración, en particular, perfiles de chapa de metal o plástico plegados de acuerdo con la forma de sección transversal, por ejemplo, polipropileno u otros polímeros. Debido a su resistencia y peso reducido, también son muy apropiados plásticos reforzados con fibra.

En particular, el material de la saliente en forma de viga forma por lo menos una pared exterior que se extiende en su dirección longitudinal, la cual delimita del espacio exterior de la saliente y del vehículo sobre rieles un espacio interior de la saliente en forma de viga. Preferentemente, de esta manera, se forma una carcasa extendida longitudinalmente, en el que se extiende en la dirección longitudinal un espacio interior o cavidad de la saliente en forma de viga. Se prefiere que la cavidad sin separación cerrada por mamparo pase en diversas secciones longitudinales de la zona terminal de la saliente en forma de viga a la zona terminal ubicada de manera opuesta de la saliente en forma de viga. Sin embargo, esto no excluye que diversas salientes en forma de viga se toquen en sus zonas terminales. De modo alternativo, salientes en forma de viga largas y que se extienden en dirección longitudinal, por ejemplo, a lo largo de

varios metros, pueden estar divididas secciones longitudinales separadas entre sí por mamparos. Las cavidades que pasan en dirección longitudinal, pero también secciones longitudinales separadas por mamparos de la saliente en forma de viga permiten guiar, por lo menos, una línea de conexión para conectar eléctricamente y/o de manera técnica para la señal el sensor y/o el emisor de señal en dirección longitudinal de la saliente (es decir, la línea de conexión, por lo menos una, se extiende en la dirección longitudinal). Si existen varias líneas de conexión y/o están dispuestos varios sensores y/o emisores de señal en la saliente en forma de viga con, por lo menos, una parte de su volumen, se pueden colocar las líneas de conexión en forma de haces de cables como agrupamiento de líneas en la saliente en forma de viga. Por ejemplo, el agrupamiento entra en un único punto de transición del espacio interior de la saliente en forma de viga al interior del vehículo sobre rieles. En particular, la saliente en forma de viga se puede extender a lo largo de una línea de periferia exterior que, mirada desde arriba, corre alrededor del vehículo sobre rieles. Preferentemente, la saliente en forma de viga se extiende allí a lo largo de paredes laterales de una carrocería de vehículo sobre rieles y/o alrededor de una zona frontal del vehículo sobre rieles. En las zonas en las que se encuentra la saliente en forma de viga, la saliente se eleva, en particular, lateralmente (por ejemplo, en dirección horizontal), hacia adelante o hacia atrás (según la ubicación de la zona) desde la superficie exterior del vehículo. Una saliente más larga en forma de viga tiene la ventaja de que ella ofrece lugar para sensores y/o emisores de señal en diversas zonas de la superficie exterior y, a diferencia de varias salientes en forma de viga, que están separadas entre sí, presenta menos zonas terminales, contra las que pueden dar objetos. Ella también ofrece la posibilidad de alojar líneas de conexión de los sensores y/o emisores de señal a lo largo de toda su extensión longitudinal o, por lo menos, una parte de ella. En la saliente también pueden estar integrados otros dispositivos del vehículo sobre rieles, en particular, guías para guiar el movimiento de puertas.

En particular, la saliente en forma de viga se puede extender en forma un anillo cerrado sobre sí mismo alrededor del vehículo sobre rieles. Esto permite disponer sensores y/o emisores de señal en cualquier posición en la dirección de la periferia del vehículo.

Preferentemente, la saliente en forma de viga se extiende por encima de una ventana exterior o por encima de ventanas exteriores del vehículo sobre rieles. En la zona por encima de ventanas, los sensores tienen una buena posición para detectar el espacio fuera del vehículo sobre rieles y los emisores de señal tienen una buena posición para emitir señales. Tampoco las personas entran en contacto con la saliente, por ejemplo, al ascender y descender, debido a la altura elevada de la zona por encima de las ventanas.

Mediante el análisis de, por lo menos, un par de imágenes estéreo y, en particular, mediante el análisis de una secuencia temporal de los pares de imágenes estéreo generadas por, al menos, un par estéreo de dispositivos de generación de imágenes, no solo se puede obtener información de profundidad de objetos en el trayecto de marcha o al costado de él. De modo alternativo o adicional, se puede determinar el curso del camino. Esto permite, por ejemplo, controlar el funcionamiento del vehículo sobre rieles con respecto a, por lo menos, una función distinta. Otras funciones posibles son, por ejemplo, la orientación de las ruedas (en particular, de acuerdo con el radio de curvatura de una curva del camino) del vehículo sobre rieles en los que marcha el vehículo sobre rieles, y la orientación o la activación (por ejemplo, el encendido) de por lo menos un faro (en particular, de acuerdo con el recorrido de una curva del camino y/o una sección de camino recta precedente o siguiente, o curva con otro radio de curvatura).

Ahora se describen ejemplos de realización de la invención con referencia al dibujo adjunto. Los ejemplos de realización descritos por medio de las figuras 1 a 10 contienen únicamente sensores. Sin embargo, es posible reemplazar por lo menos uno de los sensores por un emisor de señal y/o disponer, adicionalmente a los sensores, por lo menos un emisor de señal, al menos parcialmente, en la saliente en forma de viga. Las diferentes figuras del dibujo muestran lo siguiente:

Fig. 1 una vista lateral de un vehículo sobre rieles, por ejemplo, de un tranvía o tren suburbano, en el que están representados de manera esquemática dispositivos del vehículo sobre rieles, los cuales están conectados mediante una conexión de radio a un puesto externo de control.

Fig. 2 una vista en planta esquemática de una zona frontal de un vehículo que viaja sobre rieles, con un sistema de generación de imágenes, el cual presenta dos pares estéreo.

Fig. 3 un diagrama en bloques con dispositivos en un vehículo sobre rieles, que están conectados mediante conexiones de radio a un puesto de control.

Fig. 4 una vista exterior simplificada de un vehículo sobre rieles con una saliente en forma de viga que circulan lateralmente, que se extiende por encima de las ventanas exteriores del vehículo sobre rieles y en la que

están dispuestos varios sensores para detectar el espacio exterior del vehículo sobre rieles.

- Fig. 5 una representación similar a la de la Fig. 4, por ejemplo, del mismo vehículo sobre rieles que en la Fig. 4, pero del lado opuesto o una representación de un vehículo sobre rieles similar.
- 5 Fig. 6 una vista frontal de un vehículo sobre rieles con una saliente en forma de viga, de las paredes laterales del vehículo sobre rieles, que circulan alrededor del frente, en la que están dispuestos sensores para detectar el espacio exterior del vehículo.
- Fig. 7 un vista esquemática en corte de una carrocería de un vehículo sobre rieles, en el que la carrocería tiene en la zona de una puerta corredera una saliente en forma de viga, que se extiende en dirección longitudinal de la carrocería, y contiene una guía para guiar un movimiento de la puerta corredera.
- 10 Fig. 8 una disposición esquemática de cuatro dispositivos de generación de imágenes similar a la de la Fig. 2 o Fig. 6, en el que todos los cuatro dispositivos de generación de imágenes están en condiciones de funcionar,
- Fig. 9 la disposición de la Fig. 8, en donde, sin embargo, uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes está fallado o defectuoso y, no obstante, están formados dos pares estéreo de los dispositivos de generación de imágenes.
- 15 Fig. 10 la disposición de la Fig. 8, en donde, sin embargo, un dispositivo distinto de los cuatro dispositivos de generación de imágenes en la Fig. 9 está fallado o defectuoso, y están formados dos pares estéreo de los dispositivos de generación de imágenes distintos a los de la Fig. 9.

20 El vehículo sobre rieles 1 representado en la Fig. 1 presenta a la izquierda de la figura una zona frontal y, a la izquierda de la figura, una zona posterior. Sin embargo, también es posible que el vehículo 1 durante el funcionamiento normal pueda desplazarse en dirección contraria, por ejemplo, si asimismo un puesto de conductor se encuentra en la zona terminal representada a la derecha o si, por lo menos están presentes todos los dispositivos necesarios, como los faros frontales, para un desplazamiento hacia la derecha.

25 En las dos zonas terminales representadas a la izquierda y a la derecha de la Fig. 1 se encuentra en cada caso un sistema de generación de imágenes con al menos un dispositivo de generación de imágenes y preferentemente los dispositivos de generación de imágenes, por lo menos cuatro, mencionados más arriba. En la zona terminal izquierda está representado un dispositivo de generación de imágenes 2a de un primer sistema de generación de imágenes y, en la zona terminal derecha, un dispositivo de generación de imágenes 2b de un segundo sistema de generación de imágenes. Estos dos sistemas de generación de imágenes detectan en cada caso el espacio exterior del vehículo 1 situado por delante o por detrás de la zona terminal. Por ejemplo, en el caso de los dispositivos de generación de imágenes 2a, 2b se trata de cámaras digitales que generan de manera continua imágenes bidimensionales del espacio exterior.

30 Los dispositivos de generación de imágenes 2 del primer y del segundo sistema de generación de imágenes están conectados en cada caso mediante conexiones de señal de imagen 10a, 10b; 11a, 11b separadas entre sí, a una primera unidad de procesamiento 20a y a una segunda unidad de procesamiento 20b. La primera unidad de procesamiento 20a está dispuesta en la zona terminal izquierda o una zona media del vehículo 1 que limita con ella. La segunda unidad de procesamiento 20b está dispuesta en la zona terminal derecha o una zona media del vehículo 1 que limita con ella. En consecuencia, las conexiones de señal de imagen 10a, 10b se extienden en dirección longitudinal o a lo largo de la dirección longitudinal por el vehículo 1 hasta la unidad de procesamiento.

40 Las unidades de procesamiento 20 están combinadas en cada caso con un dispositivo emisor que no está representado de manera separada en la Fig. 1. Desde el dispositivo emisor se envían señales de imagen mediante una conexión de radio 40a, 40b a un puesto de control 60. En el caso de las conexiones de radio, se trata de conexiones de radio separadas, preferentemente mediante diferentes redes de telefonía móvil, de modo que, ante la falla de una de las redes, aún se puede operar una de las conexiones de radio 40a, 40b.

45 Mediante las conexiones de radio 40a, 40b se puede transmitir la información de imagen sin posprocesamiento generada por el primer o bien por el segundo sistema de generación de imágenes por medio de las unidades de procesamiento 20a, 20b y/o, en forma posprocesada (por ejemplo, con información de profundidad de objetos detectados), al puesto de control 60. Por ello, es posible también una variante del ejemplo de realización representado en la Fig. 1, en el que, en lugar de la primera unidad de procesamiento 20a, existe solo un dispositivo emisor para enviar la información de imagen no posprocesada y/o en lugar de la segunda unidad de procesamiento 20b existe solo

un dispositivo emisor para enviar la información de imagen no posprocesada. Si, por lo menos, una de las unidades de procesamiento 20a, 20b posprocesa información de imagen, en la unidad de procesamiento se trata de, por lo menos, una parte de un dispositivo de análisis. A diferencia de lo representado en las figuras, también puede existir solo un único dispositivo de análisis. Este dispositivo de análisis recibe, en particular, imágenes de cuatro dispositivos de generación de imágenes, los cuales tienen todos, los cuatro, una zona común de detección (zona espacial), es decir, por lo menos una parte de todas las cuatro zonas de detección es igual.

Preferentemente, para el puesto de control 60 también existe la posibilidad de enviar, mediante el envío de señales a través de una conexión de radio 50a y/o 50b, información al vehículo sobre rieles 1. Por ejemplo, los dispositivos emisores del vehículo 1 que están combinados con la primera unidad de procesamiento 20a o la segunda unidad de procesamiento 20b o que están previstos en lugar de la unidad de procesamiento 20, contienen también un dispositivo receptor para recibir señales de radio del puesto de control 60. Un dispositivo de procesamiento de señales, no representado en la Fig. 1, está conectado a las conexiones de radio 50a, 50b y puede procesar las señales recibidas por el puesto de control 60 y, por ejemplo, controlar la operación de conducción del vehículo 1.

El vehículo sobre rieles 1 representado de manera esquemática en la Fig. 2, en el que se puede tratar del vehículo sobre rieles 1 de la Fig. 1, presenta en su zona frontal un sistema de generación de imágenes con cuatro dispositivos de generación de imágenes 2, 3, 4, 5. Allí, el primer dispositivo de generación de imágenes 2 y el segundo dispositivo de generación de imágenes 3 forman un primer par estéreo 2, 3 que tiene una distancia entre sí en dirección horizontal mayor que el tercer dispositivo de generación de imágenes 4 y el cuarto dispositivo de generación de imágenes 5, que forman un segundo par estéreo 4, 5.

En el ejemplo especial de realización de la Fig. 2, el ángulo de apertura de las diversas zonas especiales detectadas por los diversos dispositivos de generación de imágenes 2-5 por delante del vehículo 1 en el sentido de avance, tiene el mismo tamaño. Sin embargo, en virtud de la mayor distancia de los dispositivos de generación de imágenes 2, 3, la parte común 8a del espacio detectada por el primer par estéreo 2, 3 está ubicada delante del vehículo sobre rieles 1 en una distancia mayor que la parte común 8b del espacio detectado por el segundo par estéreo 4, 5.

En la Fig. 2 también está indicado el recorrido de los dos carriles 7a, 7b mediante las líneas de trazos que se extienden horizontalmente en la Fig. 2. Por medio de una zona ovalada con el símbolo de referencia 9 está representado un objeto que está delante del vehículo 1 en el sentido de avance, el cual se encuentra enteramente en la parte común 8b del segundo par estéreo 4, 5, pero que se encuentra solo parcialmente en la parte común 8a del primer par estéreo 2, 3.

El primer par estéreo 2, 3 sirve para detectar una zona espacial dispuesta a una distancia (es decir, en la dirección de profundidad que se extiende de izquierda a derecha en la Fig. 2) mayor que el segundo par estéreo 4, 5. De este modo se puede incrementar la exactitud en la detección del espacio situado delante del vehículo sobre rieles 1 en el sentido de avance, en comparación con el empleo de un único par estéreo. A diferencia de lo representado en la Fig. 2, el ángulo de apertura del primer y del segundo dispositivo de generación de imágenes 2, 3 puede ser menor que el ángulo de apertura del tercer y cuarto dispositivo de generación de imágenes 4, 5 y/o mediante dispositivos ópticos no representados, que están combinados con los dispositivos de generación de imágenes 2-5, la zona espacial detectada nítidamente en las imágenes generadas puede estar en el primer par estéreo 2, 3 más alejado del vehículo sobre rieles 1 que en el segundo par estéreo 4, 5.

En la Fig. 3, un marco rectangular identificado con el símbolo de referencia 1 representa de manera esquemática el contorno exterior de un vehículo sobre rieles, por ejemplo, del vehículo sobre rieles 1 de la Fig. 1 y/o la Fig. 2. Además, en la Fig. 3, un marco rectangular identificado con el símbolo de referencia 60 representa el contorno exterior de un puesto de control para el funcionamiento de por lo menos un vehículo sobre rieles.

En el ejemplo de realización de la Fig. 3, el vehículo sobre rieles 1 presenta como en la Fig. 2 dos pares estéreo 2, 3; 4, 5, que forman juntos un sistema de generación de imágenes. Sin embargo, el sistema de generación de imágenes puede presentar de manera alternativa una cantidad distinta de dispositivos de generación de imágenes. De manera más alternativa, por cierto, están presentes los dispositivos de generación de imágenes, por lo menos cuatro, de la Fig. 3, pero se operan de modo simultáneo solo tres de ellos (es decir, en la misma fase operativa) y forman, no obstante, dos pares estéreo. En cada caso, cada uno de los dispositivos de generación de imágenes 2-5 del sistema de generación de imágenes está conectado por medio de una conexión de señal de imagen 11 a una unidad de procesamiento 20a y, mediante una segunda conexión de señal de imagen separada 10, a una segunda unidad de procesamiento 20b. Durante el funcionamiento del sistema de generación de imágenes se transmiten, por medio de estas conexiones de señal de imagen 10, 11, las mismas señales de imagen del dispositivo de generación de

imágenes 2-5 a las dos unidades de procesamiento 20a, 20b. Además, las dos unidades de procesamiento 20 procesan de la misma manera las señales de imagen recibidas o bien la información de imagen allí contenida, por lo que, en particular, se hace posible una supervisión mutua de las unidades de procesamiento 20 y/o una comparación de los resultados del procesamiento.

- 5 En el ejemplo de realización, se transmite información de imagen posprocesada por las dos unidades de procesamiento 20 y/o la información de imagen no posprocesada recibida por las unidades de procesamiento 20, tanto a un control central de vehículo 23 como a un primer dispositivo emisor 21a y un segundo dispositivo emisor 21b, que, en cada caso, transmiten señales correspondientes que contienen la información, por medio de conexiones de radio 40a, 40b separadas a un dispositivo receptor 63a o 63b alejado del vehículo sobre rieles 1. Por lo tanto, existe una
- 10 primera conexión de señal 40a del primer dispositivo emisor 21a al primer dispositivo receptor 63a y una segunda conexión de señal 40b del segundo dispositivo emisor 21b al segundo dispositivo receptor 63b. De modo opcional, adicionalmente se transmiten por medio de la primera y la segunda conexión de señal 40a, 40b señales generadas por el control central de vehículo 23, en el que el control central de vehículo 23 usa de manera opcional el primer y el segundo dispositivo emisor 21a, 21b o presenta él mismo un primer y un segundo dispositivo emisor.
- 15 El primer y el segundo dispositivo receptor 63a, 63b están conectados a un dispositivo de visualización de imagen 61 del puesto de control 60. Además, el puesto de control 60 presenta un dispositivo de control 62 que está conectado por medio de un dispositivo emisor, no representado en detalle, y una conexión de señal de radio 50, con el control central de vehículo 23. El dispositivo receptor correspondiente de la conexión de señal 50, que es parte del vehículo sobre rieles 1, puede ser, por ejemplo, un dispositivo que esté combinado con el primer dispositivo emisor 21a o el segundo
- 20 dispositivo emisor 21b, o él puede estar implementado, por ejemplo, como dispositivo receptor separado o estar integrado en el control central de vehículo 23. De manera opcional, también puede estar prevista una segunda conexión de radio, redundante a la conexión de señal 50, para enviar señales del puesto de control 60 al vehículo 1, como, por ejemplo, en la Fig. 1.

A continuación, se describe un ejemplo de una operación preferida de la disposición representada de manera esquemática en la Fig. 3. El sistema de generación de imágenes del vehículo 1 detecta el espacio situado, en particular, delante del vehículo 1 en el sentido de avance, y genera imágenes bidimensionales adecuadas del espacio. La información de imagen así generada se transmite por medio de la primera y la segunda conexión de señal 10, 11 a la primera y la segunda unidad de procesamiento 20. Ante la existencia de, por lo menos, un par estéreo cada una de las unidades de procesamiento 20a, 20b calcula información de profundidad de los objetos detectados con las

30 imágenes y calcula adicionalmente de modo opcional si es inminente una colisión del vehículo 1 con un obstáculo en el trayecto. Allí, también se puede calcular, si, presumiblemente, un objeto se mueve sobre el trayecto de marcha con un movimiento continuo.

Los resultados de los cálculos y preferentemente, por lo menos, parte de la información de imagen no posprocesada que se obtuvo del sistema de generación de imágenes se transmite de las unidades de procesamiento 20 al control central de vehículo 23 que controla la operación de conducción del vehículo sobre rieles 1 usando la información obtenida por las unidades de procesamiento 20 y controla de manera adecuada, en particular, un sistema de conducción 25, en particular, un sistema de tracción y frenado, del vehículo sobre rieles 1. De esta manera, es posible una operación autónoma y sin conductor del vehículo 1.

35

A diferencia del ejemplo de realización descrito antes, si bien el control central de vehículo 23 puede recibir información de profundidad calculada por las unidades de procesamiento 20, calcula él mismo, sin embargo, eventuales colisiones inminentes. De modo opcional, para incrementar más la confiabilidad, el control central de vehículo 23 puede presentar asimismo unidades de procesamiento redundantes, que realizan todos sus procesos de tratamiento de datos que se efectúan de manera redundante, es decir, de la misma manera de forma separada entre ellas. De modo alternativo o adicional, el control central de vehículo 23 compara las informaciones recibidas de las dos

40 unidades de procesamiento 20a, 20b entre sí y verifica si existen discrepancias significativas. Dado el caso, el control central de vehículo 23 puede detectar de esta manera un defecto, por lo menos, de la operación de una unidad de procesamiento y/o de una parte del sistema de generación de imágenes.

45

De modo opcional, el control central de vehículo 23 genera señales que son el resultado del procesamiento de las señales obtenidas por las dos unidades de procesamiento 20, y envía estas señales por medio de la primera y la segunda conexión de señal de radio 40a, 40b al puesto de control 60. En cada caso se prefiere que las señales emitidas por las unidades de procesamiento 20 se transmitan por medio del primer y del segundo dispositivo emisor 21a, 21b, y la primera y la segunda conexión de radio 40a, 40b al puesto de control 60.

50

De modo opcional, el dispositivo de visualización de imagen 61 puede estar combinado con un dispositivo de procesamiento, no representado con mayor detalle, que procesa las imágenes a representar de tal manera que ellas se representan en el dispositivo de visualización de imagen 61. De modo opcional, este dispositivo de procesamiento puede verificar si las señales recibidas por medio de las conexiones separadas de señal de radio 40a, 40b discrepan entre sí de manera significativa y, por lo tanto, que la operación es parcialmente defectuosa. En particular, ante un defecto, se pueden tomar medidas adecuadas de modo automático, enviando el puesto de control 60 señales al control central de vehículo 23 por medio de la conexión de señal de radio 50.

En particular, al menos una persona observa en el puesto de control 60 las imágenes representadas en el dispositivo de visualización de imagen 61. Esto puede estar limitado a intervalos de tiempo en los que el control central de vehículo 23 no puede controlar de manera autónoma la operación de conducción del vehículo 1. Mediante el accionamiento del dispositivo de control 62, la persona puede generar señales de control que se transmiten al control central de vehículo 23 por medio de la conexión de señal de radio 50. En particular, de esta manera, la persona puede controlar a distancia la operación de conducción del vehículo sobre rieles 1. De modo alternativo o adicional, la persona puede generar solo señales de control para supervisar el funcionamiento del vehículo sobre rieles 1 que se transmiten por medio de la conexión de señal de radio 50 al control central de vehículo 23 y provoca el envío de señales por medio de conexiones de señal de radio 40, las que son necesarias para la supervisión.

El vehículo sobre rieles 101 que se ilustra en la Fig. 4 puede ser, por ejemplo, el vehículo sobre rieles 1 de una de las Fig. 1 a Fig. 3. Presenta una saliente en forma de viga 80 que se extiende por encima de las ventanas 121 en las paredes laterales 113 del vehículo 101 y también por encima de las ventanas 122 en la zona frontal del vehículo 101, en la que una multiplicidad de sensores 2, 105, 106, 107 están integrados o están integrados por lo menos con una parte de su respectivo volumen. En el caso de la integración parcial, una parte del sensor puede sobresalir hacia fuera y/o hacia adentro de la saliente en forma de viga. En particular, la saliente en forma de viga 80 puede estar entallada en la parte inferior del sensor correspondiente o directamente al lado del sensor correspondiente a fin de posibilitar al sensor una detección sin obstáculos de zonas espaciales fuera del vehículo sobre rieles 101. En la zona del vehículo 101 representada a la izquierda en la Fig. 4, que está orientada hacia adelante en el sentido de avance, se encuentran, por ejemplo, el dispositivo de generación de imágenes 2 de una de las figuras 1 a 3 y, opcionalmente, otros dispositivos de generación de imágenes de un sistema de generación de imágenes, no representados en la Fig. 4, para detectar una zona espacial delante del vehículo 101 en el sentido de avance.

En el ejemplo de realización representado en la Fig. 4, la saliente en forma de viga 80 se extiende partiendo de la zona de transición representada a la derecha en la Fig. 4 hasta una carrocería lindante de un vehículo acoplado con el vehículo 101 o de una parte del vehículo a lo largo de la dirección longitudinal del vehículo 101 en la pared lateral 113 situada delante en la imagen y luego alrededor de la zona frontal del vehículo 101. Preferentemente, como está representado en la Fig. 5, la saliente en forma de viga 80 se extiende partiendo de la zona frontal, luego contraria a la dirección longitudinal a lo largo de la pared lateral adyacente 113 que está representada en la Fig. 5. También en la sección representada en la Fig. 5 de la saliente en forma de viga 80 se encuentran sensores 105, 107 y 108 para detectar el espacio exterior del vehículo sobre rieles 101. En la zona frontal representada en la Fig. 5, mirando hacia delante en el sentido de avance, se encuentra otro dispositivo más de generación de imágenes 5 del sistema de generación de imágenes. En el caso de los sensores 105 dispuestos asimismo en la zona frontal, pero no en la zona anterior de la zona frontal se puede tratar, de sensores por radar o sensores ultrasónicos. En el caso de los sensores 106, 107 y 108 dispuestos en las paredes laterales 113, se puede tratar, por ejemplo, de cámaras digitales que, al detenerse en paradas, detectan la zona fuera del vehículo y, en particular, alrededor de las puertas del vehículo 102, 103.

La zona frontal de un vehículo sobre rieles 101 representada en la Fig. 6, en la que se puede tratar de del vehículo sobre rieles 101 de la Fig. 4 y/o Fig. 5, muestra asimismo una saliente en forma de viga 80 que se extiende alrededor de la zona frontal. Es pueden apreciar los cuatro dispositivos de generación de imágenes 2-5 que corresponden al sistema de generación de imágenes de la Fig. 2 y de la Fig. 3. Este ejemplo muestra que los cuatro sensores 2-5 del sistema de generación de imágenes, pueden estar dispuestos, en particular, uno al lado del otro, preferentemente uno al lado del otro en dirección horizontal. Allí, el primer sensor 2 y el tercer sensor 4 están dispuestos directamente uno al lado del otro y tienen la menor distancia posible (en particular, nula) entre sí.

De modo alternativo, los sensores del sistema de generación de imágenes pueden estar dispuestos no en una saliente en forma de viga, sino, por ejemplo, a nivel con la superficie exterior plana del vehículo o, por ejemplo, detrás del parabrisas del vehículo sobre rieles, de modo que ellos detectan el espacio fuera del vehículo sobre rieles a través del parabrisas. En particular, si se acciona un limpiaparabrisas que se mueve hacia un lado y hacia el otro a lo largo del

parabrisas, se altera de forma reiterada la detección de las imágenes. En particular, si se detectan secuencias temporales de imagen, se pueden corregir dichos efectos perturbadores, por ejemplo, mediante software y/o hardware de análisis de imagen.

5 La sección transversal en la Fig. 7 muestra que se puede usar una saliente en forma de viga 80 no solo para disponer sensores, sino que también puede contener una guía 117 para una puerta de vehículo 102. En el ejemplo de realización representado, la carrocería 109 correspondiente del vehículo sobre rieles 101 contiene en la posición de sección transversal representada una puerta corrediza 102 solo en un lado. De modo alternativo, la carrocería también puede presentar una puerta corrediza en el lado opuesto en la misma posición de sección transversal. Dichas puertas corredizas 102 se pueden desplazar solo en dirección recta para la apertura y el cierre. Ellas se diferencian de las
10 puertas convencionales en que, por ejemplo, ellas se desplazan hacia fuera a una posición de apertura mediante un movimiento giratorio superpuesto desde la posición de cierre.

En resumen, a partir de ello, por el uso de una saliente en forma de viga en la superficie exterior de un vehículo sobre rieles, se puede describir lo siguiente: puede existir una saliente en forma de viga, por ejemplo, si se emplean puertas corredizas que, para la apertura, no se muevan hacia afuera. En este caso, la saliente en forma de viga puede
15 presentar, por lo menos, una parte de la guía de movimiento para el movimiento de la puerta corrediza durante la apertura y el cierre. De modo alternativo o adicional, la saliente en forma de viga puede contener líneas de conexión, en particular, líneas de alimentación de energía y conexiones de señal, por medio de los cuales los sensores dispuestos al menos parcialmente en la saliente en forma de viga están conectados a otros dispositivos del vehículo sobre rieles, como dispositivos emisores y unidades de procesamiento.

20 La disposición que se ilustra en la Fig. 8 de cuatro dispositivos de generación de imágenes 2, 3, 4, 5 representa un ejemplo concreto de realización para la conformación de las distancias entre los dispositivos de generación de imágenes dispuestos uno al lado del otro. Sin embargo, también son posibles otras conformaciones. Por ejemplo, los adyacentes más próximos de los dispositivos de generación de imágenes dispuestos uno al lado del otro, pueden tener todos las mismas distancias entre sí, es decir, la distancia dispositivo correspondiente de generación de
25 imágenes más próximo tiene igual tamaño para todos los dispositivos de generación de imágenes. Por ello, los dos dispositivos centrales de generación de imágenes tienen, en las direcciones opuestas, en cada caso un dispositivo de generación de imágenes adyacente más próximo. También en este caso, ante la falla de uno cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes siempre se puede formar un primer par estéreo con una distancia menor y un segundo par estéreo con una distancia mayor.

30 En el caso que se ilustra en la Fig. 8, se identifica con «A» la distancia más grande entre dos dispositivos de generación de imágenes, a saber, la distancia entre el dispositivo de generación de imágenes 2 y el dispositivo de generación de imágenes 3. Las distancias entre dispositivos de generación de imágenes adyacentes más cercanos están identificadas con «B», «C», «D». Todas las distancias tienen un valor diferente. Si todos, los cuatro, dispositivos de generación de imágenes están en condiciones de proporcionar imágenes sin defecto del entorno del vehículo a un
35 dispositivo de análisis, se operan, por ejemplo, los dispositivos de generación de imágenes 2, 5 (con una distancia que corresponde a la suma de las distancias B y C) como primer par estéreo y los dispositivos de generación de imágenes 2, 3 (con la distancia A) como segundo par estéreo. El dispositivo de generación de imágenes 2 está disponible como reserva. De modo alternativo, se pueden operar, por ejemplo, los dispositivos de generación de imágenes 3, 5 (con la distancia D) como primer par estéreo y los dispositivos de generación de imágenes 2, 4 (con la distancia C) como
40 segundo par estéreo.

Cuando y tal como se representó en la Fig. 9 de manera simbólica por medio de una cruz, el dispositivo de generación de imágenes 5 está fallado o defectuoso, comienza una nueva fase operativa en la que se operan los dispositivos de generación de imágenes 3, 4 (con la distancia E) como primer par estéreo y los dispositivos de generación de
45 imágenes 2, 4 (con la distancia C) como segundo par estéreo. También las distancias C, E se diferencian claramente entre sí de modo que los diversos pares estéreo son muy aptos para la detección de diferentes zonas de profundidad (es decir, zonas de distancia para el vehículo).

Cuando y tal como se representó de manera simbólica en la Fig. 10 con una cruz, el dispositivo de generación de imágenes 2 está fallado o defectuoso, después de una de las fases operativas mencionadas en la Fig. 8, comienza una nueva fase operativa en la que se operan los dispositivos de generación de imágenes 3, 5 (con la distancia D) como
50 primer par estéreo y los dispositivos de generación de imágenes 4, 5 (con la distancia B) como segundo par estéreo. También las distancias B, D se diferencian claramente entre sí, de modo que los diversos pares estéreo son muy aptos para la detección de diferentes zonas de profundidad.

En el caso de una falla o un defecto de uno de los dispositivos de generación de imágenes 3, 4, se aplica lo correspondiente como se explica en las figuras 9 y 10. Siempre se pueden formar pares estéreos con distancias diferentes.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo sobre rieles (1) con un sistema de generación de imágenes para detectar un espacio fuera del vehículo sobre rieles (1), en el que
 - el sistema de generación de imágenes presenta cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5),
- 5
 - cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) genera o puede generar, durante una operación del sistema de generación de imágenes, imágenes bidimensionales del espacio,
 - un primer (2) y un segundo (3) dispositivos de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos en el vehículo sobre rieles (1) a una primera distancia entre sí y forman un primer par estéreo (2, 3) que detecta una primera parte común (8a) del espacio desde diferentes ángulos de visión,
- 10
 - un tercer (4) y un cuarto (5) dispositivos de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos en el vehículo sobre rieles (1) a una segunda distancia entre sí y forman un segundo par estéreo (4, 5) que detecta una segunda parte común (8b) del espacio desde diferentes ángulos de visión,
 - la primera distancia es mayor que la segunda distancia,
- 15
 - la primera parte común (8a) del espacio y la segunda parte común (8b) del espacio tienen una zona espacial común,
 - el sistema de generación de imágenes presenta un dispositivo de análisis que está conectado a los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) y, durante una operación del sistema de generación de imágenes, recibe datos de imagen de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5),
- 20
 - en donde el sistema de generación de imágenes está adaptado para reconocer que no es posible o es erróneo un análisis de los datos de imagen de un dispositivo de generación de imágenes (2; 5) fallado y/o defectuoso de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) durante una fase operativa del sistema de generación de imágenes,
 - en donde el dispositivo de generación de imágenes (2; 5) fallado y/o defectuoso puede ser cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5), en estando el dispositivo de análisis conformado para usar,
- 25
 - durante la fase operativa, los datos de imagen que recibe el dispositivo de análisis de otros tres (3, 4, 5; 2, 3, 4) de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5), que no son el dispositivo de generación de imágenes fallado y/o defectuoso (2; 5), como datos de imagen, que contienen un primer par de imágenes estéreo y un segundo par de imágenes estéreo, en donde el primer par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imagen (3, 4, 5; 2, 3, 4), que están dispuestos en el vehículo
- 30
 - sobre rieles (1) a una tercera distancia entre sí, y el segundo par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) que están dispuestos en el vehículo sobre rieles (1) a una cuarta distancia entre sí, y en donde la tercera distancia y la cuarta distancia son de distinto tamaño.
- 35
 - 2. Vehículo sobre rieles según la reivindicación 1, en el que los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos de tal manera en una zona frontal del vehículo sobre rieles (1), que la zona espacial común durante la marcha del vehículo sobre rieles (1) está situada delante del vehículo sobre rieles (1) en el sentido de avance.
- 40
 - 3. Vehículo sobre rieles según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el sistema de generación de imágenes presenta una primera unidad de procesamiento (20a) y una segunda unidad de procesamiento (20b) que, en cada caso, están conectadas por medio de conexiones de señal de imagen (10, 11) a cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5).
- 45
 - 4. Vehículo sobre rieles según la reivindicación 3, en el que
 - la primera unidad de procesamiento (20a) y la segunda unidad de procesamiento (20b) están conformadas para calcular independientemente entre sí, durante una operación del sistema de generación de imágenes, a partir de señales de imagen recibidas por medio de las conexiones de señal de imagen (10, 11), información de profundidad sobre una profundidad de objetos de imagen (9) que fueron detectados con las imágenes bidimensionales por un par de los cuatro dispositivos de generación de imágenes o por dos pares diferentes de

los cuatro dispositivos de generación de imágenes, en donde la profundidad se extiende en una dirección transversal a un plano de imagen de las imágenes bidimensionales, y/o

- 5 - la primera unidad de procesamiento (20a) está conectada a un primer dispositivo emisor (21a) para enviar señales de imagen a un dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1) y la segunda unidad de procesamiento (20b) está conectada con un segundo dispositivo emisor (21b) para enviar señales de imagen al dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1).
- 5. Vehículo sobre rieles según una de las reivindicaciones 1-4, en el que para cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) se cumple que las distancias desde cualquiera de los otros cuatro dispositivos de generación de imágenes son de diferente tamaño.
- 10 6. Vehículo sobre rieles según una de las reivindicaciones 1-5, en el que por lo menos tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos uno al lado del otro, de modo que todas las distancias entre los, por lo menos, tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están definidas situadas una detrás de otra en un plano común.
- 15 7. Sistema para operar un un vehículo sobre rieles (1) con el vehículo sobre rieles (1) según una de las reivindicaciones 1-6 y con un puesto de control (60), que está alejado del vehículo sobre rieles (1), en donde el vehículo sobre rieles (1) presenta un primer dispositivo emisor, por medio del cual, durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1), se envían señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) y/o señales de imagen posprocesadas generadas por una unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles (1) a partir de las señales de imagen, a un primer dispositivo receptor (63) alejado del
- 20 vehículo sobre rieles (1), estando el puesto de control (60) conectado al primer dispositivo receptor (63) y durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1) obtiene señales de imagen recibidas por el primer dispositivo receptor (63), en donde el puesto de control (60) presenta un dispositivo de exhibición de imágenes (61) que durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1) genera imágenes a partir de las señales de imagen recibidas y las exhibe, en donde el puesto de control (60) presenta un dispositivo de control (62) que durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1) genera señales de control para controlar una operación de
- 25 conducción del vehículo sobre rieles (1), estando el puesto de control (60) conectado a un segundo dispositivo emisor, por medio del cual, durante la operación, se envían las señales de control a un segundo dispositivo receptor del vehículo sobre rieles (1) y en donde el vehículo sobre rieles (1) presenta un sistema de conducción (25) que, durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1), recibe y procesa las señales de control generadas por el dispositivo de control (62) del puesto de control (60), y ejecuta la operación de conducción del vehículo sobre rieles (1) de acuerdo con las señales de control.
- 30 8. Procedimiento para operar un vehículo sobre rieles (1), en el que
 - un sistema de generación de imágenes del vehículo sobre rieles (1) con por lo menos cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) detecta un espacio fuera del vehículo sobre rieles (1),
 - 35 - cada uno de los, al menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) genera o puede generar imágenes bidimensionales del espacio,
 - un primer y un segundo dispositivos de los, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos a una primera distancia entre sí en el vehículo sobre rieles (1) y forman un primer par estéreo (2, 3) que detecta una primera parte común (8a) del espacio desde diferentes ángulos de visión,
 - 40 - un tercer y un cuarto dispositivos de los, por lo menos, cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos a una segunda distancia entre sí en el vehículo sobre rieles (1) y forman un segundo par estéreo (4, 5) que detecta una segunda parte común (8b) del espacio desde diferentes ángulos de visión,
 - la primera distancia es mayor que la segunda distancia,
 - la primera parte común (8a) del espacio y la segunda parte común (8b) del espacio tienen una zona espacial
 - 45 compartida,
 - un dispositivo de análisis del sistema de generación de imágenes que está conectado a los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) recibe datos de imagen de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) durante una operación del sistema de generación de imágenes,

en donde el sistema de generación de imágenes reconoce cuando no es posible o es erróneo un análisis de datos de imagen de un dispositivo de generación de imágenes (2; 5) fallado y/o defectuoso de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) durante una fase operativa del sistema de generación de imágenes,

5 en donde el dispositivo de generación de imágenes (2; 5) fallado y/o defectuoso puede ser cualquiera de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5),

en donde el dispositivo de análisis, durante la fase operativa, usa datos de imagen, que recibe el dispositivo de análisis de otros tres (3, 4, 5; 2, 3, 4) de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) que no son el dispositivo de generación de imágenes (2; 5) fallado y/o defectuoso, como datos de imagen que contienen un primer par de imágenes estéreo y un segundo par de imágenes estéreo, en donde el primer par de imágenes
10 estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes (3, 4, 5; 2, 3, 4) que están dispuestos en el vehículo sobre rieles (1) a una tercera distancia entre sí, y el segundo par de imágenes estéreo corresponde a los datos de imagen de dos de los otros tres dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) que están dispuestos en el vehículo sobre rieles (1) a una cuarta distancia, y en donde la tercera distancia y la cuarta distancia son de distinto tamaño.

15 **9.** Procedimiento según la reivindicación 8, en el que los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos en una zona frontal del vehículo sobre rieles (1) y durante la marcha del vehículo sobre rieles (1) detectan la zona espacial común delante del vehículo sobre rieles (1) en el sentido de avance.

20 **10.** Procedimiento según las reivindicaciones 8 o 9, en el que se emplea una primera unidad de procesamiento (20a) del vehículo sobre rieles (1) como así también una segunda unidad de procesamiento (20b) del vehículo sobre rieles (1).

11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que

25 - los primero a cuarto dispositivos de generación de imágenes transmiten, por medio de conexiones de señal de imagen (10, 11), señales de imagen tanto a la primera unidad de procesamiento (20a) como también a la segunda unidad de procesamiento (20b), y la primera unidad de procesamiento (20a) y la segunda unidad de procesamiento (20b) calculan, independientemente entre sí, a partir de las señales de imagen, información de profundidad sobre una profundidad de objetos de imagen (9) que fueron detectados con las imágenes bidimensionales del primer par
estéreo (2, 3) y/o el segundo par estéreo (4, 5), en donde la profundidad se extiende en una dirección transversal a un plano de imagen de las imágenes bidimensionales, y/o

30 - la primera unidad de procesamiento (20a) y la segunda unidad de procesamiento (20b) reciben en cada caso señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) por medio de conexiones de señal de imagen (10, 11), en donde la primera unidad de procesamiento (20a) envía señales de imagen por medio de un primer dispositivo emisor a un dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1) y en donde la segunda unidad de procesamiento (20b) envía señales de imagen por medio de un segundo dispositivo emisor al dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1).

35 **12.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que se envían señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) y/o señales de imagen posprocesadas generadas por una unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles (1) a partir de las señales de imagen, por medio de un dispositivo emisor a un dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1) y son recibidas por el primer dispositivo receptor (63) como señales de imagen recibidas, en donde en un puesto de control (60) alejado del
40 vehículo sobre rieles (1) se generan imágenes a partir de las señales de imagen recibidas y se las exhibe, en donde en el puesto de control (60) se generan señales de control para controlar una operación de conducción del vehículo sobre rieles (1) y se las envía a un segundo dispositivo receptor del vehículo sobre rieles (1) y, en donde se ejecuta la operación de conducción del vehículo sobre rieles (1) de acuerdo con las señales de control.

45 **13.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que para cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) se cumple que las distancias a cada uno de los otros cuatro dispositivos de generación de imágenes son de distinto tamaño.

50 **14.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 13, en el que, por lo menos, tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están dispuestos uno al lado del otro, de modo que todas las distancias entre los, por lo menos, tres de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) están definidas situadas una detrás de otra en un plano común.

15. Procedimiento para operar un vehículo sobre rieles (1) según una de las reivindicaciones 8-14, como parte de un sistema que presenta también un puesto de control (60) que está alejado del vehículo sobre rieles (1), en donde durante el funcionamiento del vehículo sobre rieles (1) se envían señales de imagen de cada uno de los cuatro dispositivos de generación de imágenes (2, 3, 4, 5) y/o señales de imagen posprocesadas generadas por una
5 unidad de procesamiento del vehículo sobre rieles (1) a partir de las señales de imagen, desde un primer dispositivo emisor (21a) del vehículo sobre rieles (1) a un primer dispositivo receptor (63) alejado del vehículo sobre rieles (1), en donde el puesto de control (60) obtiene señales de imagen recibidas por el primer dispositivo receptor (63), en donde el puesto de control (60) genera imágenes por medio de un dispositivo de exhibición de imagen (61)
10 a partir de las señales de imagen recibidas y las exhibe, en donde el puesto de control (60) genera por medio de un dispositivo de control (62) señales de control para controlar una operación de conducción del vehículo sobre rieles (1), en donde el puesto de control (60) envía por medio de un segundo dispositivo emisor las señales de control a un segundo dispositivo receptor del vehículo sobre rieles (1) y en donde un sistema de conducción (25) del vehículo sobre rieles (1) recibe y procesa las señales de control del segundo dispositivo receptor, y ejecuta la operación de conducción del vehículo sobre rieles (1) de acuerdo con las señales de control.

15

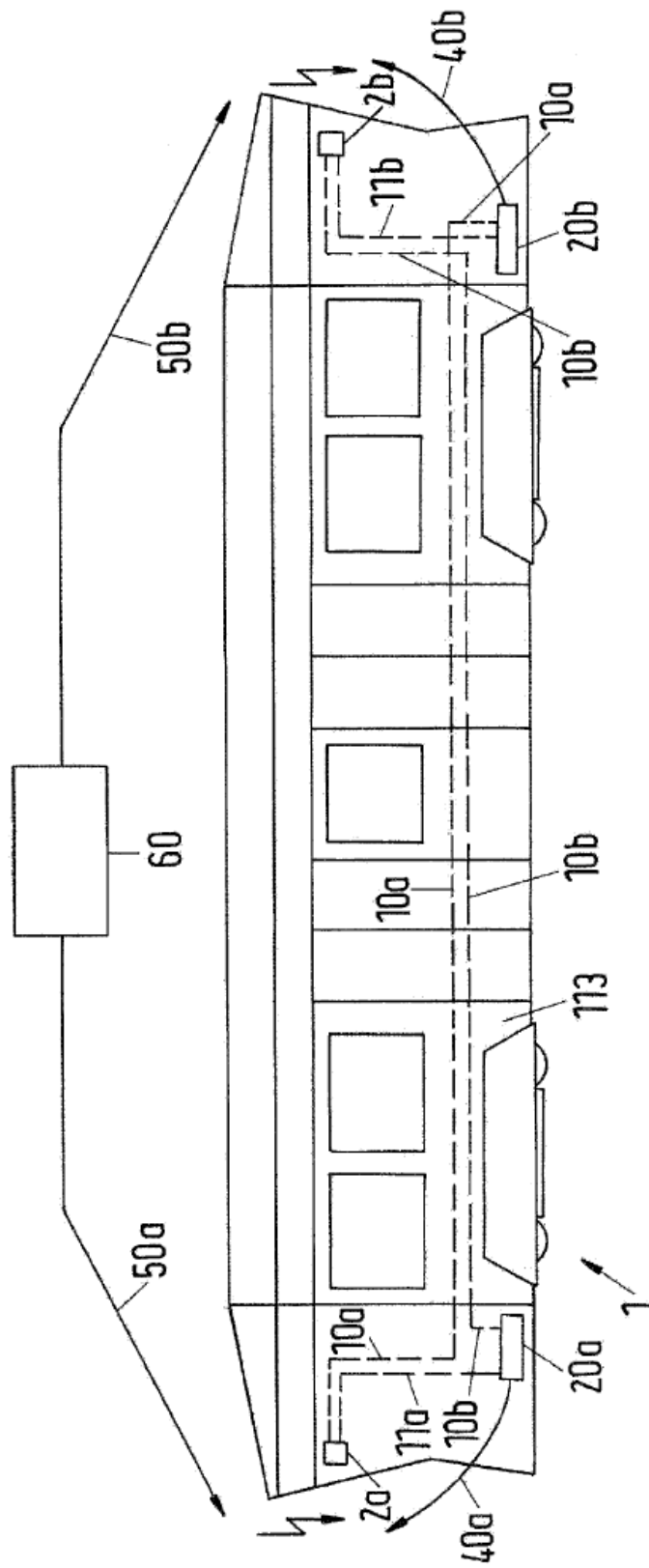


Fig.1

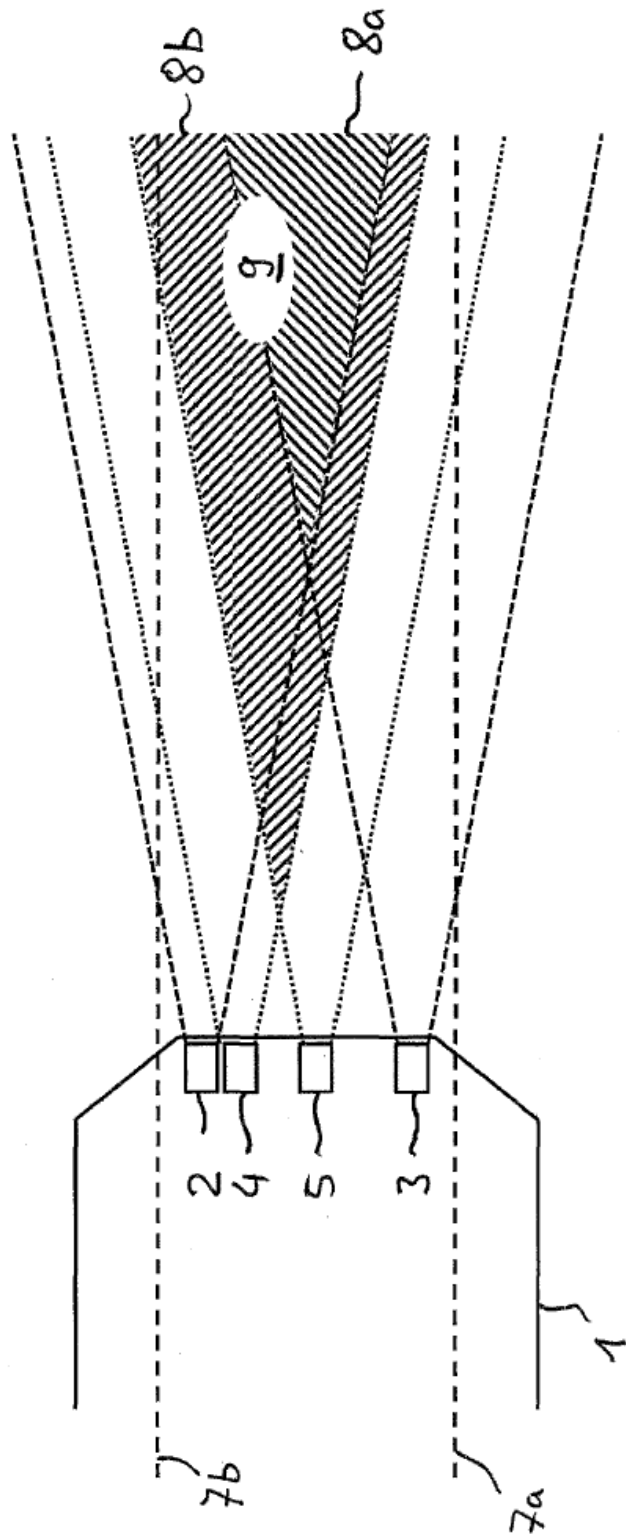
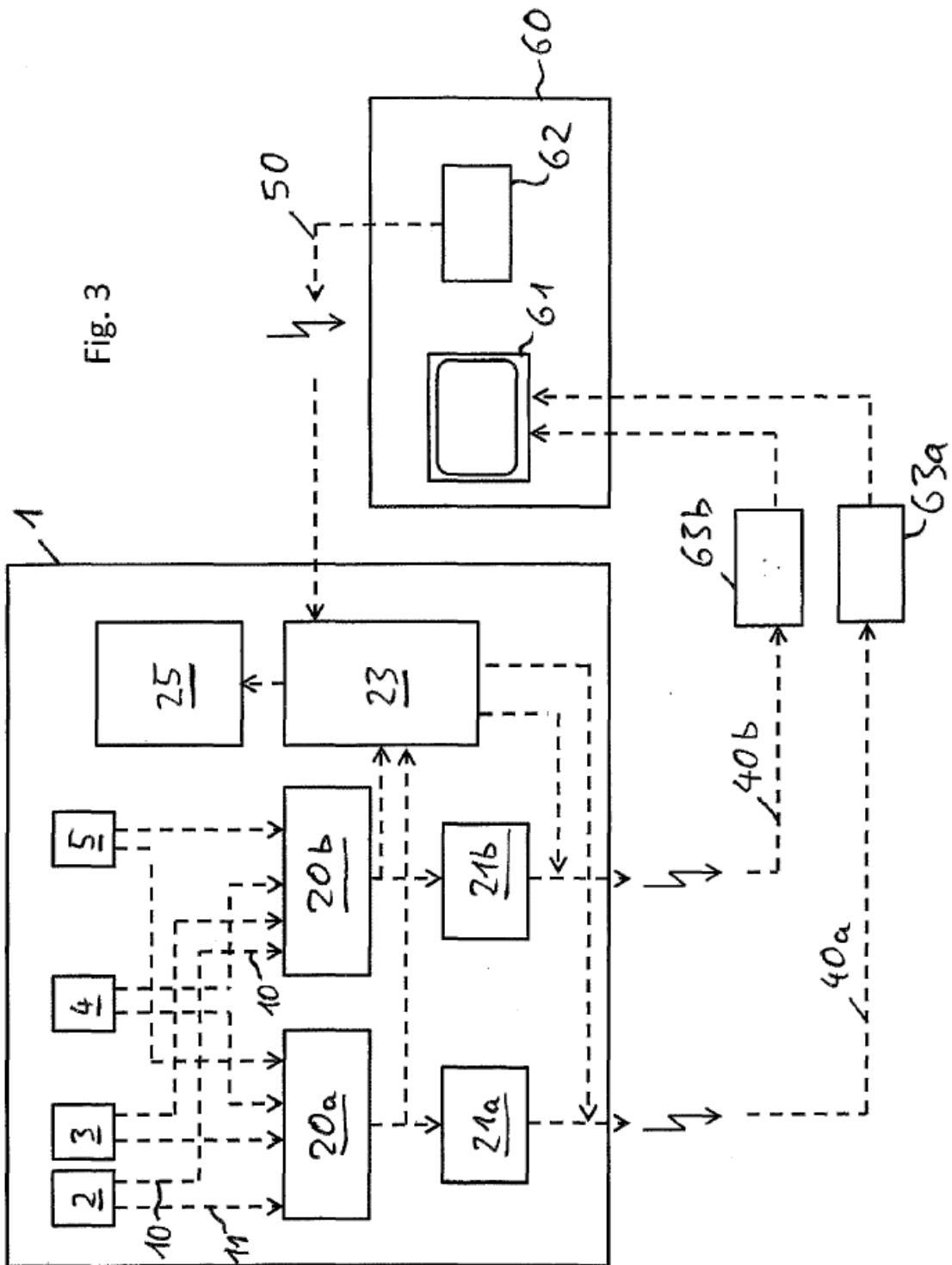


Fig. 2



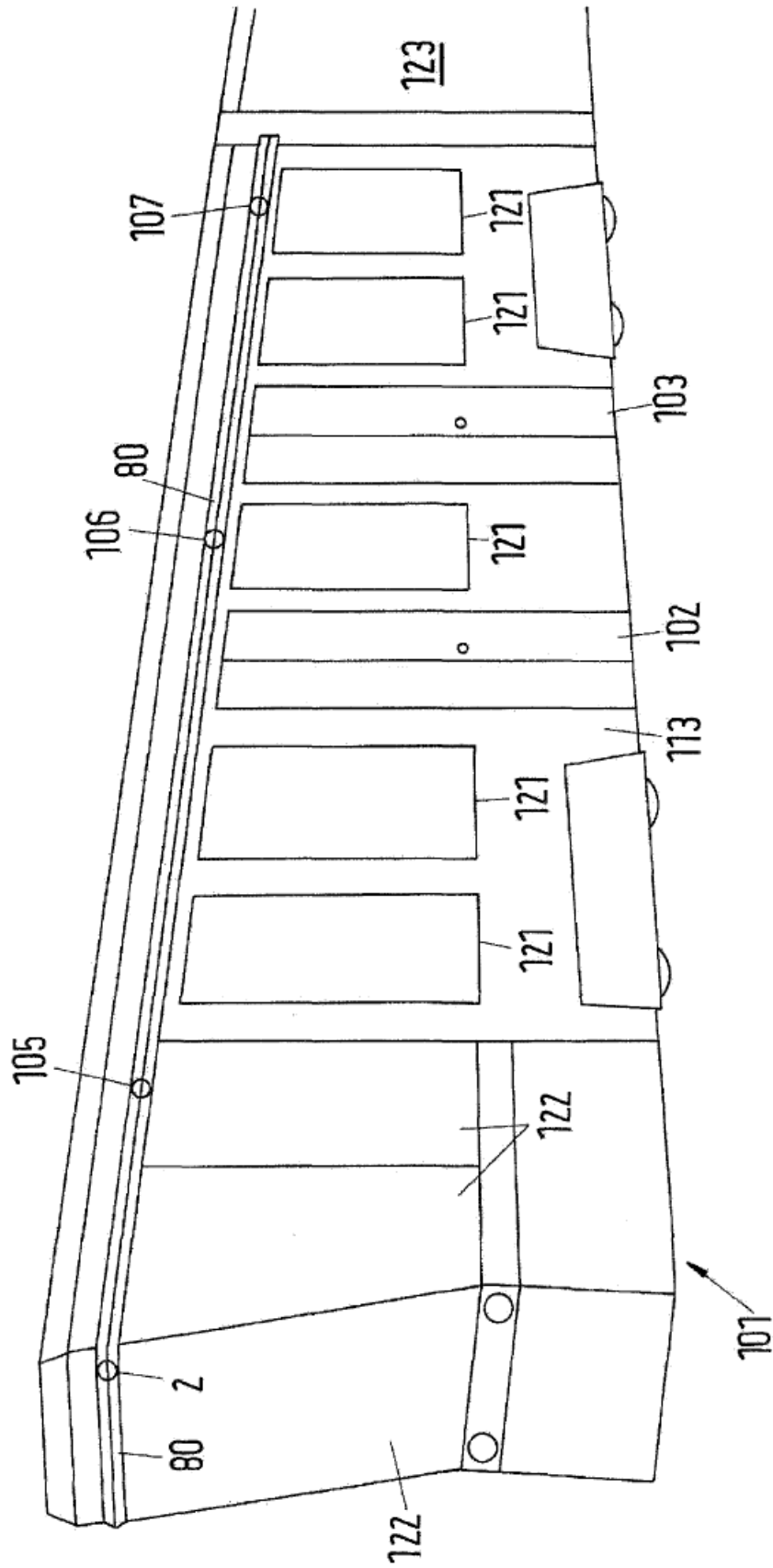


Fig.4

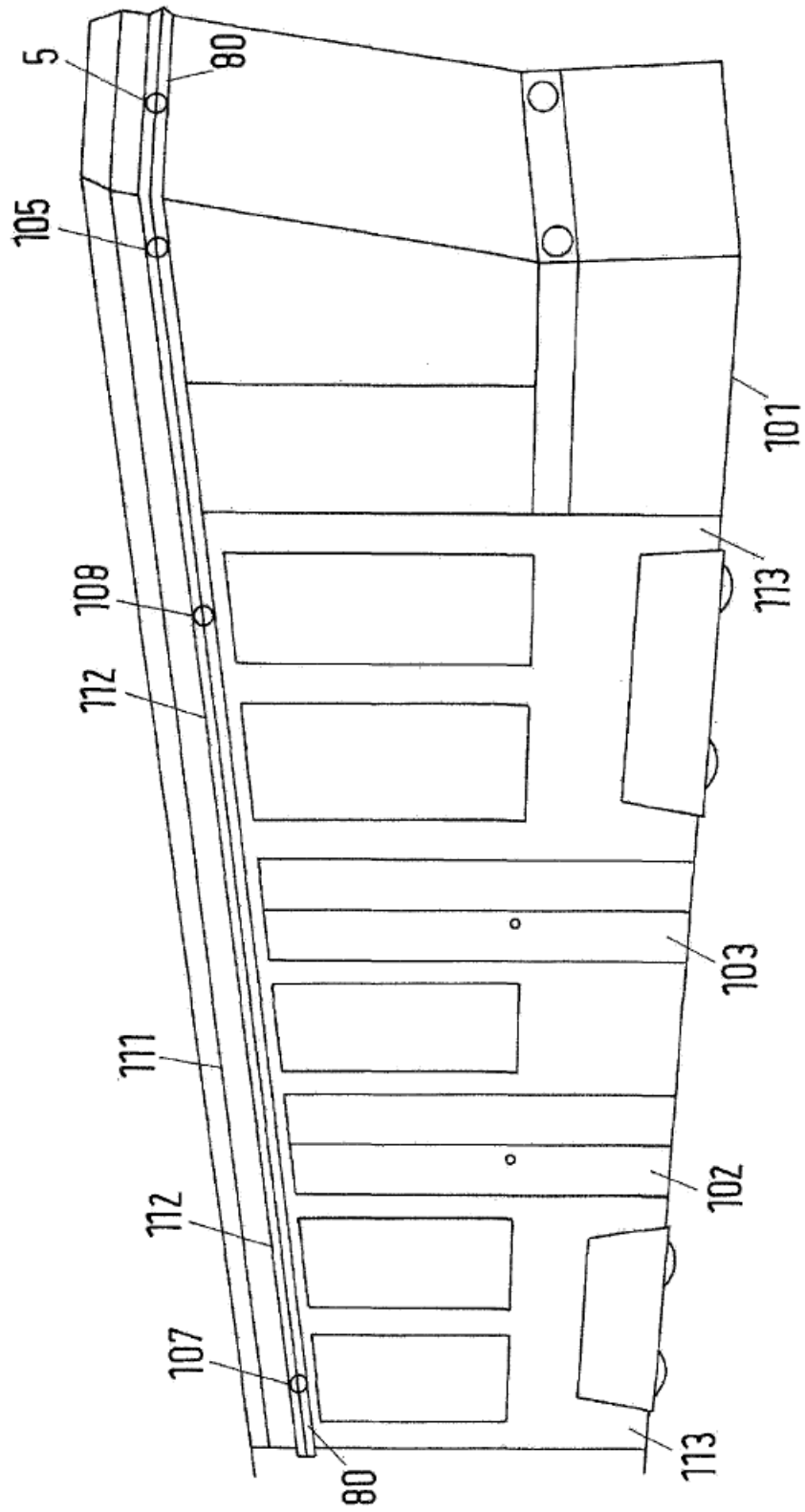


Fig.5

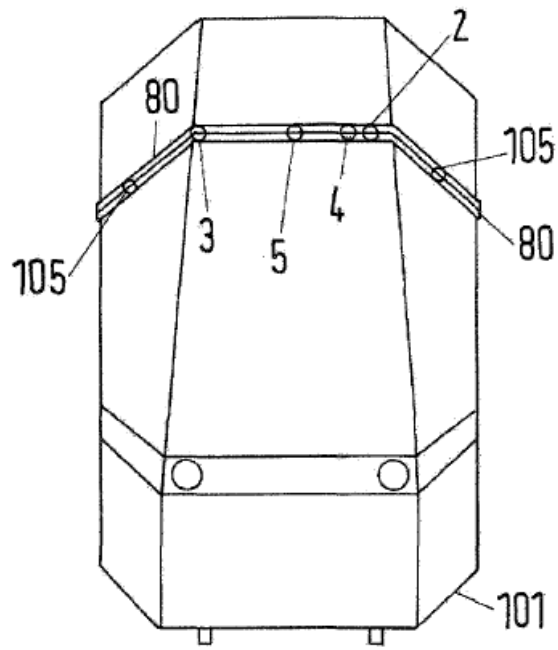


Fig.6

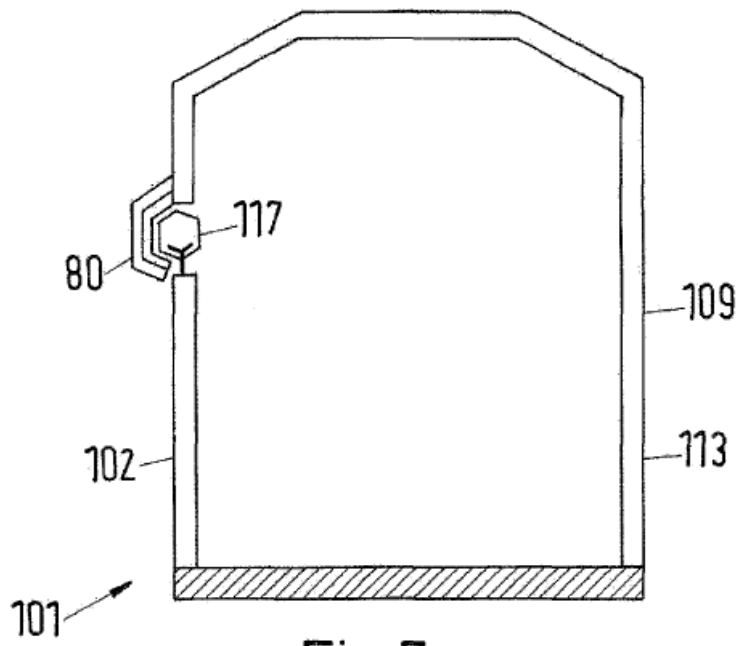


Fig.7

Fig. 8

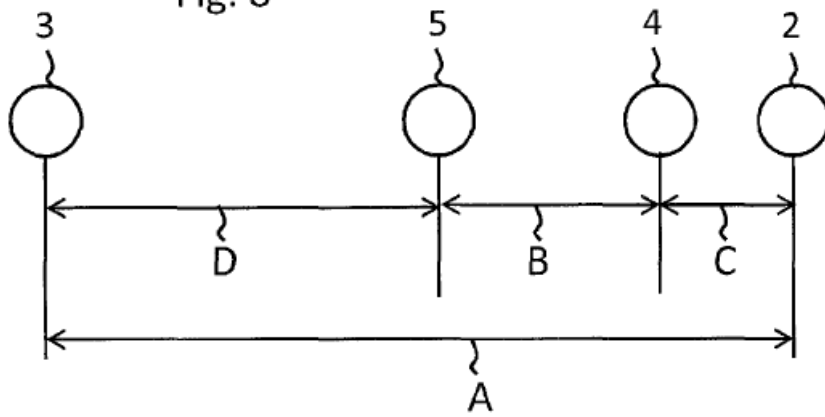


Fig. 9

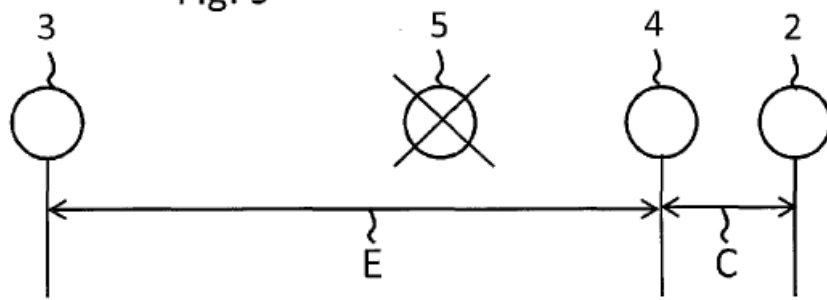


Fig. 10

