

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 752**

51 Int. Cl.:

**B61L 1/16** (2006.01)

**B61L 23/04** (2006.01)

**B61L 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2016 E 16181459 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.09.2021 EP 3275763**

54 Título: **Arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria y método correspondiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.03.2022**

73 Titular/es:  
**FRAUSCHER SENSORTECHNIK GMBH (100.0%)**  
**Gewerbestrasse 1**  
**4774 St. Marienkirchen, AT**

72 Inventor/es:  
**ROSENBERGER, MARTIN y**  
**THIEL, MICHAEL**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 900 752 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**

Arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria y método correspondiente

5 La presente solicitud se refiere a un arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria y a un método de evaluación de las señales de vigilancia ferroviaria.

10 Con el fin de controlar el movimiento de los vehículos ferroviarios en las vías ferroviarias, los vehículos ferroviarios pueden detectarse en posiciones fijas a lo largo de la vía ferroviaria. Los sensores de posición fija pueden, por ejemplo, proporcionar la información de si un vehículo ferroviario pasa por su posición fija. Al emplear dos o más sensores de posición, los vehículos ferroviarios en movimiento se pueden detectar en varias posiciones. Con esto, se puede determinar si un vehículo ferroviario se encuentra en una sección de vía determinada entre dos sensores de posición. Al evaluar las señales de salida de los dos sensores de posición, se puede determinar que ciertas secciones de la vía están despejadas de un vehículo ferroviario u ocupadas por un vehículo ferroviario.

15 Mediante el empleo de al menos dos sensores de posición en las proximidades, se puede determinar la velocidad y el sentido de desplazamiento de un vehículo ferroviario en movimiento. Al contar el número de ejes de un vehículo ferroviario que pasa por encima de un sensor de posición, se puede determinar la longitud de un vehículo ferroviario. Además, es posible determinar en qué vía se mueve un vehículo ferroviario colocando sensores de posición en cada vía.

20 Sin embargo, con estos sensores de posición fijos no es posible obtener ninguna información sobre el movimiento de un vehículo ferroviario entre dos sensores de posición. Por lo tanto, solo es posible obtener información sobre el vehículo ferroviario, como la velocidad o el sentido de desplazamiento en las posiciones fijas de los sensores de posición.

25 En el documento US 5 330 136 A se describe un aparato de circuito de vía ferroviaria para la detección de un vehículo ferroviario. El aparato de circuito de vía ferroviaria utiliza un sensor óptico para detectar un vehículo ferroviario.

30 En el documento WO 2017/220304 A1 se describe un dispositivo de posicionamiento para detectar un vehículo en pista. Se dispone una guía de onda a lo largo de la pista y se emplean dispositivos sensores del lado de la ruta para verificar las señales retrodispersadas en la guía de onda.

35 Uno de sus objetivos es proporcionar un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria capaz de proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario en una vía ferroviaria. También es un objetivo proporcionar un método para la evaluación de las señales de seguimiento ferroviario capaz de proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario en una vía ferroviaria.

40 Este objetivo se resuelve con las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones son objeto de reivindicaciones dependientes.

45 En una realización, el arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria comprende una unidad de evaluación, al menos un sensor de posición con una salida de sensor de posición y al menos un sensor de seguimiento con una salida de sensor de seguimiento. La unidad de evaluación está conectada a la salida del sensor de posición y a la salida del sensor de seguimiento. La unidad de evaluación puede combinar las señales proporcionadas por el sensor de posición y el sensor de seguimiento para proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario en la vía ferroviaria.

50 En una realización del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, el sensor de posición comprende uno o más sensores inductivos. Un sensor inductivo puede ser capaz de detectar el cambio de un campo magnético inducido por el metal que se mueve en el campo magnético. El metal que se mueve en el campo magnético puede ser, por ejemplo, la rueda de un vehículo ferroviario. Si el sensor de posición comprende al menos dos sensores inductivos, por ejemplo, se puede determinar la velocidad y el sentido de desplazamiento del vehículo ferroviario. Además, en caso de fallo de un sensor, es más seguro emplear al menos dos sensores inductivos.

55 En una realización del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, el sensor de posición comprende uno o más de un sensor capacitivo, un sensor mecánico, un sensor óptico, un sensor de galga extensiométrica, un sensor piezoeléctrico o un sensor de radar. La unidad de evaluación para el arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria comprende una conexión al sensor de posición que es capaz de detectar los vehículos ferroviarios que pasan por encima de la posición del sensor de posición en la vía ferroviaria y proporcionar una señal de salida de posición. El sensor de posición se puede ubicar en una posición fija en o sobre la vía ferroviaria. La señal de salida de posición puede, por ejemplo, comprender la información de si un vehículo ferroviario pasa por encima de la posición del sensor de posición o si un vehículo ferroviario se encuentra en la posición del sensor de posición. El sensor de posición puede, por ejemplo, también proporcionar información sobre la velocidad de un vehículo ferroviario y sobre el sentido de desplazamiento de un vehículo ferroviario.

65 La unidad de evaluación comprende una conexión al sensor de seguimiento que comprende un sensor de fibra óptica, que es capaz de detectar la posición del ruido a lo largo de la vía ferroviaria y que proporciona una señal de salida de

5 seguimiento. El sensor de seguimiento puede comprender una fibra que está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria, lo que significa que se encuentra muy cerca de la vía ferroviaria. En proximidad significa que el sensor de seguimiento es capaz de detectar el ruido causado, por ejemplo, por un vehículo ferroviario que pasa. El sensor de seguimiento puede comprender un sensor de fibra óptica que está conectado a una fibra óptica. Un pulso de luz de una fuente de luz se puede enviar a la fibra óptica donde se dispersa en impurezas u otros sitios de dispersión. Esto significa que una parte de la luz se refleja en la fuente de luz. La dispersión depende de cambios físicos en la fibra óptica que pueden ser causados, por ejemplo, por el ruido en las proximidades de la fibra óptica.

10 El sensor de seguimiento es capaz de detectar la posición del ruido a lo largo de la vía ferroviaria. El ruido puede ser ruido transmitido por la estructura, ondas sonoras o vibraciones del entorno alrededor de la fibra óptica. La señal de salida de seguimiento puede proporcionar información sobre la posición del ruido detectado a lo largo de la vía ferroviaria. El ruido detectado por el sensor de seguimiento puede ser, por ejemplo, causado por un vehículo ferroviario que se mueve a lo largo de la vía ferroviaria.

15 La unidad de evaluación proporciona una señal de salida que depende de la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento. Al combinar la información proporcionada por la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento, la unidad de evaluación puede proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario en la vía ferroviaria.

20 Al combinar la información proporcionada por la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento, por ejemplo, se puede determinar la posición actual de cada vehículo ferroviario en la vía ferroviaria sin necesidad de componentes adicionales en los vehículos ferroviarios. Especialmente en las vías ferroviarias internacionales, los vehículos ferroviarios se pueden detectar sin componentes adicionales en los vehículos ferroviarios. Con esto, se evitan las complicaciones resultantes de diferentes estándares en diferentes países. Además, la posición de un vehículo ferroviario no solo puede determinarse en las posiciones fijas de los sensores de posición, sino que la posición actual de un vehículo ferroviario también puede determinarse entre posiciones predefinidas y secciones específicas de la vía ferroviaria.

30 De acuerdo con la invención, la unidad de evaluación para un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria comprende una conexión a al menos un sensor de posición y al menos un sensor de seguimiento, y la unidad de evaluación proporciona una señal de salida que depende de la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento.

35 De acuerdo con la invención, la unidad de evaluación proporciona la posición actual de un vehículo ferroviario en la vía ferroviaria combinando la información proporcionada por la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento. Esto significa que la posición de un vehículo ferroviario no solo puede determinarse en la posición de un sensor de posición, sino también si el vehículo ferroviario se encuentra entre las posiciones de dos o más sensores de posición o en cualquier posición de la vía ferroviaria. Por lo tanto, la posición actual de un vehículo ferroviario se puede determinar en tiempo real dentro de la precisión de la medición. La combinación de la información proporcionada por la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento significa que la información detectada solo por el sensor de posición se combina con la información que solo detecta el sensor de seguimiento. Con esto, por ejemplo, se puede analizar y ajustar el horario de los vehículos ferroviarios. Además, se puede mejorar la seguridad, por ejemplo, en la zona de los pasos a desnivel.

45 De acuerdo con la invención, la unidad de evaluación proporciona la información de sobre qué vía se mueve un vehículo ferroviario en el caso de más de una vía dispuesta en paralelo, cada vía tiene al menos un sensor de posición asignado a la misma. En el caso de más de una vía dispuesta en paralelo, el sensor de seguimiento no es capaz de determinar claramente en qué vía se mueve un vehículo ferroviario. Por lo tanto, los sensores de posición se pueden disponer en cada vía proporcionando la información sobre en qué vía se mueve un vehículo ferroviario. Al combinar la información del sensor de posición y el sensor de seguimiento también en el caso de más de una vía dispuesta en paralelo, se puede determinar la posición actual de un vehículo ferroviario en la vía ferroviaria.

50 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la posición actual de un vehículo ferroviario entre al menos dos posiciones predefinidas. Las posiciones predefinidas en la vía ferroviaria pueden ser, por ejemplo, sensores de posición o estaciones.

55 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la posición actual de un vehículo ferroviario dentro de una sección específica de la vía ferroviaria. Secciones específicas de la vía ferroviaria pueden estar, por ejemplo, dentro de estaciones, entre estaciones, entre sensores de posición o en túneles.

60 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la velocidad actual de un vehículo ferroviario. La velocidad actual puede determinarse, por ejemplo, mediante dos sensores de posición dispuestos muy cerca determinando los diferentes momentos en los que el vehículo ferroviario pasa entre los dos sensores de posición. La velocidad actual de un vehículo ferroviario también se puede determinar a partir de la primera derivada de una señal de seguimiento.

65 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la aceleración actual de un vehículo

ferroviario. La aceleración actual de un vehículo ferroviario puede, por ejemplo, determinarse mediante la segunda derivada de una señal de seguimiento.

5 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre el sentido actual de la marcha de un vehículo ferroviario. El sentido de desplazamiento de un vehículo ferroviario puede, por ejemplo, determinarse mediante dos sensores de posición muy cercanos comparando los diferentes momentos en los que el vehículo ferroviario pasa en los dos sensores de posición.

10 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la posición de una rueda plana de un vehículo ferroviario. Una rueda plana de un vehículo ferroviario se puede detectar evaluando la señal de seguimiento, ya que una rueda plana produce una firma diferente de la señal de seguimiento que un vehículo ferroviario sin una rueda plana.

15 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la posición de una rotura de carril a lo largo de la vía ferroviaria en la que se mueve el vehículo ferroviario. En una realización, la posición de una rotura de carril también se puede determinar evaluando la señal de salida de seguimiento. Además, se puede determinar la posición de las uniones de vía sueltas.

20 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la posición de otros ruidos o vibraciones a lo largo de la vía ferroviaria en la que se mueve el vehículo ferroviario. Otros ruidos en la vía ferroviaria o cercanos pueden incluir movimientos de vehículos, pasos de personas, excavaciones manuales o de máquinas, grupos de trabajo, movimiento de animales o eventos ambientales como caídas de rocas o deslizamientos de tierra. Otros ejemplos son el robo o el vandalismo.

25 De acuerdo con la invención, la unidad de evaluación proporciona información sobre en qué vía se mueve el vehículo ferroviario en caso de más de una vía dispuesta en paralelo. Para determinar en qué vía se mueve un vehículo ferroviario, por ejemplo, se puede disponer al menos un sensor de posición por vía.

30 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre el número de ejes del vehículo ferroviario. El sensor de posición puede, por ejemplo, ser capaz de detectar los ejes de un vehículo ferroviario.

En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre el diámetro de los ejes del vehículo ferroviario. El sensor de posición puede, por ejemplo, ser capaz de detectar el diámetro de los ejes del vehículo ferroviario.

35 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la longitud del vehículo ferroviario. La longitud del vehículo ferroviario puede, por ejemplo, determinarse contando los ejes del vehículo ferroviario.

40 En una realización, la unidad de evaluación proporciona información sobre la temperatura en la posición del sensor de posición. Por ejemplo, la temperatura puede ser medida por el sensor de posición y está relacionada con la temperatura del riel.

Con la información proporcionada por la unidad de evaluación es posible mejorar la vigilancia de la vía ferroviaria y la circulación de los vehículos ferroviarios. Por lo tanto, se puede habilitar un tráfico ferroviario más seguro y eficiente.

45 En un ejemplo no reivindicado, la unidad de evaluación proporciona una señal de salida adicional que depende solo de la señal de salida de posición de al menos un sensor de posición y donde la señal de salida adicional cumple con los requisitos de nivel de integridad de seguridad. La señal de salida adicional puede, por ejemplo, incluir información sobre el sentido de desplazamiento de un vehículo ferroviario y sobre qué vía se mueve un vehículo ferroviario. La señal de salida adicional puede, por ejemplo, también proporcionar la información si un vehículo ferroviario pasó la posición de un sensor de posición. Con esto, se puede determinar si un vehículo ferroviario está posicionado en una sección de vía determinada. Esto significa que se puede determinar si una determinada sección de la vía está ocupada por un vehículo ferroviario o si está despejada. Dado que la señal de salida adicional cumple con los requisitos de nivel de integridad de seguridad, el arreglo de sensores se puede emplear para una vigilancia ferroviaria segura.

55 En una realización del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, el sensor de fibra óptica detecta la luz, en particular la luz láser, que se dispersa en una fibra óptica cuando la señal dispersada posteriormente indica la posición del ruido a lo largo de la fibra óptica, de modo que pueda determinarse la posición de un vehículo ferroviario en la vía ferroviaria y de otro ruido en la vía ferroviaria o a lo largo de ella. El ruido puede ser, por ejemplo, ruido transmitido por la estructura, ondas sonoras o vibraciones del entorno alrededor de la fibra óptica.

60 En una realización del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, el sensor de seguimiento comprende un sensor acústico distribuido. Esto significa que el sensor de seguimiento puede comprender una fuente de luz, por ejemplo, un láser, donde los pulsos de luz se envían a una fibra óptica. Una pequeña parte de la luz se refleja de nuevo en la fuente de luz, ya que la luz se dispersa en los sitios de dispersión, como por ejemplo las impurezas en la fibra óptica que pueden ser naturales o artificiales. Los cambios en la señal retrodispersada están relacionados con cambios físicos en la fibra óptica que pueden ser causados por ruido, ruido transmitido por la estructura, vibraciones u ondas sonoras a lo largo de la fibra óptica. La fibra óptica se puede disponer muy cerca de la vía ferroviaria, de modo que el sensor de seguimiento

5 sea capaz de detectar el ruido a lo largo de la vía ferroviaria. El ruido a lo largo de la vía ferroviaria puede ser causado, por ejemplo, por un vehículo ferroviario en movimiento, personas o trabajos de construcción. Mediante la evaluación de la señal retrodispersada, se puede determinar la ubicación del ruido a lo largo de la fibra óptica. Con esto, las vibraciones y el ruido en y alrededor de la vía ferroviaria se pueden vigilar en tiempo real. Por lo tanto, se puede vigilar el movimiento de vehículos ferroviarios, de personas o animales, así como los eventos ambientales.

10 En una realización del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, el sensor de seguimiento comprende una fuente de señal pulsada y/o una fibra óptica donde los datos detectados por el sensor de posición se transmiten a la unidad de evaluación a través de la fibra óptica y el sensor de seguimiento. La fuente de señal pulsada puede ser, por ejemplo, un láser. El sensor de posición se puede conectar a la fibra óptica de tal manera que los datos detectados por el sensor de posición puedan ser transmitidos por la fibra óptica. Los datos detectados por el sensor de posición pueden, por ejemplo, transmitirse a la fibra óptica mediante un elemento piezoeléctrico controlado eléctricamente. Los datos detectados por el sensor de posición pueden codificarse, por ejemplo, mediante la modulación de frecuencia, antes de transmitir los datos a través de la fibra óptica. Los datos se pueden codificar para transmitir más información. Con esto, se puede habilitar una transmisión rápida de los datos detectados por el sensor de posición y solo se requiere una fibra óptica para el arreglo de sensores. Además, se puede proporcionar la señal de prueba para proporcionar un indicador del estado para el sensor de posición.

20 En un ejemplo no reivindicado, el arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria, en el sensor de seguimiento se introduce una señal de prueba en una fibra óptica y la señal de prueba se evalúa para proporcionar un indicador de estado. Por ejemplo, con la señal de prueba se puede calibrar la medición y determinar la atenuación de la señal.

25 En una realización, el arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria comprende al menos dos unidades de subevaluación que proporcionan al menos una señal de salida cada una. Las salidas de las unidades de subevaluación están conectadas entre sí cuando una de ellas es bidireccional. Cada unidad de subevaluación está conectada con un sensor de posición. Al menos un sensor de posición está conectado con la unidad de evaluación a través de una unidad de subevaluación. Al menos una unidad de subevaluación proporciona una señal de salida combinada que depende de las señales de salida de al menos dos unidades de subevaluación. Con esto, la información proporcionada por dos o más sensores de posición puede ser combinada por una unidad de subevaluación. Por ejemplo, para una sección de la vía ferroviaria entre dos sensores de posición, la unidad de subevaluación puede proporcionar información sobre la ocupación de la sección de la vía férrea. Si solo el primer sensor de posición en la sección de la vía ferroviaria detecta un vehículo ferroviario que pasa, la unidad de subevaluación puede proporcionar la información de que esta sección particular de la vía ferroviaria está ocupada. Si también el segundo sensor de posición en esta sección particular de la vía ferroviaria detectó un vehículo ferroviario que pasa, la unidad de subevaluación puede proporcionar la información de que esta sección particular de la vía ferroviaria se encuentra libre nuevamente.

40 En un ejemplo no reivindicado, el arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria comprende al menos dos unidades de evaluación y una unidad de aplicación. La unidad de aplicación está conectada a las salidas de al menos dos unidades de evaluación, que comprende al menos una salida de una unidad de aplicación y evalúa la información proporcionada por al menos dos unidades de evaluación. Con esto, la unidad de aplicación proporciona una visión general de los sensores en el arreglo de sensores. La unidad de aplicación puede agregar más información y puede generar información. Por ejemplo, la unidad de aplicación puede proporcionar información a un usuario y permite optimizar la gestión de horarios y la gestión de la velocidad del tren.

45 De acuerdo con la invención, el método de evaluación de las señales de vigilancia ferroviaria comprende los pasos de detección de un vehículo ferroviario que pasa en al menos una posición a lo largo de la vía ferroviaria mediante un sensor de posición que proporciona al menos una señal de salida de posición y de detección de la posición del ruido y del vehículo ferroviario a lo largo de la vía ferroviaria con el sensor de seguimiento. El sensor de seguimiento comprende un sensor de fibra óptica y una fibra óptica que se dispone a lo largo de la vía ferroviaria de tal manera que el sensor de seguimiento es capaz de detectar la posición del ruido a lo largo de la vía ferroviaria. El sensor de seguimiento proporciona una señal de salida de seguimiento. El método de evaluación de las señales de seguimiento ferroviario comprende además proporcionar la posición actual del vehículo ferroviario combinando la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento. La unidad de evaluación proporciona la información sobre la vía férrea en la que se mueve un vehículo ferroviario en caso de que haya más de una vía ferroviaria dispuesta en paralelo, cada vía ferroviaria tiene al menos un sensor de posición asignado a la misma.

60 Por lo tanto, la posición actual de un vehículo ferroviario se puede determinar en tiempo real dentro de la precisión de la medición. Combinar la información proporcionada por la señal de salida de posición y la señal de salida de seguimiento significa que la información detectada solo por el sensor de posición se combina con la información que solo detecta el sensor de seguimiento. Con esto, la posición actual de cada vehículo ferroviario en la vía ferroviaria se puede determinar sin la necesidad de componentes adicionales en los vehículos ferroviarios. Especialmente en las vías ferroviarias internacionales, los vehículos ferroviarios se pueden detectar sin componentes adicionales en los vehículos ferroviarios. Con esto, se evitan las complicaciones resultantes de diferentes estándares en diferentes países. Además, la posición de un vehículo ferroviario no solo puede determinarse en las posiciones fijas de los sensores de posición, sino que la posición actual de un vehículo ferroviario también puede determinarse entre posiciones predefinidas y secciones específicas de la vía ferroviaria.

- 5 En una realización del método de evaluación de las señales de vigilancia ferroviaria, el sensor de posición comprende dos sensores capaces de detectar el sentido de desplazamiento de los vehículos ferroviarios que pasan por encima de la posición del sensor de posición. Los dos sensores pueden ser, por ejemplo, sensores inductivos. En una realización, la señal de salida de posición del sensor de posición que comprende dos sensores, cumple con los requisitos de nivel de integridad de seguridad. Con esto, se puede determinar si un vehículo ferroviario está posicionado en una sección de vía determinada. Esto significa que se puede determinar si una determinada sección de la vía está ocupada por un vehículo ferroviario o si está despejada.
- 10 En una realización del método de evaluación de las señales de vigilancia ferroviaria, la unidad de evaluación proporciona al menos una de las siguientes características:
- 15 la posición actual de un vehículo ferroviario entre al menos dos posiciones predefinidas,  
la posición actual de un vehículo ferroviario dentro de un tramo específico de la vía ferroviaria,  
la velocidad actual de un vehículo ferroviario,  
la aceleración actual de un vehículo ferroviario,  
el sentido actual de la marcha de un vehículo ferroviario,  
la posición de una rueda plana de un vehículo ferroviario,  
20 la posición de una rotura de carril a lo largo de la vía ferroviaria por la que se mueve el vehículo ferroviario,  
la posición de otros ruidos o vibraciones a lo largo de la vía ferroviaria en la que se mueve el vehículo ferroviario,  
el número de ejes del vehículo ferroviario,  
el diámetro de los ejes del vehículo ferroviario,  
la longitud del vehículo ferroviario, o  
la temperatura en la posición del sensor de posición.
- 25 Con la información proporcionada por la unidad de evaluación es posible mejorar la vigilancia de la vía ferroviaria y la circulación de los vehículos ferroviarios. Por lo tanto, se puede habilitar un tráfico ferroviario más seguro y eficiente.
- 30 Las siguientes descripciones de las figuras pueden ilustrar y explicar aún más las realizaciones ejemplares. Los componentes que son funcionalmente idénticos o tienen un efecto idéntico se denotan con referencias idénticas. Los componentes idénticos o efectivamente idénticos pueden solo describirse con respecto a las figuras en las que aparecen primero. Su descripción no se repite necesariamente en figuras sucesivas.
- 35 Las figuras 1A y 1B muestran realizaciones ejemplares del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria.  
Las figuras 2A y 2B muestran el principio de funcionamiento de una realización ejemplar de un sensor de posición.  
Las figuras 3A, 3B y 3C muestran el principio de funcionamiento de una realización ejemplar de un sensor de seguimiento.  
La Figura 4 muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con dos sensores de posición.  
40 La Figura 5A muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con una vía ferroviaria.  
La Figura 5B muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con dos vías ferroviarias.  
La Figura 6A muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con dos vías ferroviarias y muestra una señal de salida de seguimiento ejemplar.  
45 La Figura 6B muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con cuatro vías ferroviarias que se cruzan entre sí.  
La Figura 6C muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria con varias vías ferroviarias dentro de una estación.
- 50 La Figura 1A muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria que comprende un sensor de posición 11 y un sensor de seguimiento 12. Al menos un sensor de posición 11 está dispuesto en una vía ferroviaria 14 de tal manera que el sensor de posición 11 puede detectar vehículos ferroviarios 19 que pasan por encima de la posición del sensor de posición 11. Una salida del sensor de posición 34 está conectada con una unidad de evaluación 10. El sensor de posición 11 proporciona una señal de salida de posición 15 a la unidad de evaluación 10. El sensor de seguimiento 12 comprende un sensor de fibra óptica 16, una fuente de señal pulsada 33, que puede ser una fuente de señal pulsada, una fibra óptica 17 y una salida del sensor de seguimiento 35. La fuente de señal pulsada 33 puede enviar pulsos de luz a la fibra óptica 17 y la señal retrodispersada puede ser detectada por el sensor de fibra óptica 16. La fibra óptica 17 está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria 14 y está dispuesta muy cerca de la vía ferroviaria 14, de modo que el sensor de seguimiento 12 es capaz de detectar la posición del ruido a lo largo de la vía ferroviaria 14. La salida del sensor de seguimiento 35 está conectada con la unidad de evaluación 10 y proporciona una señal de salida de seguimiento 18 a la unidad de evaluación 10. La unidad de evaluación 10 proporciona una señal de salida 13 que depende de la señal de salida de posición 15 y la señal de salida de seguimiento 18. Con esto, la unidad de evaluación 10 puede proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario 19 en la vía ferroviaria 14.
- 60 La Figura 1B muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria que comprende dos sensores de posición 11 y un sensor de seguimiento 12. Tanto los sensores de posición 11 como el sensor de
- 65

seguimiento 12 están conectados con la unidad de evaluación 10. El sensor de primera de posición 11 proporciona una señal de salida de primera posición 15 a la unidad de evaluación 10. El sensor de segunda posición 20 proporciona una señal de salida de segunda posición 21 a la unidad de evaluación 10. Con esto, la posición actual de un vehículo ferroviario 19 entre dos posiciones predefinidas, por ejemplo, entre los dos sensores de posición 11 y 20, puede ser proporcionada por la unidad de evaluación 10. La unidad de evaluación 10 puede proporcionar una señal de salida adicional 22 que solo depende de la señal de salida de primera posición 15 y la señal de salida de segunda posición 21. La señal de salida adicional 22 puede cumplir con los requisitos de nivel de integridad de seguridad.

La Figura 2A muestra el principio de funcionamiento de una realización ejemplar de un sensor de posición 11. El sensor de posición 11 se puede montar en una vía ferroviaria 14. En esta realización, el sensor de posición 11 comprende dos sensores 23, 24. Ambos sensores 23, 24 son capaces de detectar el paso de un vehículo ferroviario 19. Los dos sensores 23, 24 pueden, por ejemplo, comprender sensores inductivos. Si un vehículo ferroviario 19 pasa del lado izquierdo al lado derecho de la figura, el primer sensor 23 detectará una rueda 25 del vehículo ferroviario 19 antes que el segundo sensor 24. Una unidad de subevaluación 26 está conectada con el sensor de posición 11. La unidad de subevaluación 26 proporciona una señal de salida A del primer sensor 23 y una señal de salida B del segundo sensor 24. En la parte inferior de la Figura 2A, las señales de salida A y B se grafican a lo largo del tiempo t. Se muestra que el primer sensor 23 detecta el vehículo ferroviario que pasa 19 antes que el segundo sensor 24.

La Figura 2B muestra la misma realización ejemplar de un sensor de posición 11 que en la Figura 2A. En la Figura 2B, el vehículo ferroviario que pasa 19, sin embargo, se mueve del lado derecho al lado izquierdo de la figura. Por lo tanto, en este caso, el segundo sensor 24 detecta el paso del vehículo ferroviario 19 antes que el primer sensor 23.

Al evaluar las señales de salida A y B del primer y segundo sensor 23, 24 del sensor de posición 11, es posible determinar, por ejemplo, la velocidad de un vehículo ferroviario 19 que pasa en la posición del sensor de posición 11. También es posible determinar el sentido de desplazamiento, el número de ejes 27 del vehículo ferroviario 19, el diámetro de los ejes 27 y la longitud del vehículo ferroviario 19.

La figura 3A muestra una fibra óptica 17 con sitios de dispersión 28 que pueden ser, por ejemplo, impurezas. La fibra óptica 17 puede formar parte, por ejemplo, de un sensor de seguimiento 12. La luz, por ejemplo, luz láser, se introduce en la fibra óptica 17 y la mayor parte de la luz viaja a través de toda la fibra óptica 17, que se indica mediante la flecha más grande que apunta en la dirección de x. Una pequeña parte de la luz se refleja de nuevo en la dirección opuesta en los sitios de dispersión 28. La luz retrodispersada se indica con la flecha más pequeña que apunta en dirección -x. El diagrama en la parte superior de la Figura 3A muestra la intensidad de la luz retrodispersada graficada a lo largo de la distancia x a lo largo de la fibra óptica 17. En este caso, no hay ondas sonoras ni vibraciones en la proximidad de la fibra óptica 17, de modo que el diagrama muestra solo una señal de ruido.

La figura 3B muestra la fibra óptica 17 con un vehículo ferroviario 19 y una persona 29 moviéndose en la proximidad de la fibra óptica 17. Las ondas sonoras o vibraciones causadas por el vehículo ferroviario en movimiento 19 y la persona en movimiento 29 doblan ligeramente la fibra óptica 17 en su posición respectiva, de modo que una mayor parte de la luz de la fibra óptica 17 está retrodispersada. En consecuencia, la intensidad de la señal retrodispersada aumenta en la posición x1 donde se mueve la persona 29. La intensidad de la señal retrodispersada también aumenta en la posición x2 donde se mueve el vehículo ferroviario 19. Dado que la intensidad de la señal retrodispersada se grafica a lo largo de la distancia x a lo largo de la fibra óptica 17 que está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria 14, se puede determinar la posición de la persona 29 y del vehículo ferroviario 19 a lo largo de la vía ferroviaria 14. También es posible localizar otros ruidos en la proximidad de la fibra óptica 17 como, por ejemplo, grupos de trabajo, animales o eventos ambientales como caídas de rocas y deslizamientos de tierra.

El diagrama superior de la Figura 3C muestra para cada tiempo t donde se encuentra el vehículo ferroviario 19 a lo largo de la vía ferroviaria 14. El diagrama inferior de la Figura 3C muestra la intensidad de la señal retrodispersada en la fibra óptica 17 en la dirección x a lo largo de la vía ferroviaria 14. En la posición del vehículo ferroviario 19 aumenta la intensidad de la señal retrodispersada.

La Figura 4 muestra una realización ejemplar de la disposición del sensor para la vigilancia ferroviaria donde dos sensores de posición 11, 20 están conectados a la fibra óptica 17. En esta realización, los datos detectados por los sensores de posición 11, 20 se transmiten a la unidad de evaluación 10 a través de la fibra óptica 17. Por lo tanto, los sensores de posición 11, 20 están conectados con la unidad de evaluación 10 a través del sensor de seguimiento 12. Los datos detectados por los sensores de posición 11, 20 pueden, por ejemplo, ser transmitidos a la fibra óptica 17 por un elemento piezoeléctrico controlado eléctricamente. Los datos detectados por los sensores de posición 11, 20 pueden codificarse, por ejemplo, mediante la modulación de frecuencia, antes de transmitir los datos a través de la fibra óptica 17. Los datos se pueden codificar para transmitir más información.

La Figura 5A muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria con una vía ferroviaria 14. A lo largo de la vía ferroviaria 14 se disponen dos sensores de posición 11, cada uno de los cuales comprende dos sensores 23, 24. Entre los dos sensores de posición 11 se coloca un vehículo ferroviario 19. Además, una fibra óptica 17 está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria 14. Un sensor de fibra óptica 16 está dispuesto a lo largo de la fibra óptica 17. Los sensores de posición 11 están conectados cada uno con una unidad de subevaluación 26. Las dos

unidades de subevaluación 26 comprenden las salidas de la unidad de subevaluación 36. Las dos unidades de subevaluación 26 y el sensor de seguimiento 12 están conectados con la unidad de evaluación 10. Por lo tanto, los dos sensores de posición 11 están conectados con la unidad de evaluación 10 a través de las unidades de subevaluación 26. Una unidad de aplicación 30 puede conectarse con la unidad de evaluación 10 y otra unidad de evaluación 10. La unidad de aplicación 30 puede comprender una salida de la unidad de aplicación 31. Las dos unidades de subevaluación 26 pueden evaluar las señales de salida de posición 15 de los dos sensores de posición 11. Con esto, es posible proporcionar la información de si un vehículo ferroviario 19 está posicionado entre los dos sensores de posición 11. La unidad de evaluación 10 combina las señales de salida de posición 15 y la señal de salida de seguimiento 18. Así, la unidad de evaluación 10 puede proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario 19 en la vía ferroviaria 14. La unidad de aplicación 30 puede evaluar la información proporcionada por al menos dos unidades de evaluación 10.

La Figura 5B muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria con dos vías ferroviarias 14 dispuestas en paralelo. Dos sensores de posición 11 que comprenden dos sensores 23, 24 cada uno están dispuestos en cada una de las dos vías férreas 14. Cada sensor de posición 11 está conectado con una unidad de subevaluación 26. Una fibra óptica 17 está dispuesta a lo largo de las dos vías ferroviarias 14. En esta realización no es claramente posible determinar en qué vía ferroviaria 14 se mueve un vehículo ferroviario 19 evaluando únicamente la señal de salida de seguimiento 18. Por lo tanto, la unidad de evaluación 10 combina las cuatro señales de salida de posición 15 y la señal de salida de seguimiento 18 para proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario 19 en la vía ferroviaria 14.

La Figura 6A muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria con dos vías ferroviarias 14 dispuestas en paralelo. Ejemplarmente, un sensor de posición 11 está dispuesto en cada vía ferroviaria 14. Una fibra óptica 17 está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria 14. El diagrama de la Figura 6A muestra la intensidad de la señal retrodispersada de la fibra óptica 17 graficada a lo largo de la distancia  $x$  a lo largo de la vía ferroviaria 14. Las posiciones 1 a 8 en la señal retrodispersada con una mayor intensidad se pueden correlacionar con los ejes 27 de un vehículo ferroviario 19 en movimiento. Como se destaca en la posición 3, la intensidad aumenta aún más en comparación con las otras posiciones que indican, por ejemplo, una rueda plana en la rueda 25 respectiva en el vehículo ferroviario 19.

La Figura 6B muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria con cuatro vías ferroviarias 14 cruzándose entre sí. Dos vías ferroviarias 14 cada una están dispuestas en paralelo. Alrededor del cruce de las vías ferroviarias 14 se disponen sensores de posición 11 en cada vía ferroviarias 14. Además, por cada dos vías ferroviarias 14 paralelas se dispone una fibra óptica 17 a lo largo de las vías ferroviarias 14. Dos sensores de fibra óptica 16 están conectados con una unidad de evaluación 10. Todos los sensores de posición 11 están conectados con una unidad de subevaluación 26 que no se muestra, sino que solo se indica con las dos flechas debajo de la unidad de evaluación 10. La unidad de evaluación 10 está conectada a una unidad de aplicación 30. La vigilancia del cruce de las cuatro vías ferroviarias 14 con los sensores de posición 11 y los sensores de seguimiento 12 permite un tráfico seguro a lo largo del cruce.

La Figura 6C muestra una realización ejemplar del arreglo de sensores para la vigilancia ferroviaria con varias vías ferroviarias 14 y varias desviaciones 32. Varias vías de ferrocarril 14 están dispuestas en paralelo y conectadas por las desviaciones 32, por ejemplo dentro de una estación. Una fibra óptica 17 está dispuesta a lo largo de las vías ferroviarias 14. Los sensores de posición 11 están dispuestos delante y detrás de cada desviación 32 y en cada vía ferroviaria 14. Cada sensor de posición 11 está conectado con la unidad de evaluación 10, que no se muestra, sino que solo se indica con las dos flechas debajo de la unidad de evaluación 10. Con esta disposición es posible determinar qué secciones de una estación están ocupadas por un vehículo ferroviario 19 y qué secciones están libres de un vehículo ferroviario 19.

Lista de números de referencia

- 10: unidad de evaluación
- 11: sensor de posición
- 12: sensor de seguimiento
- 13: señal de salida
- 14: vía ferroviaria
- 15: señal de salida de posición
- 16: sensor de fibra óptica
- 17: fibra óptica
- 18: señal de salida de seguimiento
- 19: vehículo ferroviario
- 20: sensor de segunda posición
- 21: señal de salida de segunda posición
- 22: señal de salida adicional
- 23: primer sensor
- 24: segundo sensor
- 25: rueda
- 26: unidad de subevaluación

- 27: eje
- 28: sitios de dispersión
- 29: persona
- 30: unidad de aplicación
- 5 31: salida de la unidad de aplicación
- 32: desviación
- 33: fuente de señal pulsada
- 34: salida del sensor de posición
- 35: salida del sensor de seguimiento
- 10 36: salida de la unidad de subevaluación
- A: señal de salida
- B: señal de salida

**REIVINDICACIONES**

1. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria, que comprende:
- una unidad de evaluación (10),
  - 5 - al menos un sensor de posición (11) con una salida de sensor de posición (34), y
  - al menos un sensor de seguimiento (12) con una salida de sensor de seguimiento (35), donde la unidad de evaluación (10) comprende:
    - una conexión al sensor de posición (11) que sea capaz de detectar vehículos ferroviarios (19) que pasan por encima de la posición del sensor de posición (11) en una vía ferroviaria (14) y proporcionar una señal de salida de posición (15), y
    - 10 - una conexión al sensor de seguimiento (12) que comprende un sensor de fibra óptica (16), que es capaz de detectar la posición de ruido a lo largo de la vía ferroviaria (14) y que proporciona una señal de salida de seguimiento (18), donde
    - la unidad de evaluación (10) proporciona una señal de salida (13) que depende de la señal de salida de posición (15) y de la señal de salida de seguimiento (18),
    - 15 la unidad de evaluación (10) está conectada a la salida del sensor de posición (34) y a la salida del sensor de seguimiento (35),
    - la unidad de evaluación (10) es capaz de proporcionar la posición actual de un vehículo ferroviario (19) en la vía ferroviaria (14) combinando la información proporcionada por la señal de salida de posición (15) y la señal de salida de seguimiento (18),
    - la unidad de evaluación (10) proporciona la información de sobre qué vía ferroviaria (14) se desplaza un vehículo ferroviario (19) en caso de que haya más de una vía ferroviaria (14) dispuesta en paralelo, cada vía ferroviaria (14) tiene al menos un sensor de posición (11) asignado a la misma, y
    - 20 el sensor de posición (11) comprende uno o más de los siguientes elementos:
      - un sensor inductivo,
      - un sensor capacitivo,
      - 25 - un sensor mecánico,
      - un sensor de galga extensométrica,
      - un sensor piezoeléctrico, o
      - un sensor de radar.
2. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con la reivindicación anterior, donde la unidad de evaluación (10) proporciona información acerca de al menos uno de los siguientes elementos:
- la posición actual de un vehículo ferroviario (19) entre al menos dos posiciones predefinidas,
  - la posición actual de un vehículo ferroviario (19) dentro de un tramo específico de la vía ferroviaria (14),
  - 35 - la velocidad actual de un vehículo ferroviario (19),
  - la aceleración actual de un vehículo ferroviario (19),
  - la dirección actual de desplazamiento de un vehículo ferroviario (19),
  - la posición de una rueda plana de un vehículo ferroviario (19),
  - la posición de una rotura de carril a lo largo de la vía ferroviaria (14) en la que avanza el vehículo ferroviario (19),
  - 40 - la posición de otros ruidos o vibraciones a lo largo de la vía ferroviaria (14) en la que se mueve el vehículo ferroviario (19),
  - el número de ejes (27) del vehículo ferroviario (19),
  - la longitud del vehículo ferroviario (19), o
  - la temperatura en la posición del sensor de posición (11) .
3. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde el sensor de fibra óptica (16) detecta luz, en particular luz láser, retrodispersada en una fibra óptica (17) donde la señal retrodispersada indica la posición de ruido a lo largo de la fibra óptica (17) de modo que pueda determinarse la posición de un vehículo ferroviario (19) en la vía ferroviaria (14) y de otro ruido en la vía ferroviaria o a lo largo de ella (14).
4. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde el sensor de seguimiento (12) comprende un sensor acústico distribuido.
5. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, donde el sensor de seguimiento (12) comprende una fuente de señal pulsada (33) y/o una fibra óptica (17) donde los datos detectados por el sensor de posición (11) se transmiten a la unidad de evaluación (10) a través de la fibra óptica (17).
6. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos dos unidades de subevaluación (26) que proporcionan al menos una señal de salida cada una, donde
- 60 - cada unidad de subevaluación (26) está conectada con un sensor de posición (11),
  - al menos un sensor de posición (11) está conectado a la unidad de evaluación (10) a través de una unidad de subevaluación (26),
  - las salidas (36) de la unidad de subevaluación están conectadas entre sí, de los cuales al menos una es bidireccional, y
  - al menos una unidad de subevaluación (26) proporciona una señal de salida combinada que depende de las señales de salida de al menos dos unidades de subevaluación (26) y al menos una unidad de subevaluación (26) está conectada a
  - 65 la unidad de evaluación (10).

7. Un arreglo de sensores para vigilancia ferroviaria de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende
- al menos dos unidades de evaluación (10), y
- 5 - una unidad de aplicación (30), que
- está conectada a las salidas de dichas al menos dos unidades de evaluación (10),
  - comprende al menos una salida (31) de la unidad de aplicación, y
  - evalúa la información proporcionada por dichas al menos dos unidades de evaluación (10).
- 10 8. Un método para evaluar señales de vigilancia ferroviaria, que comprende las siguientes etapas:
- detectar un vehículo ferroviario (19) que pasa en al menos una posición a lo largo de la vía ferroviaria (14) mediante un sensor de posición (11) que proporciona al menos una señal de salida de posición (15),
  - detectar la posición de ruido y del vehículo ferroviario (19) a lo largo de la vía ferroviaria (14) con un sensor de seguimiento (12), el sensor de seguimiento (12) comprende un sensor de fibra óptica (16) y una fibra óptica (17) que está dispuesta a lo largo de la vía ferroviaria (14) de tal modo que el sensor de seguimiento (12) es capaz de detectar la posición de ruido a lo largo de la vía ferroviaria (14) y el sensor de seguimiento (12) proporciona una señal de salida de seguimiento (18),
- 15 y
- proporcionar la posición actual del vehículo ferroviario (19) al combinar la señal de salida de posición (15) y la señal de salida de seguimiento (18), donde
- 20 la unidad de evaluación (10) proporciona la información de sobre qué vía ferroviaria (14) se desplaza un vehículo ferroviario (19) en caso de que haya más de una vía ferroviaria (14) dispuesta en paralelo, cada vía ferroviaria (14) tiene al menos un sensor de posición (11) asignado a la misma.
- 25 9. Un método para evaluar señales de vigilancia ferroviaria, de acuerdo con la reivindicación 8, donde el sensor de posición (11) comprende dos sensores (23, 24) capaces de detectar el sentido de desplazamiento de los vehículos ferroviarios (19) que pasan por encima de la posición del sensor de posición (11).
10. Un método para evaluar señales de vigilancia ferroviaria, de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 9, donde la unidad de evaluación (10) puede proporcionar al menos una de las siguientes características:
- la posición actual de un vehículo ferroviario (19) entre al menos dos posiciones predefinidas,
  - la posición actual de un vehículo ferroviario (19) dentro de un tramo específico de la vía ferroviaria (14),
  - la velocidad actual de un vehículo ferroviario (19),
  - la aceleración actual de un vehículo ferroviario (19),
  - la dirección actual de desplazamiento de un vehículo ferroviario (19),
- 35 - la posición de una rueda plana de un vehículo ferroviario (19),
- la posición de una rotura de carril a lo largo de la vía ferroviaria (14) en la que avanza el vehículo ferroviario (19),
  - la posición de otros ruidos o vibraciones a lo largo de la vía ferroviaria (14) en la que se mueve el vehículo ferroviario (19),
  - el número de ejes (27) del vehículo ferroviario (19),
- 40 - la longitud del vehículo ferroviario (19), o
- la temperatura en la posición del sensor de posición (11).

FIG 1A

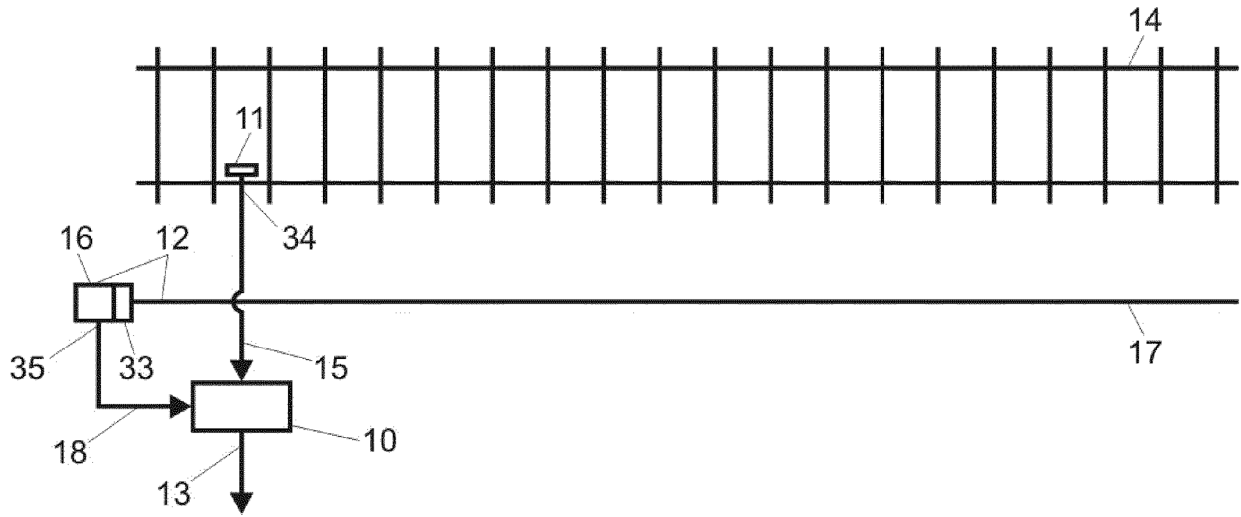


FIG 1B

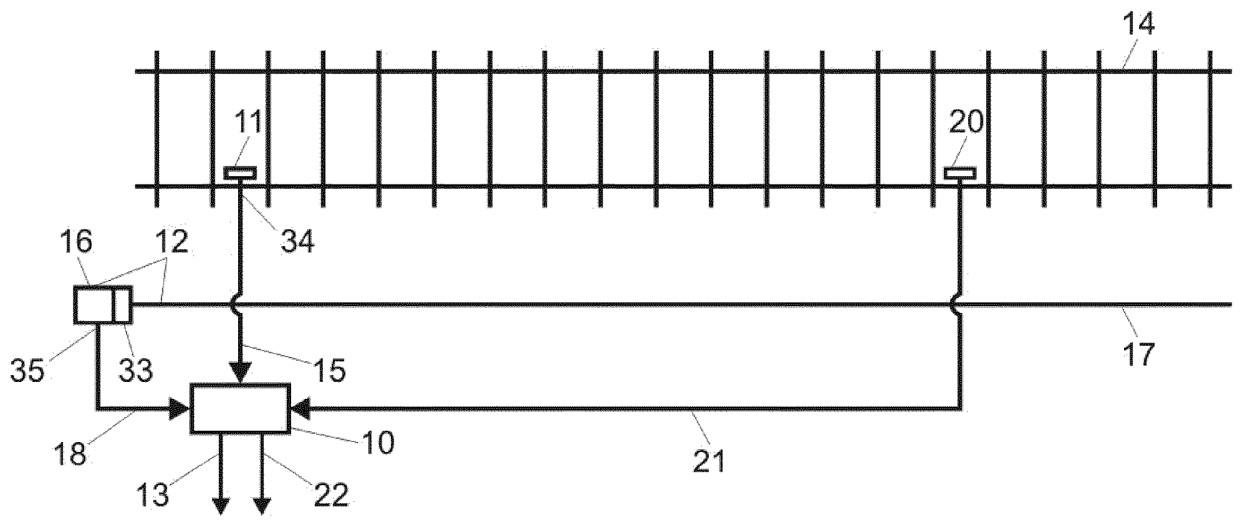


FIG 2A

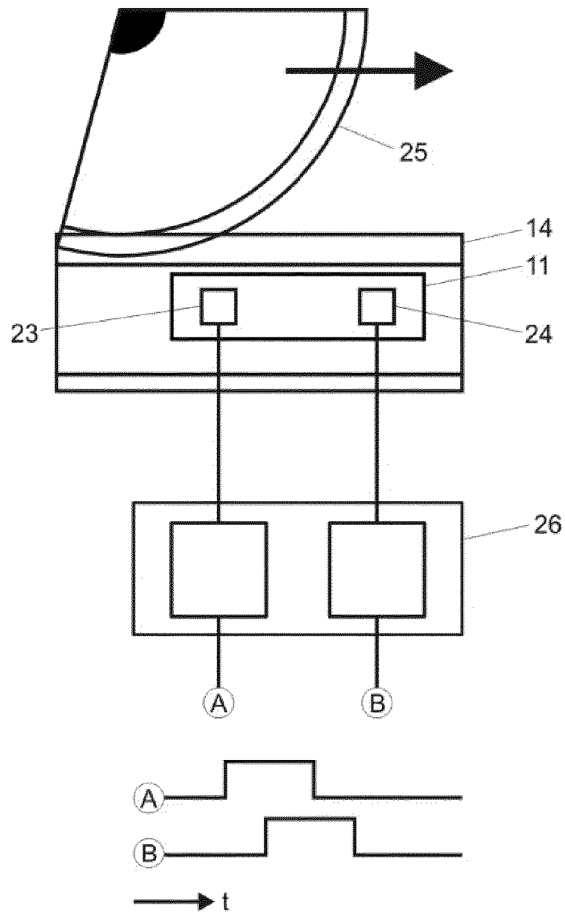


FIG 2B

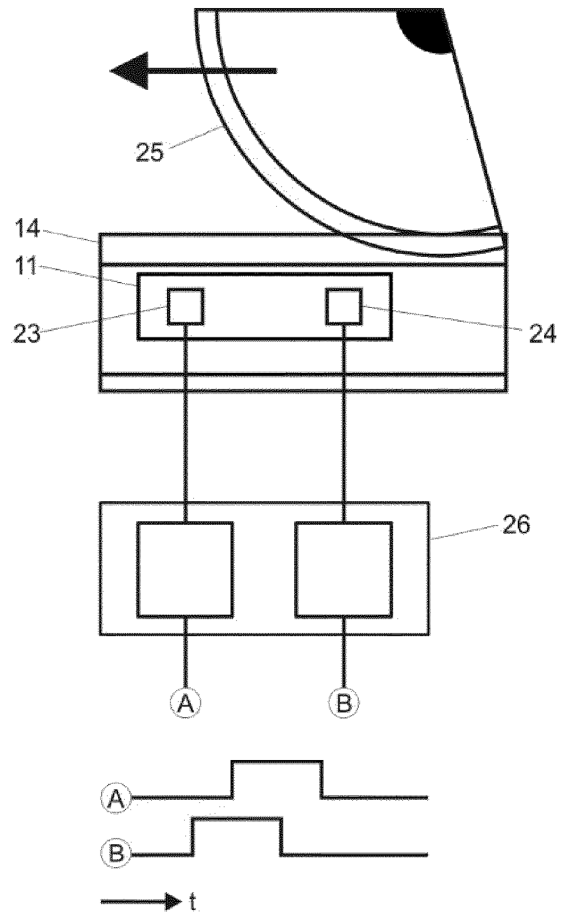


FIG 3A

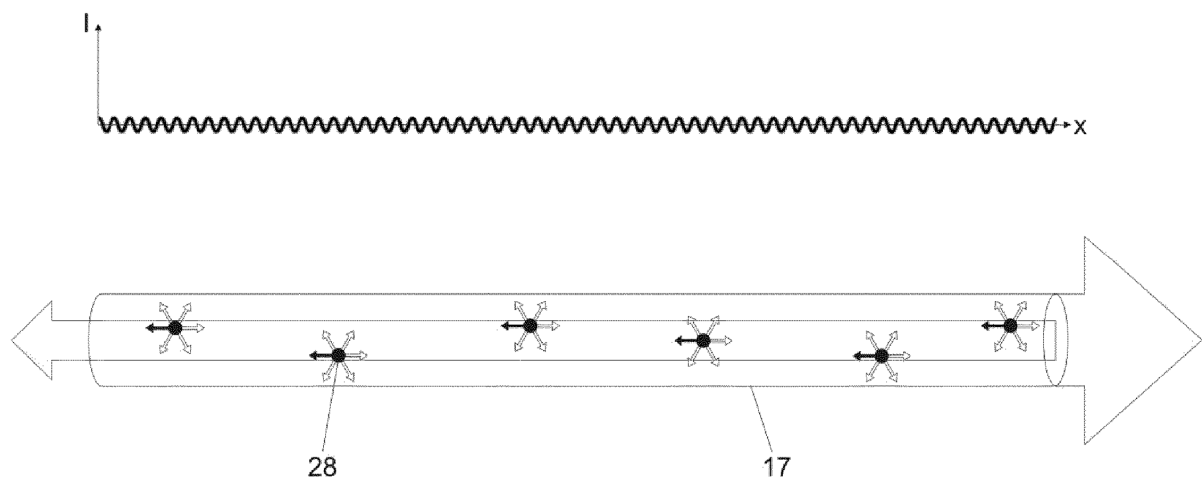


FIG 3B

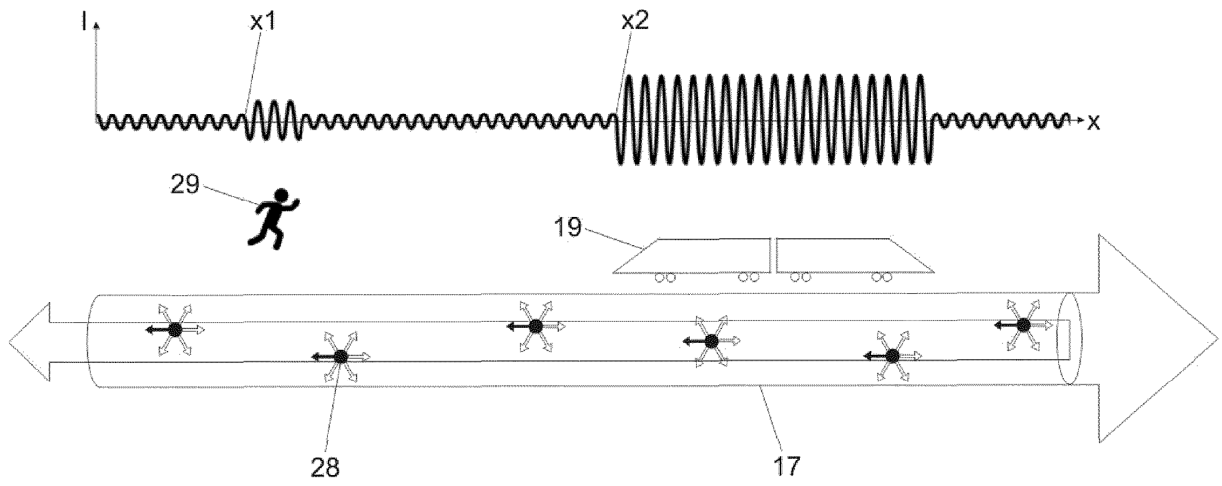


FIG 3C

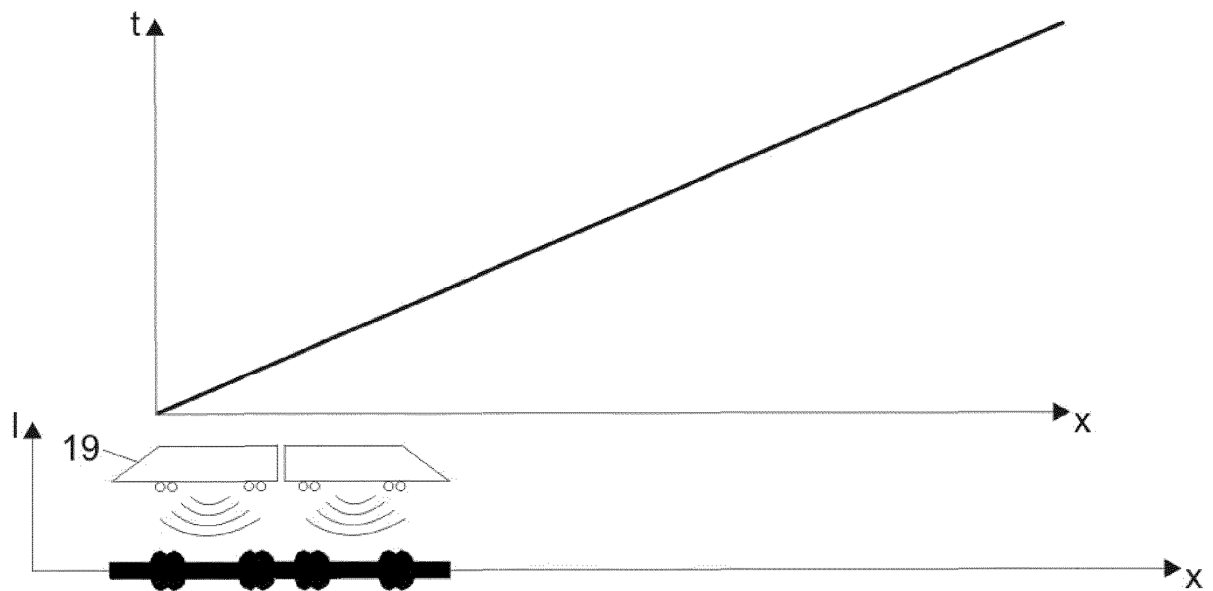




FIG 5B

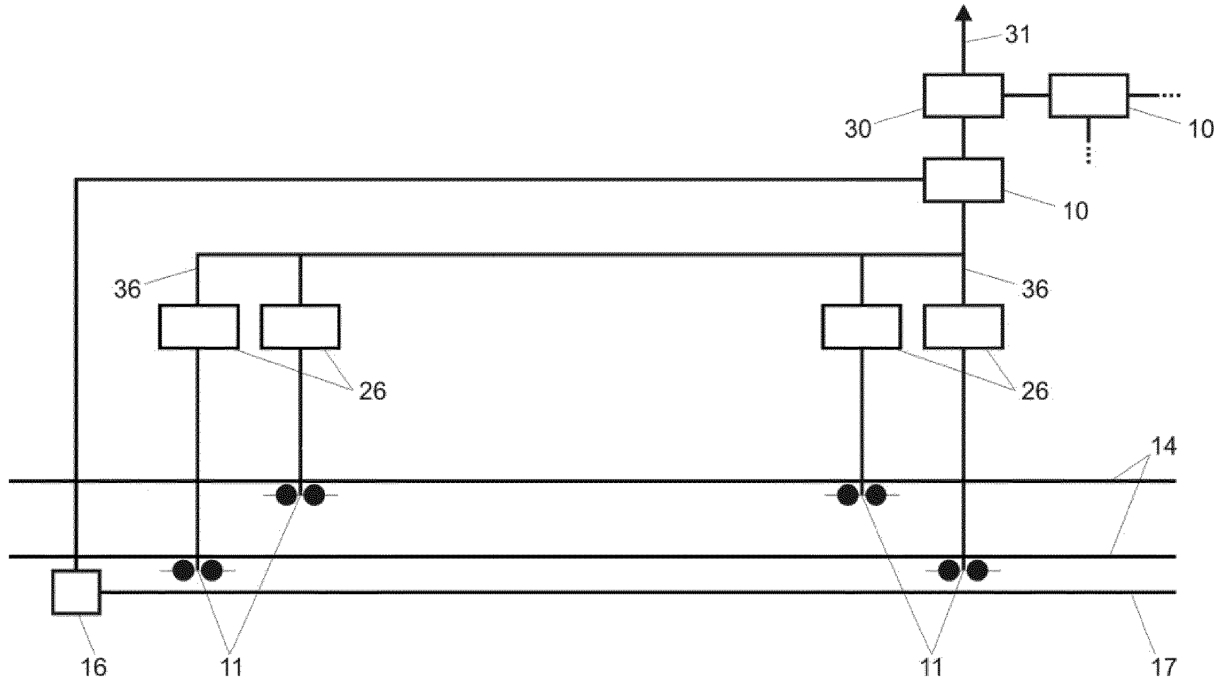


FIG 6A

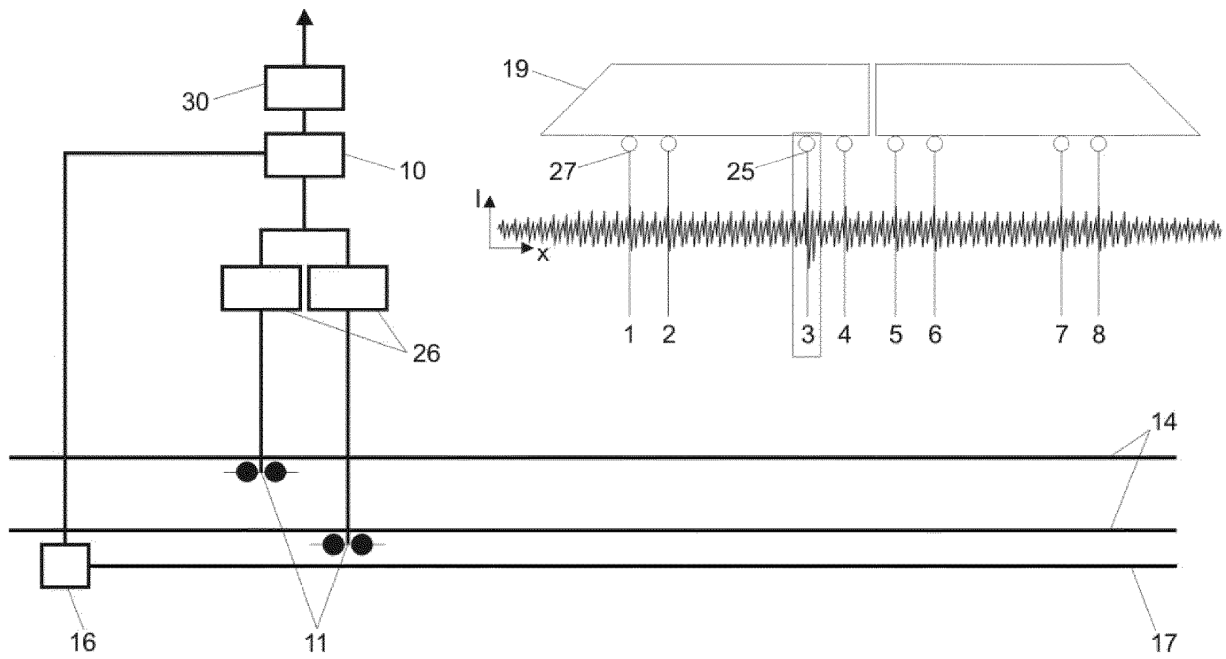


FIG 6B

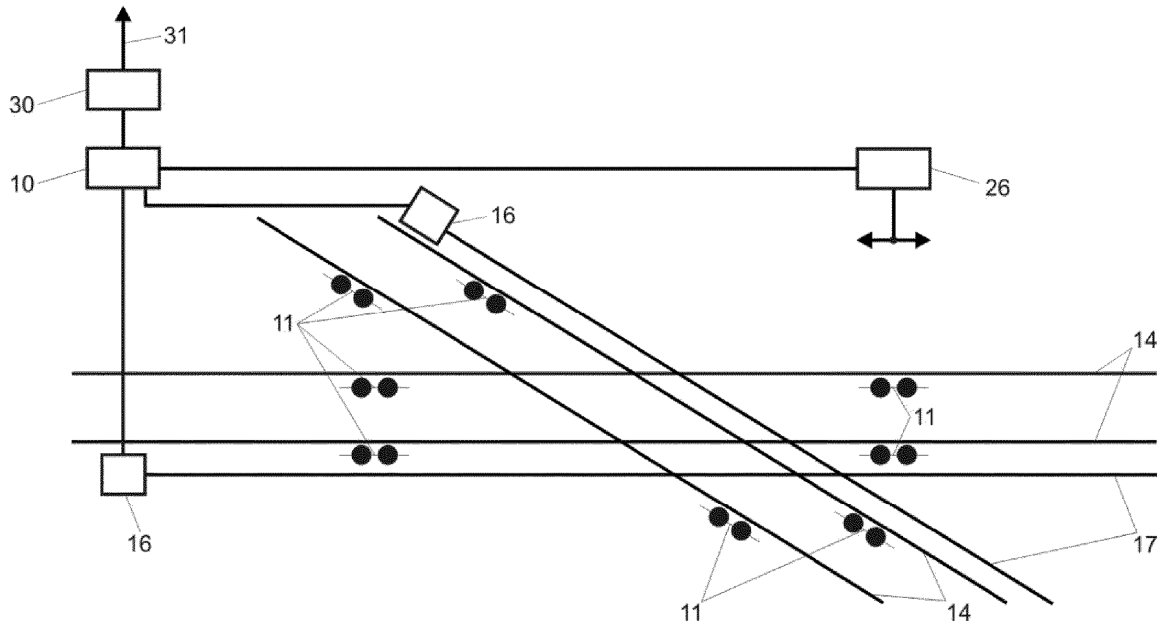


FIG 6C

