

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 404**

51 Int. Cl.:

**G01M 17/08** (2006.01)

**B61L 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2015 PCT/EP2015/078312**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16102160**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2015 E 15804737 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3209996**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles**

30 Prioridad:  
**23.12.2014 DE 102014226910**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.06.2020**

73 Titular/es:  
**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:  
**FISCHER, HARALD**

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

ES 2 767 404 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**

Procedimiento y dispositivo para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles

5 La invención se refiere a un procedimiento para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles.

10 El funcionamiento de vehículos sobre carriles está marcado hoy en día por requisitos de seguridad cada vez más exigentes. Además existen requisitos adicionales de los operadores ferroviarios, que - para reducir costes asociados con averías en el funcionamiento y reparaciones de averías - exigen bajas tasas de fallos, grandes intervalos de mantenimiento y cortos tiempos de servicio. Para corresponder a estas exigencias se desarrollan sistemas redundantes o arquitecturas especiales para los vehículos sobre carriles.

15 El documento US 5,445,347 describe un sistema de monitorización automatizado para un mantenimiento predictivo de un vehículo, por ejemplo de un vehículo sobre carriles. A este respecto se transmiten datos a estaciones fijas, a través de las cuales se desplaza el vehículo sobre carriles, a un centro de control de mantenimiento. El centro de control de mantenimiento presenta un ordenador. Los programas de software almacenados en una memoria contienen un procesador de pronósticos.

20 El documento US 2009/0173839 A1 describe un vehículo sobre carriles, que está conectado mediante tecnología de datos con una red corporativa. La red corporativa presenta un servidor central con un módulo de procesamiento de datos, un módulo de análisis de datos y un módulo de producción. El módulo de procesamiento de datos almacena datos medidos por un vehículo sobre carriles predeterminados en una base de datos. El módulo de análisis de datos es capaz de hacer predicciones sobre la temperatura de la vía ferroviaria que va a recorrerse.

25 El documento WO 2014/044484 A2 describe un vehículo sobre carriles con varios equipos de medición para el registro de valores de medición, en particular de estados de componentes de vehículo del vehículo sobre carriles. Los valores de medición pueden transmitirse mediante un emisor a un centro de control. Un controlador sirve para evaluar los valores de medición mediante un algoritmo. En particular los valores de medición de los equipos de medición no se evalúan a bordo del vehículo sobre carriles, sino se transmiten por tramos de manera inalámbrica al centro de control. El centro de control comprende un receptor para recibir los valores de medición por el vehículo sobre carriles. Como ejemplo para un algoritmo para la evaluación de valores de medición se describe un análisis de tendencias: Mediante un curso en el tiempo de una corriente de motor de un motor para la apertura y cierre de una puerta hacia el habitáculo del vehículo sobre carriles se pronostica un curso de corriente de motor de un ciclo de apertura de puerta futuro. Adicionalmente puede calcularse una tendencia basada en el curso de la corriente de motor y pronosticarse un estado erróneo de la puerta.

La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento del tipo mencionado anteriormente, en el que pueda alcanzarse un entorno de monitorización de funcionamiento rápido, flexible y exacto en un registro de fallos, en particular sin adaptaciones de sistema o de arquitectura complicadas en el vehículo sobre carriles.

35 Para ello se propone que se faciliten una unidad de control estacionaria y una unidad de simulación en el lado de la tierra, se establezca una conexión de datos entre la unidad de control estacionaria y el vehículo sobre carriles, se establezca una conexión de datos entre la unidad de control estacionaria y la unidad de simulación y la operación de prueba comprenda un tráfico de datos de la unidad de control estacionaria con el vehículo sobre carriles y con la unidad de simulación. Por ello puede facilitarse un entorno de monitorización, que permita un registro de fallos rápido y exacto y presente una alta flexibilidad. La flexibilidad puede conseguirse en particular porque debido al tráfico de datos con el vehículo sobre carriles y la unidad de simulación es posible una influencia mutua de los sistemas "vehículo sobre carriles" y "unidad de simulación". En particular en la forma de la unidad de control estacionaria puede crearse una unidad, preferentemente coherente, que trata los datos de proceso de un proceso de vehículo y datos de simulación de la unidad de simulación, en particular simultáneamente- es decir, al menos durante un mismo lapso.

Cuando se presenta un fallo en el desarrollo operacional del vehículo sobre carriles con un respaldo de la unidad de control estacionaria mediante un proceso de simulación puede detectarse un fallo de manera segura y exacta. Esto trae consigo la ventaja de que pueden introducirse medidas para la subsanación de fallos de manera rápida y encauzada.

50 La unidad de control estacionaria presenta de manera útil al menos una unidad de procesador, que está prevista para la realización de módulos de programa de prueba, y una unidad de almacenamiento, que sirve para el almacenamiento de los módulos de programa de prueba. Estos módulos de programa pertenecen convenientemente a un software, del cual está instalada una versión en el vehículo sobre carriles y que en particular está creada para el control del transcurso de procesos de vehículo en el vehículo sobre carriles.

Para el establecimiento de la conexión de datos entre la unidad de control estacionaria y el vehículo sobre carriles se utilizan protocolos de transmisión, protegidos contra ataques externos. De manera especialmente preferente esta conexión de datos está construida de forma redundante.

5 De acuerdo con la invención la unidad de simulación presenta componentes de vehículo y un entorno de simulación, en el que los componentes están incorporados. La unidad de simulación sirve en un modo de simulación para someter a prueba componentes de vehículo, que en están incorporados el entorno de simulación, que reproducen el entorno real de los componentes de vehículo correspondiente en el vehículo sobre carriles. Los componentes de vehículo pueden comprender componentes de hardware - como, por ejemplo actores o controles y/o componentes de software como por ejemplo módulos de programa de un control. A este respecto el entorno de simulación forma  
10 preferentemente un entorno, que en la jerga especializada se llama "*Hardware-in-the-loop*" o "*software-in-the-loop*". Para la formación de la unidad de simulación pueden utilizarse componentes de simulación convencionales, que comprenden programas de simulación y/o simuladores mecánicos. Estos sirven en el modo de simulación para respaldar el desarrollo de un nuevo vehículo sobre carriles.

15 De acuerdo con la invención se transfieren datos de proceso de un proceso de vehículo a la unidad de control estacionaria y la unidad de control estacionaria realiza una evaluación de los datos de proceso mediante datos de simulación de un proceso de simulación. Por ello puede crearse un modo de prueba de la unidad de control estacionaria, en el que mediante los datos de proceso del proceso de vehículo está representado un estado real en el vehículo sobre carriles, los datos de simulación generados por el proceso de simulación representan un estado teórico en el vehículo sobre carriles y con la evaluación de los datos de proceso del vehículo sobre carriles y de los  
20 datos de simulación se lleva a cabo una comparación entre el estado real y el estado teórico. En este modo de prueba puede detectarse un fallo en el curso del funcionamiento del vehículo sobre carriles de manera especialmente rápida y exacta. En particular puede alcanzarse una comparación teórico-real a ser posible en tiempo real, en particular durante un funcionamiento de vía ferroviaria del vehículo sobre carriles.

25 En un perfeccionamiento de la invención se propone que se transfieran datos de proceso de un proceso de vehículo a la unidad de control estacionaria y la unidad de control estacionaria provoca una modificación de datos de simulación de la unidad de simulación mediante los datos de proceso. Por ello puede crearse un modo de adaptación de la unidad de control estacionaria, que sirve para la adaptación de la unidad de simulación y en el que mediante los datos de proceso del proceso de vehículo está representado un estado real en el vehículo sobre carriles y los datos de simulación se adaptan al estado real. Este modo de adaptación puede servir en particular para  
30 considerar modificaciones efectuadas en el vehículo sobre carriles, que se producen, por ejemplo mediante un mal funcionamiento de un componente de vehículo, para una adaptación de datos de la unidad de simulación. Esta adaptación de datos puede comprender en particular una adaptación de parámetros de simulación, que son relevantes para el entorno de simulación incorporado y basándose en ella se realiza un proceso de simulación, y/o una adaptación de módulos de programa, con los que se realiza una simulación.

35 Además se propone que la unidad de control estacionaria mediante datos de simulación de un proceso de simulación influya al menos en un proceso de vehículo al menos parcialmente. Mediante esto puede crearse un modo de prueba de la unidad de control estacionaria, en el que el proceso de vehículo se somete a prueba. Este puede realizarse por la unidad de control estacionaria basándose en parámetros, que se determinan y/o especifican mediante el proceso de simulación. A este respecto de manera lógica los datos de simulación se basan en el  
40 proceso de vehículo influido o que va a influir parcialmente. En particular el proceso de vehículo puede someterse a prueba porque mediante los datos de simulación se especifica un parámetro - por ejemplo, un parámetro de entrada y/o un parámetro de condición - del proceso de vehículo a este, desviándose este parámetro de un valor real en el vehículo sobre carriles. Por ello pueden crearse de manera artificial condiciones de prueba en el vehículo sobre carriles, que se desvían de las condiciones reales.

45 Por la "influencia al menos parcial" de un proceso mediante la unidad de control estacionaria ha de entenderse una operación, que comprende al menos una activación, iniciación, accionamiento, control, regulación, modificación y/o finalización del proceso mediante la unidad de control estacionaria.

50 La influencia al menos parcial se realiza convenientemente mediante una conexión de control, que se establece y se hace funcionar entre la unidad de control estacionaria y al menos una unidad de control del vehículo sobre carriles mediante la conexión de datos y en particular permite la transferencia de datos de comando de la unidad de control estacionaria a la al menos una unidad de control del vehículo sobre carriles. La al menos una unidad de control del vehículo sobre carriles puede ser una unidad de control central, de orden superior respecto a unidades de control locales, en particular controles de subsistema locales. Por ejemplo la al menos una unidad de control puede corresponder a un aparato de control central (o "ZSG" en alemán) del vehículo sobre carriles. Si el proceso de  
55 vehículo es un proceso de un subsistema local, la conexión de control puede establecerse con la unidad de control central, que recibe órdenes de la unidad de control estacionaria, de influir al menos parcialmente en el proceso de vehículo local correspondiente. Como alternativa la conexión de control entre la unidad de control estacionaria y la unidad de control correspondiente local, responsable de la realización del proceso de vehículo al menos parcialmente puede establecerse y hacerse funcionar, estableciéndose esta conexión de control preferentemente a

través de unidad de control central.

Para la influencia al menos parcial del proceso de vehículo mediante la unidad de control estacionaria sirven ventajosamente sus módulos de programa de un software descritos anteriormente, del cual está instalada una versión en el vehículo sobre carriles y que en particular está prevista en particular para el control del transcurso de procesos de vehículo.

En particular se propone que los datos de simulación reproduzcan al menos un fallo en el vehículo sobre carriles. Por ello puede realizarse una inyección errónea en al menos un subsistema del vehículo sobre carriles, por lo que puede registrarse y evaluarse una reacción de este respecto al fallo. Esta evaluación, como se describió anteriormente, basándose en una comparación de un estado real en el vehículo sobre carriles, que está relacionada con el comportamiento del vehículo sobre carriles en caso de la presencia del fallo, puede compararse con un estado teórico determinado mediante la unidad de simulación en el vehículo sobre carriles, que caracteriza un comportamiento teórico del vehículo sobre carriles. Mediante este modo de prueba pueden prevenirse situaciones de fallos, en particular estados inseguros del vehículo sobre carriles de manera eficiente.

Además se propone que se transfieran datos de proceso de un proceso de vehículo a la unidad de control estacionaria y la unidad de control estacionaria provoca una realización de un proceso de simulación mediante los datos de proceso. Esto es ventajoso en el marco de una adaptación, en particular un entrenamiento de la unidad de simulación.

En la realización descrita anteriormente, en la que la unidad de simulación presenta componentes de vehículo y un entorno de simulación, en el que los componentes están incorporados, se propone que el entorno de simulación presente una interfaz, a través de la cual se establezca una comunicación de datos con un sistema de desarrollo asistido por ordenador. Por un "desarrollo asistido por ordenador" ha de entenderse una asistencia de procesos de trabajo en la técnica, en donde los procesos de trabajo asistidos al menos la creación de un diseño, en particular de un diseño de construcción (o "Computer Aided Design", también "CAD"), la creación de un control numérico - también llamado "Programación NC" (es decir, programación de un "numerical control" o un "control numérico") - en el marco de la fabricación (o "Computer Aided Manufacturing" fabricación asistida por ordenador, también "CAM") y/o procesos adicionales, que en general pertenecen al desarrollo asistido por ordenador de acuerdo con el término profesional "Computer Aided Engineering" (ingeniería asistida por ordenador también "CAE"). En la realización propuesta, en la que pueden transferirse datos de un sistema de este tipo a la unidad de simulación, pueden tenerse en cuenta automáticamente modificaciones realizadas en este sistema mediante la unidad de simulación, y ventajosamente en tiempo real. La comunicación de datos entre el sistema de desarrollo asistido por ordenador y la unidad de simulación puede respaldarse mediante una unidad de conversión de formato - por ejemplo, en la forma de un "parser" (analizador sintáctico- que pertenece a la interfaz.

La función del sistema de desarrollo asistidos por ordenador se basa convenientemente en al menos un conjunto de datos de datos de simulación del grupo: datos de diagrama de circuitos, bibliotecas de piezas constructivas, datos de biblioteca para un programa de diseño.

En este contexto y en el contexto con la realización descrita anteriormente, en la que se transfieren datos de proceso de un proceso de vehículo a la unidad de control estacionaria y la unidad de control estacionaria provoca una modificación de datos de simulación de la unidad de simulación mediante los datos de proceso,

se propone que la modificación comprenda una adaptación del al menos un conjunto de datos mediante los datos de proceso. Por ello pueden reproducirse modificaciones en la configuración del vehículo sobre carriles, que se registran mediante los datos de proceso, en el al menos un conjunto de datos del sistema de desarrollo asistido por ordenador, por lo que puede alcanzarse una actualización automática en gran medida de la unidad de simulación. Si el conjunto de datos comprende datos de diagrama de circuitos, puede realizarse una generación de diagrama de circuitos en gran medida automática mediante la unidad de simulación.

Además, se propone que la operación de prueba se lleve a cabo durante un funcionamiento de línea ferroviaria del vehículo sobre carriles. Por ello puede realizarse una vigilancia extensa, encauzada y preferentemente automática del vehículo sobre carriles durante el recorrido en una vía ferroviaria. Preferentemente se realiza una operación de prueba, que no tiene ninguna influencia en la seguridad de los pasajeros. En particular se realiza preferentemente una operación de prueba, que compara un estado real en el vehículo sobre carriles con un estado teórico determinado por la unidad de simulación.

Esto es ventajoso en relación con la protección de personas, dado que mediante una operación de prueba puede detectarse un estado inseguro del vehículo sobre carriles de manera especialmente ventajosa durante un funcionamiento de vía ferroviaria. Pueden tomarse medidas de manera rápida y encauzada para llevar al vehículo sobre carriles de nuevo a un estado seguro. Por ello pueden cumplirse requisitos de seguridad, que representan condiciones para una autorización de vehículo. Por "condiciones de seguridad" han de entenderse en particular

requisitos, que están definidos en las normas EN 50128, 50159, 50126 y/o 50129 y en particular están dirigidos a la protección de personas.

En particular en la presencia de un estado inseguro puede activarse un freno de emergencia del vehículo sobre carriles.

- 5 La invención se refiere además a un dispositivo para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles. Se propone que el dispositivo está equipado con una unidad de control estacionaria, una unidad de simulación y una interfaz de datos, que están facilitadas en el lado de tierra, estando conectada activamente la unidad de control estacionaria con la unidad de simulación mediante tecnología de datos y estando prevista para establecer a través de la interfaz de datos una conexión de datos con el vehículo sobre carriles y
- 10 realizar la operación de prueba basándose en un tráfico de datos con el vehículo sobre carriles y con la unidad de simulación. Por ello puede facilitarse un entorno de monitorización, que permita un registro de fallos rápido y exacto y presente una alta flexibilidad. Para efectos y características ventajosas del dispositivo propuesto se remite a la realización anterior con respecto al procedimiento propuesto.

Se explica un ejemplo de realización de la invención mediante los dibujos. Muestran:

Figura 1 un vehículo sobre carriles en una vista lateral esquemática,

Figura 2 un sistema que comprende el vehículo sobre carriles y una central de pruebas, que presenta una unidad de control y una unidad de simulación,

Figura 3 la unidad de simulación en una representación detallada esquemática y

Figura 4 una interacción entre componentes del vehículo sobre carriles y la unidad de control de la central de pruebas.

- 15 La figura 1 muestra un vehículo sobre carriles 10 en una vista lateral esquemática. Está configurado como unión de vagones 12, que están previstos en cada caso para el transporte de pasajeros, estando configurado al menos un vagón 12 como automotor. La realización del vehículo sobre carriles 10 como tren automotor para el transporte de pasajeros es a modo de ejemplo. Alternativamente el vehículo sobre carriles puede estar configurado como locomotora o como unión de locomotora con vagones de tren de pasajeros acoplados.

- 20 En la realización observada están configurados por ejemplo los vagones finales como automotor. Un automotor presenta al menos una unidad de accionamiento 14, que está asociada al menos a una unidad de tracción 16, en particular un bogie motor y está previsto al menos para accionar un eje motor de la unidad de tracción 16 asociada. El vehículo sobre carriles 10 presenta unidades de accionamiento 14, que presentan en cada caso al menos un motor de tracción (no mostrado), una unidad de suministro de potencia 17 y un aparato de control de accionamiento
- 25 18. Este sirve para el control del suministro de potencia del motor de tracción mediante la unidad de suministro de potencia 17, que está configurado en particular como inversor.

- El vehículo sobre carriles 10 presenta además un equipo de freno con un conjunto de unidades de freno 20, que están configuradas en particular como frenos de fricción que pueden accionarse neumáticamente, y unidades de freno 21 configuradas como freno de motor eléctrico, que están formadas por el conjunto de las unidades de accionamiento 14. Las unidades de freno 20 y 21 se controlan mediante aparatos de control de freno 22. Además el
- 30 vehículo sobre carriles 10 comprende una unidad de control 24 central, que está por encima de controles locales, en particular los aparatos de control de accionamiento 18 y los aparatos de control de freno 22.

- Además de las unidades de accionamiento 14 y del equipo de freno el vehículo sobre carriles 10 presenta subsistemas 26 adicionales, que comprenden en cada caso al menos una unidad de control 28, una unidad de actor
- 35 30 y/o una unidad de sensor 32. Los subsistemas 26 y sus componentes internos están representados en la figura de manera muy esquematizada.

- Las unidades de accionamiento 14, las unidades de freno 20, 21 y los subsistemas 26 adicionales están conectados a un sistema de bus de datos 34 de una red del vehículo sobre carriles 10. El sistema de bus de datos 34 está representado esquemáticamente y puede comprender varios buses de datos, diferentes entre sí y conectados unos
- 40 con otros mediante tecnología de datos. La unidad de control central 24 está conectada igualmente al sistema de bus de datos 34, realizándose una comunicación de datos para la transmisión de informaciones, datos de control y/o datos de sensor entre un subsistema 26 y la unidad de control central 24 a través del sistema de bus de datos 34.

- El vehículo sobre carriles 10 comprende además un conjunto de bucles de seguridad 36, que están asociados en cada caso a una función de seguridad del vehículo sobre carriles 10. Un ejemplo típico es a este respecto un bucle
- 45 de freno de emergencia, mediante el cual puede activarse un freno de seguridad mediante un pasajero.

La figura 2 muestra el vehículo sobre carriles 10 en una vista simplificada con respecto a la figura 1 en una vía ferroviaria 38 y una central de pruebas 40 en el lado de tierra. En esta central de pruebas está situada al menos una unidad de control 42, que puede manejarse por una persona. Para este propósito la unidad de control central 42 presenta al menos un equipo de entrada 44, que sirve para la introducción de datos mediante la persona, y un

5 equipo de emisión 46, que está previsto para la emisión, en particular para la emisión al menos óptica de datos a la persona. Con respecto a la unidad de control central 24 del vehículo sobre carriles 10 la unidad de control central 42 de la central de pruebas se llama "unidad de control estacionaria". Por ejemplo la unidad de control estacionaria puede estar configurada como PC (u "ordenador personal"). Mediante el manejo de la unidad de control estacionaria 42 pueden ejecutarse procesos de prueba como se explicará más adelante en el vehículo sobre carriles 10. Como

10 alternativa o adicionalmente estos procesos de prueba pueden ejecutarse automáticamente, es decir, sin que sea necesario un manejo de la unidad de control 42, emitiéndose automáticamente informaciones sobre el desarrollo y resultados de procesos de prueba mediante el equipo de emisión 46. Es concebible a este respecto que la unidad de control central 42 esté configurada sin interfaz hombre-máquina, es decir, sin equipo de entrada y de emisión.

15 La unidad de control estacionaria 42 presenta al menos una unidad de procesador 48 y una unidad de almacenamiento 50, en la que están almacenados módulos de programa para la realización de procesos de prueba mediante la unidad de procesador 48.

La central de pruebas 40 presenta además una interfaz de datos 52, a través de la cual puede establecerse una conexión de datos 53 con el vehículo sobre carriles 10. Para ello el vehículo sobre carriles 10 comprende una interfaz de datos 54, a través de la cual puede establecerse una conexión de datos con la interfaz de datos 52 de la

20 central de pruebas 40. La conexión de datos 53 entre las interfaces de datos 52 y 54 puede establecerse al menos parcialmente por cable. Una conexión establecida entre las interfaces de datos 52, 54 sirve en particular para el establecimiento de la conexión de datos 53 entre la unidad de control estacionaria 42 y el vehículo sobre carriles 10, en particular su unidad de control central 24. Para este propósito la unidad de control estacionaria 42 está conectada activamente con la interfaz de datos 52 mediante tecnología de datos y la unidad de control central 24 del vehículo

25 sobre carriles 10 está conectada mediante tecnología de datos con la interfaz de datos 54.

La central de pruebas 40 presenta además una unidad de simulación 56, mediante la cual se realizan procesos de simulación. La unidad de control estacionaria 42 está conectada activamente a través de una conexión de datos 57 mediante tecnología de datos al menos una unidad de cómputo 58 de la unidad de simulación 56.

La unidad de simulación 56 está representada en la figura 3 con más detalle. La conexión de datos 57 de la unidad

30 de simulación 56 con la unidad de control estacionaria 42 y esta unidad de control 42 están conectado igualmente. La unidad de simulación 56 presenta componentes de vehículo 60 en la forma de hardware, por ejemplo, aparatos de control, actores mecánicos etc., y/o software, por ejemplo, programas de control, programas de regulación etc., que están incorporados en un entorno de simulación 62. Los componentes de vehículo 60 se corresponden con componentes reales, que están dispuestos en el vehículo sobre carriles 10. Los componentes de vehículo 60 pueden

35 unirse además mediante un cableado 61 entre sí, que corresponde a un cableado en el vehículo sobre carriles 10. El entorno de simulación 62 presenta un conjunto de programas de simulación 64.1, 64.2 y simuladores 66 mecánicos, que pueden controlarse o ejecutarse mediante una unidad de cómputo 58. En una fase de desarrollo estos programas de simulación 64 o simuladores mecánicos 66 pueden manejarse individualmente por una persona. Los componentes de vehículo 60, los cableados 61 junto con el entorno de simulación 62 forman un sistema, que en la

40 jerga especializada se llama "*Hardware-in-the-loop*" (o "HIL") o "*software-in-the-loop*" (o "SIL"). Los componentes del entorno de simulación 62 sirven a este respecto para reproducir el entorno real de los componentes de vehículo 60 en el sistema formado por el vehículo sobre carriles 10. Los programas de simulación 64 conocidos son, por ejemplo Labview® o dSPACE®.

45 Como se describió anteriormente la unidad de control estacionaria 42 está conectada activamente con la unidad de cómputo 58 de la unidad de simulación 56 mediante tecnología de datos, sirviendo la unidad de cómputo 58 para ejecutar los programas de simulación 64.1 64.2. Para este propósito la unidad de cómputo 58 está equipada con al menos una unidad de procesador (no mostrada).

La unidad de simulación 56 presenta por lo demás una interfaz 68, a través de la cual se reciben datos de un sistema de desarrollo 70 asistido por ordenador por el entorno de simulación 62. El sistema de desarrollo 70 asistido

50 por ordenador presenta un conjunto de programas de desarrollo 72.1, 72.2, 72.3, que se ejecutan por unidades de control correspondientes o por una unidad de control (no mostrada) de orden superior. Por ejemplo el programa de desarrollo 72.1 es un programa CAE (o "*Computer-aided Engineering*", ingeniería asistida por ordenador) general. El programa de desarrollo 72.2 puede ser en particular un programa de diseño o programa CAD (o "*Computer-aided Design*", diseño asistido por ordenador). El programa de desarrollo 72.3 puede ser en particular un programa de fabricación o programa CAM (o "*Computer-aided Manufacturing*"). Estos programas de desarrollo 72 están

55 conectados en cada caso con conjuntos de datos 74 correspondientes de datos de simulación para un acceso. Estos conjuntos de datos 74 son a este respecto en particular datos de diagrama de circuitos, bibliotecas de piezas constructivas y/o datos de biblioteca para el programa de diseño.

El programa de desarrollo 72.2. preferentemente está conectado activamente con los simuladores mecánicos 66, por un lado y con el programa de desarrollo 72.3 por otro lado. El programa de desarrollo 72.1 preferentemente está conectado activamente con los programas de simulación 64.1, 64.2. El intercambio de datos entre los programas de simulación 64.1, 64.2 y el programa de desarrollo 72.1 se realiza a través de una unidad de conversión de formato 76 - también llamada "Parser" (analizador sintáctico) que pertenece a la interfaz 68.

La unidad de simulación 56 presenta además un programa de simulación de recorrido 78, mediante el cual se generan datos de simulación, que se consideran en la realización de procesos de simulación mediante los programas de simulación 64. Estos datos de simulación sirven para reproducir durante el recorrido de una vía ferroviaria, condiciones relativas a la vía, en las que se controlan los componentes de vehículo 60. La vinculación de estos datos de simulación se realiza a través de la unidad de control estacionaria 42, que está conectada mediante tecnología de datos con el programa de simulación de recorrido 78.

De acuerdo con un primer modo de prueba de la unidad de control estacionaria 42 configurado como puro modo de simulación en un proceso de simulación de la unidad de simulación 56 se controlan los componentes de vehículo 60 incorporados en el entorno de simulación 62. Este control se realiza en particular mediante la unidad de control estacionaria 42 a través de la unidad de cómputo 58, que ejecuta al menos un programa de simulación con una función HIL- y/o SIL. El control de los componentes de vehículo 60 mediante la unidad de control estacionaria 42 está representado esquemáticamente en la figura 3 mediante flechas S1 y S2, que señalan conexiones de control establecidas entre la unidad de control 42 y los componentes 60. A través de una conexión de control S3 adicional igualmente muy esquematizada se realiza un accionamiento de elementos del cableado 61 mediante la unidad de control central 42. Por ejemplo pueden activarse o desactivarse conexiones por cable, para simular, por ejemplo una rotura de línea. Se realiza en este modo un tráfico de datos entre la unidad de control estacionaria 42 y la unidad de simulación 56, en el que se transmiten datos de control por la unidad de control 42 para la realización de un proceso de simulación a la unidad de simulación 56 y se transfieren datos de simulación generados por un proceso de simulación a la unidad de control central 42.

En la realización del modo de simulación pueden considerarse también los datos de simulación creados por el programa de simulación de recorrido 78. El programa de simulación con la función HIL- y/o SIL, como se describió anteriormente consulta datos de simulación del sistema de desarrollo 70 asistidos por ordenador. El modo de simulación de la unidad de control 42 se realiza en particular basándose en un software 80, con el que está equipada la unidad de control estacionaria 42 y que se corresponde con un software de control correspondiente, real del vehículo sobre carriles 10, que se ejecuta, por ejemplo mediante un control real del vehículo sobre carriles 10 en su funcionamiento. El software 80 está depositado en la unidad de almacenamiento 50.

Un proceso de simulación realizado en el modo de simulación genera datos de simulación, que se evalúan a través de la conexión de datos 57 por la unidad de control estacionaria 42 y/o se almacenan para la evaluación posterior.

Las interacciones de la unidad de control estacionaria 42 con el vehículo sobre carriles 10 y sus componentes reales se explican con más detalle mediante la figura 4. En esta están representadas la unidad de control estacionaria 42, la unidad de control central 24 del vehículo sobre carriles 10 y la conexión de datos 53. Además un aparato de control de accionamiento 18, un aparato de control de freno 22 y una unidad de control de subsistema 28 están representados esquemáticamente. El sistema de bus de datos 34 y un bucle de seguridad 36 se muestran igualmente.

Las unidades de control de subsistema 28, los aparatos de control de accionamiento 18 y los aparatos de control de freno 22 están conectados activamente por un lado mediante tecnología de datos con componentes de vehículo, que corresponden en particular a unidades de sensor 32, unidades de actor 30 y cableados, y por otro lado como ya se ha descrito anteriormente están conectados activamente con la unidad de control central 24.

La unidad de control estacionaria 42 puede influir a través de la conexión de datos 53 con la unidad de control central 24 en procesos de vehículos. Para este propósito la unidad de control estacionaria 42 y la unidad de control central 24 están previstas para establecer en cooperación a través de la conexión de datos 53 conexiones de control y hacerlas funcionar. Para ello la unidad de control estacionaria 42 - como se describió anteriormente - está equipada con el software 80. Esta corresponde a un software real, que está instalado sobre el vehículo sobre carriles 10. Como se muestra en la figura 4 mediante flechas B y S, que señalan en cada caso una conexión de control, la unidad de control estacionaria 42 puede influir en un tráfico de datos a través del sistema de bus de datos 34 y en procesos basados en la actividad de un bucle de seguridad 36.

Se describen ahora modos de prueba adicionales de la unidad de control estacionaria 42.

En un modo de prueba de la unidad de control estacionaria 42 esta sirve para a través de la conexión de datos 53 descargar datos de sensor, que pueden registrarse por al menos una unidad de sensor 32 de un subsistema 26 y facilitarse, por ejemplo, en la forma de datos de diagnóstico, para un almacenamiento y/o una evaluación del

vehículo sobre carriles 10. Se realiza en este caso un tráfico de datos entre el vehículo sobre carriles 10 y la unidad de control estacionaria 42, en el que los datos de sensor se transfieren a esta.

5 En un modo de prueba adicional la unidad de control estacionaria 42 sirve para someter a prueba al menos un proceso de vehículo determinado en un subsistema 26 -por ejemplo un proceso de una unidad de actor 30 de este, en una unidad de accionamiento 14 y/o una unidad de freno 20, 21. A este respecto el proceso de vehículo puede iniciarse mediante la unidad de control estacionaria 42, modificarse, en particular controlarse o regularse, o finalizarse. Los datos de proceso, que se crean en conexión con el proceso de vehículo, se descargan mediante la unidad de control estacionaria 42 para un almacenamiento y/o una evaluación. Se realiza en este caso un tráfico de datos entre el vehículo sobre carriles 10 y la unidad de control estacionaria 42, en el que se transmiten datos de control por la unidad de control 42 al vehículo sobre carriles 10 y se transfieren datos de proceso registrados por el vehículo sobre carriles 10 a este.

Los modos de prueba representados más adelante de la unidad de control estacionaria 42 comprenden en cada caso un tráfico de datos de la unidad de control estacionaria 42 con el vehículo sobre carriles 10 y con la unidad de simulación 56.

15 En un modo de prueba de la unidad de control estacionaria 42 se realiza una evaluación de datos de proceso de un proceso de vehículo del vehículo sobre carriles 10 mediante datos de simulación de un proceso de simulación de la unidad de simulación 56. Por ejemplo, como se describió anteriormente pueden registrarse datos de sensor en el vehículo sobre carriles 10 y transmitirse a la central de pruebas 40. Estos datos de sensor son en un ejemplo especial datos de una unidad de accionamiento 14, en particular una tensión, una potencia propulsora y una temperatura en una unidad de suministro de potencia 17. Estos datos de sensor se registran durante un funcionamiento de vía ferroviaria del vehículo sobre carriles 10. La unidad de control estacionaria 42 activa un proceso de simulación de la unidad de simulación 56, en el que se determina la temperatura de una unidad de accionamiento reproducida en la unidad de simulación 56 con las mismas condiciones de tensión y de potencia. Los datos de proceso registrados por el proceso de vehículo, es decir los datos de sensor, corresponden a un estado real en el vehículo sobre carriles 10 y los datos de simulación generados por el proceso de simulación se asocian a un estado teórico en el vehículo sobre carriles 10. En la presencia de los datos de proceso y de los datos de simulación mediante la unidad de control estacionaria 42 puede realizarse una comparación teórico-real, activando una desviación una indicación a un usuario de la unidad de control 42 a través del equipo de emisión 46 y/o a una unidad de procesamiento de información automática.

30 En un modo de prueba adicional de la unidad de control estacionaria 42 se realiza una modificación de datos de simulación de la unidad de simulación 56 mediante datos de proceso de un proceso de vehículo del vehículo sobre carriles 10. Este modo de prueba puede servir en particular para registrar variaciones automáticamente, que se efectuaron en el vehículo sobre carriles 10, y tenerlos en cuenta en la unidad de simulación 56. Cabe suponer, por ejemplo que en el vehículo sobre carriles 10 una unidad de ventilación con determinada potencia nominal se sustituya por otra unidad de ventilación con diferente potencia nominal. Un proceso de vehículo activado por la unidad de control estacionaria 42 registra, por ejemplo como funcionamiento de prueba de la unidad de ventilación, la potencia nominal de la unidad de ventilación. Estos datos de proceso se tienen en cuenta en la unidad de simulación 56, que después de la comparación con un valor existente almacena el nuevo valor. Este nuevo valor se consulta en una simulación que se refiere al funcionamiento de la unidad de ventilación. Este modo de prueba puede servir además para una modificación de valores, que resulta debido a un mal funcionamiento de la unidad de ventilación, en la unidad de simulación 56.

45 En un modo de prueba adicional la modificación de datos de simulación de la unidad de simulación 56 mediante datos de proceso del vehículo sobre carriles 10 puede comprender una adaptación de datos en los conjuntos 74 de datos, que pertenecen al sistema de desarrollo 70 asistido por ordenador. Si, por ejemplo en el vehículo sobre carriles 10 se monta una nueva pieza constructiva, esto puede registrarse mediante un proceso de vehículo del vehículo sobre carriles 10. Los datos de proceso correspondientes, que se generan a este respecto, se evalúan por la unidad de control estacionaria 42, que provoca una actualización automática de la biblioteca de piezas constructivas correspondiente del sistema de desarrollo 70 asistido por ordenador y/o una adaptación automática de datos de diagrama de circuitos.

50 En un modo de prueba adicional de la unidad de control estacionaria 42 se realiza una influencia al menos parcial de un proceso de vehículo del vehículo sobre carriles 10 mediante datos de simulación de un proceso de simulación de la unidad de simulación 56. En este modo puede activarse un proceso de vehículo mediante la unidad de control estacionaria 42. Esto se realiza basándose en datos de simulación, que sirven como parámetros de condición para el proceso de vehículo. En un ejemplo especial va a someterse a prueba una función de la instalación de climatización del vehículo sobre carriles 10, correspondiendo esta función a una regulación de la potencia de ventilación dependiendo de la concentración de CO<sub>2</sub>. Esta situación de aplicación se reproduce para un valor de concentración en un proceso de simulación de la unidad de simulación 56, que como datos de simulación genera parámetros de entrada para el proceso de vehículo. Estos datos de simulación se utilizan mediante la unidad de control estacionaria 42, para controlar un funcionamiento de la instalación de climatización de acuerdo con el valor



de concentración contemplado a través de la conexión de datos 53. Tal como se describió anteriormente, la unidad de control estacionaria 42 dispone de un software, que corresponde a una versión del software de regulación de clima del vehículo sobre carriles 10. El funcionamiento de la instalación de climatización como proceso de vehículo genera datos de proceso, en particular datos de sensor, que se evalúan mediante la unidad de control estacionaria 42 y en particular se comparan con datos de simulación del proceso de simulación.

En un ejemplo adicional va a someterse a prueba un plano de retroceso de la administración de potencia de accionamientos auxiliares, cuando una parte del suministro operativo adicional falla. Esta situación de aplicación se reproduce en un proceso de simulación de la unidad de simulación 56, que como datos de simulación genera parámetros de entrada para el proceso de vehículo. Estos datos de simulación se utilizan mediante la unidad de control estacionaria 42, para controlar la unidad de regulación correspondiente de la administración de potencia real en el vehículo sobre carriles 10. El funcionamiento de la administración de potencia como proceso de vehículo genera datos de proceso, en particular datos de sensor, que se evalúan mediante la unidad de control estacionaria 42 y en particular se comparan con datos de simulación del proceso de simulación. Este ejemplo corresponde al caso de la inyección errónea, en el que se genera artificialmente un estado erróneo en un subsistema del vehículo sobre carriles 10. Como ejemplo adicional para una inyección errónea es posible la simulación de una rotura de cables.

Con respecto a una inyección errónea con respecto a la funcionalidad del equipo de freno - como se muestra en la figura 4- en el vehículo sobre carriles 10 puede estar implementada una interfaz 82 especial, que está conectada activamente a través de una conexión de control F con la unidad de control estacionaria 42. Esta interfaz 82 está conectada con un aparato de control de freno 22 y un sistema de actores del vehículo sobre carriles 10.

El modo de prueba de la unidad de control estacionaria 42 anteriormente descrito, que comprende una comparación teórico-real puede realizarse durante un funcionamiento de vía ferroviaria del vehículo sobre carriles 10. Tal como ya se ha mencionado, una desviación puede activar una indicación a un usuario de la unidad de control 42 a través del equipo de emisión 46 y/o a una unidad de procesamiento de información automática. Dependiendo del grado de desviación pueden tomarse distintas medidas, como la comunicación a un operario o un almacenamiento automático del evento para una evaluación posterior. Pueden producirse determinadas desviaciones graves debido a los estados del vehículo sobre carriles 10, que de acuerdo con una protección de personas estandarizada se consideran como inseguros. La asociación de determinadas desviaciones a tales estados inseguros está depositada en la unidad de control estacionaria 42. Al distinguir un estado inseguro del vehículo sobre carriles 10 con respecto a la protección de personas la unidad de control estacionaria 42 introduce medidas, para llevar al vehículo sobre carriles 10 de nuevo a un estado seguro. Si no puede establecerse ningún estado seguro al subsanar un fallo detectado, como medida puede activarse un freno de emergencia del vehículo sobre carriles 10.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles (10), en el que
- 5 - se facilitan una unidad de control (42) estacionaria y una unidad de simulación (56) en el lado de la tierra,
  - se establece una conexión de datos (53) entre la unidad de control (42) estacionaria y el vehículo sobre carriles (10),
  - se establece una conexión de datos (57) entre la unidad de control (42) estacionaria y la unidad de simulación (56),
  - 10 - la operación de prueba comprende un tráfico de datos de la unidad de control (42) estacionaria con el vehículo sobre carriles (10) y con la unidad de simulación (56), **caracterizado por que**
  - la unidad de simulación (56) presenta componentes de vehículo (60) reales y un entorno de simulación, en el que están incorporados componentes de vehículo (60), en donde los componentes de simulación del entorno de simulación sirven para reproducir el entorno real de los componentes de vehículo (60) en el sistema formado por el vehículo sobre carriles (10), y
  - 15 - se transfieren datos de proceso de un proceso de vehículo, que representan un estado real en el vehículo sobre carriles, a la unidad de control (42) estacionaria y la unidad de control (42) estacionaria realiza una evaluación de los datos de proceso mediante datos de simulación de un proceso de simulación, que representan un estado teórico en el vehículo sobre carriles.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,  
20 **caracterizado por que**  
se transfieren datos de proceso de un proceso de vehículo a la unidad de control (42) estacionaria y la unidad de control (42) estacionaria provoca una modificación de datos de simulación de la unidad de simulación (56) mediante los datos de proceso.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,  
25 **caracterizado por que**  
la unidad de control (42) estacionaria mediante datos de simulación de un proceso de simulación influye al menos parcialmente en un proceso de vehículo.
4. Procedimiento según la reivindicación 3,  
30 **caracterizado por que**  
los datos de simulación reproducen al menos un fallo en el vehículo sobre carriles (10).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**  
35 la unidad de simulación (56) presenta componentes de vehículo (60) y un entorno de simulación (62), en el que los componentes (60) están incorporados y que comprende una interfaz (68), a través de la cual se establece una comunicación de datos con un sistema de desarrollo (70) asistido por ordenador.
6. Procedimiento según la reivindicación 5,  
**caracterizado por que**  
40 el sistema de desarrollo (70) asistido por ordenador presenta al menos un conjunto de datos (74) de datos de simulación del grupo: datos de diagrama de circuitos, bibliotecas de piezas constructivas, datos de biblioteca para un programa de diseño.
7. Procedimiento según la reivindicación 2 y 6,  
**caracterizado por que**  
la modificación comprende una adaptación del al menos un conjunto de datos (74) mediante los datos de proceso.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
45 **caracterizado por que**  
la operación de prueba se realiza durante un funcionamiento de vía ferroviaria del vehículo sobre carriles (10).
9. Procedimiento según la reivindicación 8,  
**caracterizado por que**  
50 mediante la operación de prueba se detecta un estado inseguro del vehículo sobre carriles (10) y el vehículo sobre carriles (10) se lleva a un estado seguro.
10. Procedimiento según la reivindicación 9,  
**caracterizado por que**  
en la presencia de un estado inseguro se activa un freno de emergencia del vehículo sobre carriles (10).

11. Dispositivo para la realización de una operación de prueba que se refiere a un vehículo sobre carriles (10), con una unidad de control (42) estacionaria, una unidad de simulación (56) y una interfaz de datos (52), que están facilitadas en el lado de tierra, en donde la unidad de control (42) estacionaria está conectada activamente con la unidad de simulación (56) mediante tecnología de datos y está prevista para establecer a través de la interfaz de datos (52) una conexión de datos (53) con el vehículo sobre carriles (10) y realizar la operación de prueba basándose en un tráfico de datos con el vehículo sobre carriles (10) y con la unidad de simulación (56),  
5 **caracterizado por que** la unidad de simulación (56) presenta componentes reales de vehículo (60) y un entorno de simulación, en el que están incorporados componentes de vehículo (60), en donde los componentes de simulación del entorno de simulación sirven para reproducir el entorno real de los componentes de vehículo (60) en el sistema formado por el vehículo sobre carriles (10), y en donde se transfieren datos de proceso de un proceso de vehículo, que representan un estado real en el vehículo sobre carriles, a la unidad de control (42) estacionaria y la unidad de control (42) estacionaria realiza una evaluación de los datos de proceso mediante datos de simulación de un proceso de simulación, que representan un estado teórico en el vehículo sobre carriles.  
10
12. Dispositivo según la reivindicación 11,  
15 **caracterizado por que** la unidad de control (42) estacionaria está prevista para evaluar datos de proceso de un proceso de vehículo del vehículo sobre carriles (10) mediante datos de simulación de un proceso de simulación de la unidad de simulación (56).
13. Dispositivo según la reivindicación 11 o 12,  
20 **caracterizado por que** la unidad de control (42) estacionaria está prevista para influir mediante datos de simulación de un proceso de simulación al menos parcialmente en un proceso de vehículo.

FIG 1

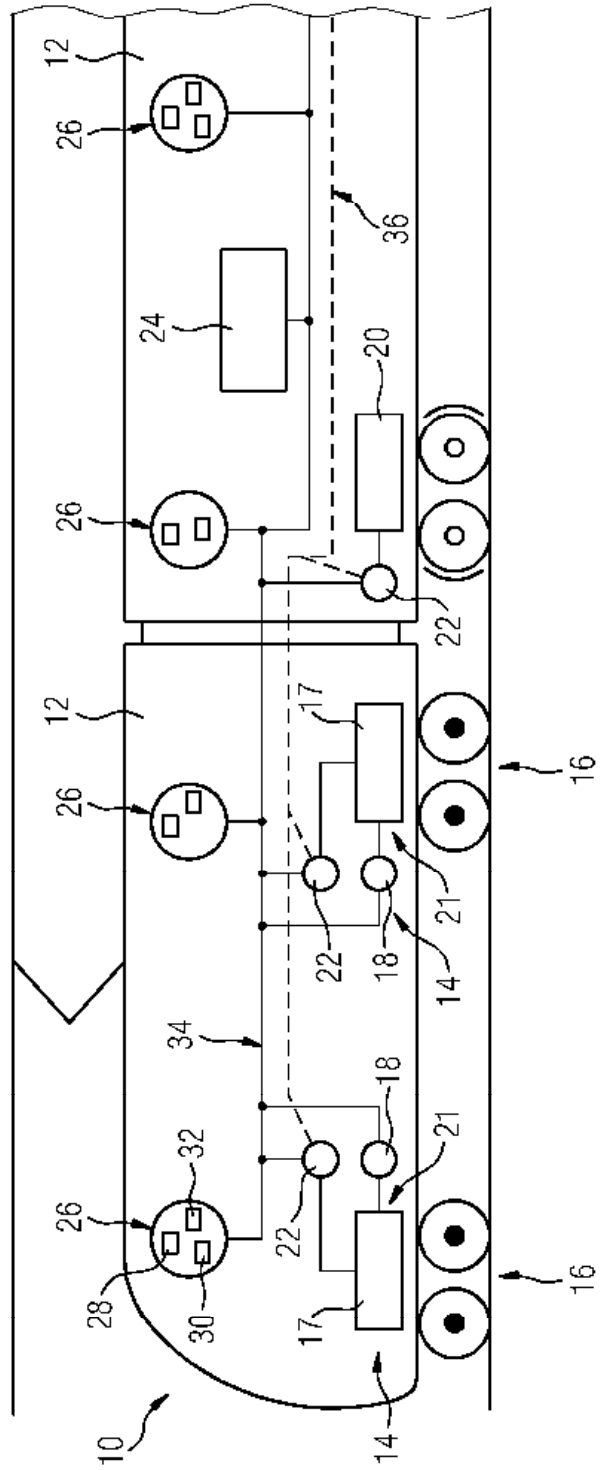
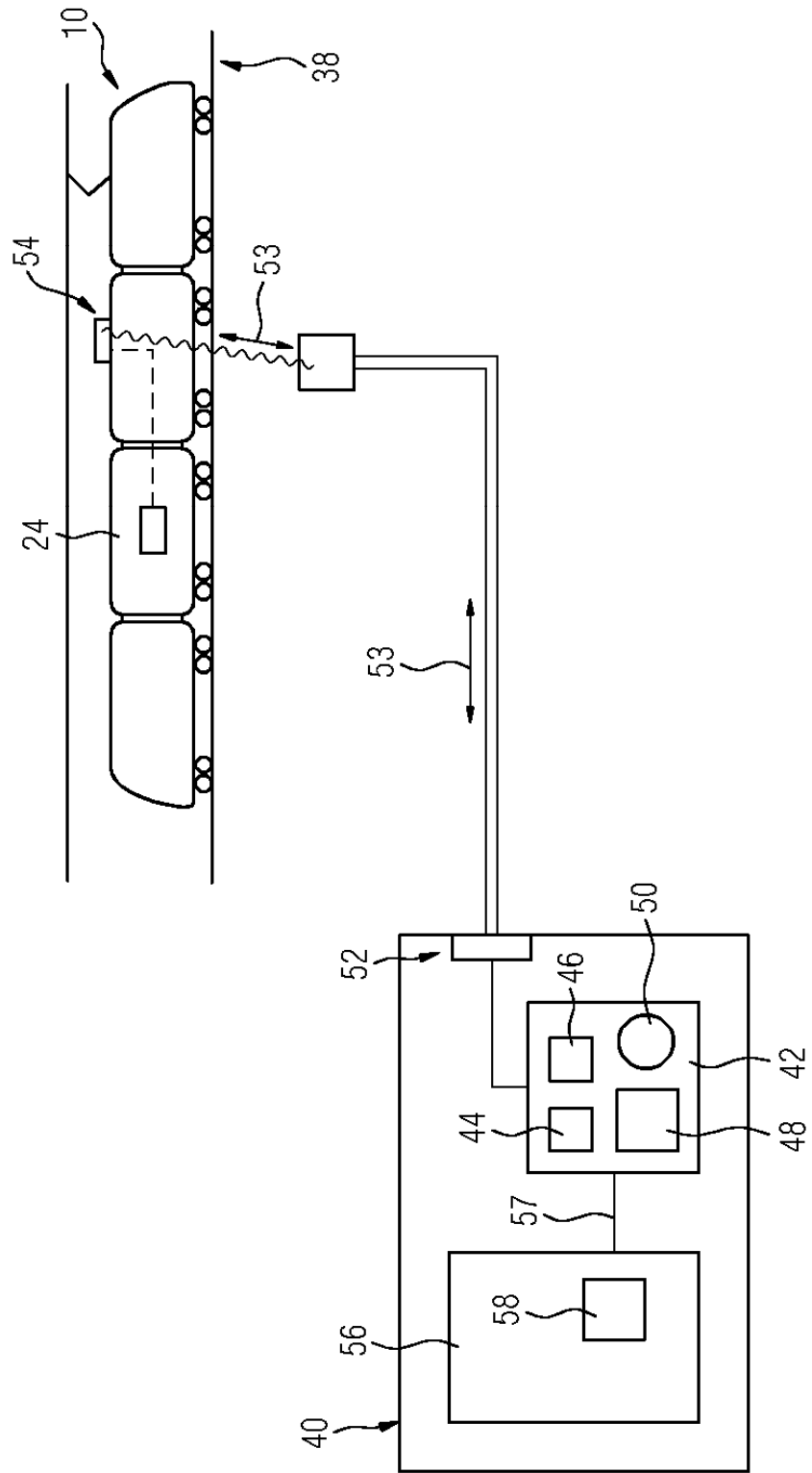


FIG 2



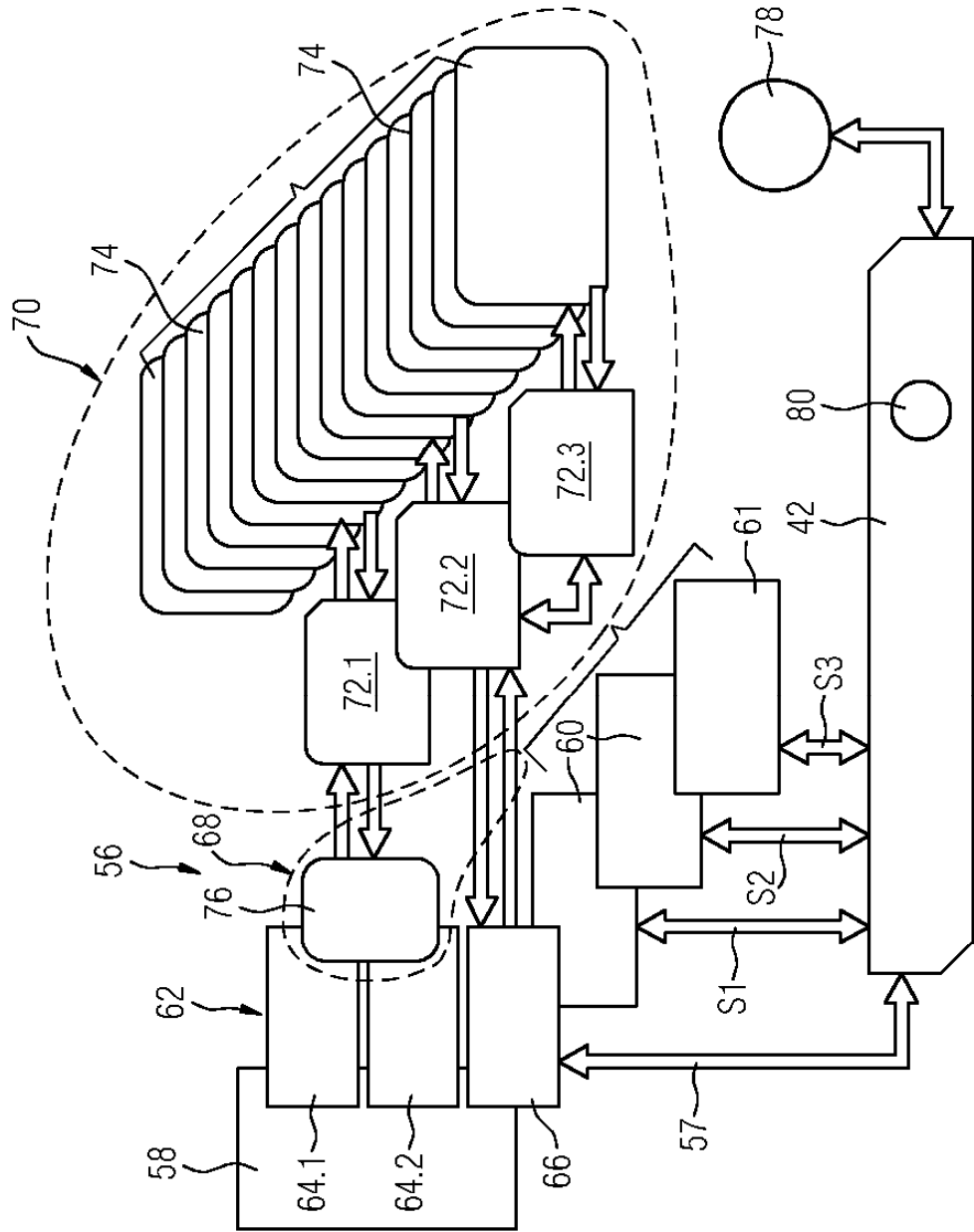


FIG 3

