

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 873 355**

51 Int. Cl.:

G01C 21/00 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01)
B61L 23/04 (2006.01)
B61L 15/00 (2006.01)
B61L 3/00 (2006.01)
B61K 9/08 (2006.01)
E01B 35/00 (2006.01)
G06F 16/29 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2017 PCT/EP2017/000598**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.12.2017 WO17215777**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2017 E 17739864 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.04.2021 EP 3469304**

54 Título: **Procedimiento y sistema para el mantenimiento de una infraestructura para vehículos ferroviarios**

30 Prioridad:

13.06.2016 AT 2872016

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.11.2021

73 Titular/es:

**PLASSER & THEURER, EXPORT VON
BAHNBAUMASCHINEN, GESELLSCHAFT M.B.H.
(100.0%)
Johannesgasse 3
1010 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**BÜRGER, MARTIN y
ZAUNER, GERALD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 873 355 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 sistema para el mantenimiento de una infraestructura para vehículos ferroviarios

Ámbito de la técnica

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para el mantenimiento de una infraestructura para vehículos ferroviarios, registrándose datos de medición por medio de un sistema de medición instalado en un vehículo ferroviario para la determinación de un estado real de la infraestructura, y aplicándose sobre esta base las medidas de mantenimiento de la infraestructura. La invención se refiere además a un sistema de mantenimiento para la realización del procedimiento.
- 10 Estado de la técnica
- Además de las vías, las agujas y las traviesas, una infraestructura para vehículos ferroviarios también comprende catenarias y traviesas de unión, así como otros dispositivos situados junto a la vía. En este caso, una vía se compone de carriles fijados en traviesas y por regla general se apoya en un lecho de balasto.
- 15 Debido al uso y a las influencias climáticas, una infraestructura como ésta está sujeta a un desgaste continuo, con lo que son necesarios trabajos de mantenimiento regulares. La base de estos trabajos de mantenimiento son los datos reales de la infraestructura que se determinan mediante diversos procedimientos de medición y dispositivos de medición conocidos.
- 20 Por el documento US 4,986,189 A, por ejemplo, se conoce una barra de medición montada en una máquina de tratamiento de vías que comprende varios sensores, evaluándose conjuntamente los datos de medición registrados por los mismos. Por el documento DE 198 01 311 A1 también se conoce un sistema de adquisición de datos de medición de gran alcance para medidas de mantenimiento. Aquí se prevé el almacenamiento de datos de imagen o de datos numéricos relativos a una posición de línea.
- 25 El documento DE 10 2011 017 134 A revela un dispositivo para marcar y medir tramos de vía con fines de mantenimiento. Mediante una unidad de sensor se detectan sin contacto los puntos de medición situados junto a un carril para determinar los tramos de vía propensos al desgaste en una posición exacta.
- El documento EP 2 937 241 A1 trata sobre la detección de daños en un vehículo ferroviario. En este caso, mediante un sistema de medición se lleva a cabo un registro de los datos de medición de una infraestructura. Con una unidad de diagnóstico se obtiene un estado momentáneo de los objetos conocidos de la infraestructura a partir de los datos de medición, almacenándose el mismo en una base de datos.
- 30 Por el documento US 5,956,664 A se conoce un procedimiento para detectar daños en las vías. Con esta finalidad se dispone en un vehículo ferroviario un sistema de medición que detecta un comportamiento de marcha inusual para sacar conclusiones respecto a cambios en la vía. En concreto se compara un estado real detectado de la vía con los datos de estado históricos. A continuación, se generan mediante un software órdenes de trabajo para la reparación de los daños detectados.
- 35 Resumen de la invención
- La invención se basa en la tarea de proponer una mejora con respecto al estado de la técnica para un procedimiento y un sistema de mantenimiento del tipo mencionado al principio. Especialmente se pretende lograr una planificación y ejecución más eficientes de las medidas de mantenimiento.
- 40 Según la invención, esta tarea se resuelve mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y mediante un sistema de mantenimiento según la reivindicación 9. Las reivindicaciones dependientes indican configuraciones ventajosas de la invención.
- 45 En este caso se preestablecen clases de objetos para los objetos de la infraestructura, definiéndose cada clase de objeto mediante una identificación de clase de objeto inequívoca, detectándose como objetos de la infraestructura, por medio de un dispositivo de evaluación sobre la base de los datos de medición característicos para un objeto respectivo mediante un software de análisis, el balasto, los carriles o las secciones de carril, las traviesas, los elementos de fijación, los postes, los hilos de contacto o las secciones de hilo de contacto y los obstáculos para las unidades de trabajo de una máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles, asignándose un objeto detectado a la clase de objeto correspondiente, almacenándose en una base de datos como datos de objeto para un objeto asignado una identificación de clase de objeto vinculada a los datos de posición, y llevándose a cabo las medidas de
- 50 mantenimiento por medio de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles, derivándose para ello datos de control para una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles a partir de los datos almacenados en la base de datos.
- 55 Los datos de medición adquiridos mediante procedimientos de medición conocidos se evalúan de una manera nueva, identificándose los distintos objetos de la infraestructura y asignándose los mismos a clases de objetos preestablecidas. Los objetos como los tramos de carril, las traviesas, las agujas, los postes, etc., se identifican por medio de sus datos de medición característicos. El almacenamiento tiene lugar en forma de una asignación a la clase de objeto correspondiente, estableciéndose una vinculación con datos de posición relativos y/o absolutos.

Por consiguiente, el estado real de la infraestructura se almacena de un modo basado en el objeto, utilizándose una comparación con un estado teórico o con estados reales históricos para la planificación y la aplicación de medidas de mantenimiento.

5 Una determinación ventajosa del objeto por medio de un dispositivo de evaluación prevé que los datos de medición se comparen con parámetros de objeto predeterminados. Los parámetros de objeto pueden ser, por ejemplo, rangos dimensionales de formas geométricas definidas o propiedades de material detectables. La asignación a la clase de objeto correspondiente también se lleva a cabo a continuación sobre la base de estos parámetros de objeto.

10 En este caso resulta adecuado almacenar en la base de datos una identificación de objeto inequívoca para el objeto respectivo. De este modo es posible asignar con especial facilidad un defecto a reparar, marcando de forma correspondiente en la base de datos un objeto defectuoso (por ejemplo, un tramo de carril con un defecto superficial, una traviesa con un defecto posicional, etc.) por medio de la identificación de objeto.

Para un procesamiento preciso de los datos de posición vinculados resulta ventajoso derivar los datos de sincronización basados en la ubicación a partir de los datos de medición y almacenar en la base de datos los datos de sincronización asignados para el objeto respectivo.

15 Por medio de los datos de sincronización (por ejemplo, ancho de vía, número de lote de traviesas, etc.), una máquina de mantenimiento sobre carriles puede localizar los distintos objetos con una precisión casi milimétrica. Para ello, la máquina de mantenimiento sólo debe estar equipada con los sensores que se utilizaron durante una comprobación previa del estado real de la infraestructura.

20 Una variante perfeccionada de la invención prevé calcular adicionalmente un modelo multidimensional de la infraestructura a partir de los datos de medición y de los datos de características del sistema de medición mediante el software de análisis. Un modelo digital multidimensional como éste se almacena en la base de datos o bien se aporta a un sistema de gestión de datos separado. El mismo permite una planificación y ejecución especialmente eficaces de las medidas de mantenimiento (por ejemplo, inspección virtual de la línea, cálculo de cantidades de material, etc.).

25 En este caso resulta ventajoso complementar el modelo multidimensional con datos de un gálibo virtual, a fin de determinar si existe un rebasamiento del gálibo como consecuencia de los datos de posición reales de un objeto. De este modo puede calcularse mediante un sistema informático si los datos de posición reales de un objeto respectivo sobrepasan un límite del gálibo. Así, cada rebasamiento del gálibo se mide e identifica de forma inequívoca. Si es necesario, también se añaden al modelo multidimensional otras características registradas de la infraestructura como los relieves de las traviesas, las marcas de laminación de los carriles, la separación de los carriles, la separación con respecto a las vías adyacentes, las posiciones de los hilos de contacto, los defectos de los carriles, etc., por lo que se miden e identifican de forma inequívoca.

Otra variante perfeccionada conveniente prevé complementar el modelo multidimensional con datos de información georreferenciados de una fuente de datos separada. Así, el modelo multidimensional puede complementarse fácilmente con datos geodésicos e imágenes de satélite.

35 Según la invención, los datos de control para una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles se derivan de los datos almacenados en la base de datos. Por lo tanto, todas las especificaciones necesarias para una unidad de mantenimiento (por ejemplo, la unidad de bateo o la unidad de elevación y enderezamiento de una máquina bateadora de vías) ya están previstas de antemano. Así, la máquina de construcción y/o de mantenimiento puede utilizarse para un funcionamiento automatizado. Ventajosamente, un punto central (fuera de la vía) preestablece los datos de corrección de la infraestructura por medio de los datos almacenados en la base de datos. En la máquina de construcción y/o de mantenimiento se calculan los respectivos datos de acción y los datos de parámetros de las distintas unidades (en la vía).

40 En este caso resulta ventajoso predeterminar un estado teórico de la infraestructura, evaluar las desviaciones del estado real con respecto al estado teórico y preestablecer los datos de control en dependencia de las desviaciones evaluadas. En tal caso, una preparación para el funcionamiento automatizado de la máquina de construcción y/o de mantenimiento comprende la especificación de datos de corrección, a fin de transformar los objetos de la infraestructura de un estado real defectuoso en el estado teórico deseado.

50 Una mejora adicional del procedimiento de mantenimiento prevé la determinación del estado real de la infraestructura después de una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento. De este modo, la calidad alcanzada puede determinarse y documentarse inmediatamente después de la realización de una medida de mantenimiento. También resulta ventajoso un protocolo de los estados completos de la máquina durante un proceso de mantenimiento. Estos datos pueden evaluarse posteriormente para determinar su relevancia con respecto a la calidad o para establecer correlaciones entre las acciones o los parámetros de la unidad y los resultados.

55 Un sistema de mantenimiento según la invención para la realización de uno de los procedimientos antes citados comprende un sistema de medición instalado en un vehículo ferroviario para la adquisición de datos de medición. En este caso, el dispositivo de evaluación está diseñado para, a partir de los datos de medición, detectar como objetos de la vía balasto, carriles o tramos de carril, traviesas, elementos de fijación, postes, hilos de contacto o secciones de hilo de contacto y obstáculos para las unidades de trabajo de una máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles y para asignar el objeto respectivo a una clase de objeto, diseñándose un sistema de transmisión de

datos para transmitir a la base de datos los datos de objeto asignados a un objeto, y configurándose la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles para llevar a cabo medidas de mantenimiento sobre la base de los datos de objeto, para lo cual la máquina de construcción y/o de mantenimiento se diseña para procesar los datos de control derivados de los datos almacenados en la base de datos. El dispositivo de evaluación se configura ventajosamente como un ordenador con acceso a la base de datos establecida en un servidor o con una base de datos integrada. En este último caso, el ordenador comprende un sistema de transmisión de datos configurado como un sistema de bus.

En una variante perfeccionada se prevé que el dispositivo de evaluación esté diseñado para calcular un modelo multidimensional de la infraestructura a partir de los datos de medición y de los datos de características del sistema de medición. Con esta finalidad, las coordenadas de la superficie de infraestructura, que pueden derivarse de los datos de medición, se transforman en un sistema de referencia tridimensional predeterminado. Además de las dimensiones espaciales, pueden añadirse otras como el tiempo, la temperatura o las distintas propiedades del material.

Para un manejo eficaz del sistema de mantenimiento resulta ventajoso que el sistema de mantenimiento comprenda un dispositivo de salida para la representación en perspectiva del modelo multidimensional. Los dispositivos de salida de este tipo permiten, por ejemplo, una inspección virtual de la línea y una localización intuitiva de los datos de corrección. En este caso, las distintas clases de objetos, las propiedades del material o los defectos detectados pueden identificarse mediante colores.

Para la generación de datos detallados del objeto se prevé que el sistema de medición comprenda un escáner de rotación láser, un escáner de líneas láser, un escáner de corrientes parásitas, una unidad de medición inercial, una cámara y un receptor GNSS. Mediante la fusión de datos de los datos de medición adquiridos por medio de estos sensores se puede crear un modelo de la infraestructura con una alta densidad de información.

Otra característica de la invención se refiere a un procesamiento posterior de los datos almacenados en la base de datos, diseñándose la máquina de construcción y/o de mantenimiento para el procesamiento de los datos de control derivados de los datos almacenados en la base de datos.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica a continuación a modo de ejemplo con referencia a las figuras adjuntas. Se muestra en una representación esquemática en la:

Figura 1 componentes parciales del sistema de mantenimiento

Figura 2 desarrollo del procedimiento de mantenimiento

Figura 3 procesamiento de datos del sistema de medición

Figura 4 análisis de los datos de medición

Figura 5 estructura de un software de análisis

Figura 6 estructura de un software de control de máquinas

Figura 7 estructura de un software de construcción de vías

Figura 8 secuencia de trabajo de una máquina de construcción y/o de mantenimiento

Descripción de las formas de realización

El sistema de mantenimiento 1 en la figura 1 comprende un sistema de medición 2 para la medición de la infraestructura 3. Ventajosamente este sistema de medición 2 se dispone en una máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles 4. Alternativamente, el sistema de medición 2 puede montarse en otra plataforma de soporte, por ejemplo, en un vagón dinamométrico.

La infraestructura 3 comprende diversos objetos como el balasto 5, los carriles o tramos de carril 6, las traviesas 7, los elementos de fijación 8, los postes 9, los hilos de contacto o las secciones de hilo de contacto 10 y los dispositivos a considerar como obstáculos 11 para las unidades de trabajo 12. Además, los objetos no representados, como los andenes, los elementos de aguja, la vegetación, las barreras acústicas, las barandillas, las señales de tráfico, la señalización, los mecanismos de accionamiento o las construcciones como los puentes o los pasos a nivel, deben atribuirse a la infraestructura 3 o a la infraestructura ampliada 3.

El sistema de medición 2 comprende varios sensores que pueden colocarse en diferentes posiciones. En el lado delantero de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 se dispone, por ejemplo, un escáner de rotación láser 13. El escáner de rotación láser 13 proporciona imágenes bidimensionales de la infraestructura 3 en la posición actual. Estos datos de imágenes se procesan junto con los datos de posición obtenidos mediante el GNSS o el odómetro. Varias imágenes bidimensionales sucesivas dan lugar a una nube de puntos tridimensional. Esta nube de puntos se filtra y se procesa posteriormente para eliminar los valores atípicos y los puntos de medición erróneos y para lograr una mejor visualización.

Al menos por encima de cada carril 6 se dispone un escáner de líneas láser 14, a fin de detectar la forma exacta de la superficie de carril respectiva. Con este escáner también se detectan otras características, como marcas de

laminación, relieves de traviesas, elementos de fijación, etc. Se disponen además varios escáneres de corrientes parásitas 15 para detectar la posición de los objetos metálicos, como los elementos de fijación 8.

Por medio de una unidad de medición inercial 16 se detectan los cambios de posición durante un movimiento de avance, registrándose así la posición relativa exacta de la vía. Se establece una referencia absoluta mediante un receptor GNSS 17. Este método es aún más preciso incluyendo estaciones de referencia GNSS dispuestas, por ejemplo, en estructuras fijas como puentes.

Se lleva a cabo una determinación de la posición absoluta aún más precisa por medio de pernos de poste 18 dispuestos en la infraestructura 3, cuyas posiciones en relación con la vía se detectan, por ejemplo, mediante una cámara estereoscópica 19. Un procedimiento a este respecto se revela en la solicitud de patente austriaca A199/2016 presentada por la misma solicitante.

Adicionalmente se prevé además al menos una cámara 20 para registrar datos de color que durante el procesamiento de datos se asignan a los distintos puntos de la nube de puntos registrada por medio de un escáner de rotación láser 13. En este caso se trata ventajosamente de una cámara de alta resolución para poder asignar a cada punto de la nube de puntos su propio píxel de color. Con varias cámaras 20 se puede recopilar y asignar a la nube de puntos una mayor cantidad de información de color.

Los datos de medición 40 adquiridos por medio de los distintos sensores o dispositivos de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 se aportan a un dispositivo de evaluación común 21. Los datos procesados por medio del dispositivo de evaluación 21 se aportan a un dispositivo de control 22 de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4.

Como se representa en la figura 2, al principio del procedimiento de mantenimiento tiene lugar la medición 23 de la infraestructura 3. En el dispositivo de evaluación 21 se lleva a cabo un paso de análisis 24. En este caso, los objetos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 de la infraestructura 3 se determinan a partir de los datos de medición 40. En posteriores pasos, los objetos determinados 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 se asignan respectivamente a una clase de objeto y se vinculan a los datos de posición, definiéndose cada clase de objeto por medio de una identificación de clase de objeto inequívoca. Además, a partir de los datos de medición 40 y de los datos de características 80, 81 del sistema de medición 2 se calcula un modelo multidimensional 79 de la infraestructura 3.

Los datos de objeto vinculados 25 se transmiten a una base de datos 26. En esta base de datos tiene lugar la gestión de los datos y la copia de seguridad de los datos 27. Los datos del modelo multidimensional 79 también se transmiten a la base de datos 26 y se gestionan allí o se aportan a un sistema de gestión de datos separado. En este último caso resulta conveniente una gestión de datos de nivel superior que incluya todos los datos.

Ventajosamente, la gestión de los datos se establece en un servidor central o en una red de servidores con una conexión segura a internet. De este modo existe la posibilidad de poder recuperar los datos de medición y de análisis almacenados 101, 105 desde cualquier parte del mundo. Los datos recopilados constituyen la base para una planificación del trabajo en la vía 28 que se realiza mediante un ordenador 29. Para ello, el ordenador 29 accede a la base de datos 26 o a un nivel superior de gestión de datos y recupera los datos de objeto y de modelo 30 relacionados con la línea y necesarios para la respectiva planificación.

Por medio de una comparación automatizada con los datos de estado teóricos predeterminados de la línea seleccionada se obtienen los datos de la orden de trabajo 31. Éstos se transmiten a la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 y están disponibles como datos predeterminados para el proceso de control 32 de la máquina 4.

Para la documentación de los resultados del trabajo se lleva a cabo, en un siguiente paso del procedimiento, una nueva medición y protocolización 33. En este proceso, los datos de medición 40 se adquieren de nuevo mediante el sistema de medición 2 y se procesan posteriormente para formar datos de estado actualizados 34 de la infraestructura 3. Estos datos también se almacenan en la base de datos 26.

Además, tiene lugar una transferencia de los datos de medición 40 a un registrador electrónico de medición (procesador de registro de datos, DRP) para la generación de protocolos de aceptación.

Para transmitir los datos 25, 30, 31, 34, el sistema de mantenimiento 1 comprende un sistema de transmisión de datos 35 configurado, por ejemplo, como una red de radio protegida. En la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 se dispone una antena correspondiente 36. En el caso más sencillo, los datos a transmitir se transfieren agrupados a un sistema central de gestión de datos. En tal caso, el sistema de transmisión de datos 35 comprende dispositivos de almacenamiento intercambiables y dispositivos de escritura o lectura correspondientes.

El sistema de transmisión de datos 35 está conectado a una red informática 37 que comprende un servidor de bases de datos con una base de datos implementada 26. De este modo se lleva a cabo una gestión centralizada de los datos, accediendo el ordenador 29 a la base de datos 26 o al nivel superior de gestión de datos para realizar la planificación del trabajo en la vía 28. Los datos de la orden de trabajo 31 generados mediante el ordenador 29 también se transmiten a la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 a través de la red informática 37 y del sistema de transmisión de datos 35.

El ordenador 29 y el dispositivo de evaluación 21 son elementos de un sistema informático seguro 38 y están conectados a la red informática 37. También pueden preverse varios ordenadores 29 que acceden respectivamente a la base de datos

26 o al nivel superior de gestión de datos y que están diseñados para la planificación del trabajo en la vía 28. En caso necesario, también se puede acceder a fuentes de datos externas 39 a través de la red informática 37.

Si la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 está prevista exclusivamente para una red de líneas insulares, puede resultar conveniente integrar todos los componentes del sistema de mantenimiento en la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4. En tal caso, el sistema de transmisión de datos 35 se configura como una red alámbrica dentro de la máquina 4. En esta realización de la invención, el dispositivo de evaluación 21 y la base de datos 26 pueden integrarse en un ordenador de a bordo de alta potencia.

El funcionamiento del sistema de medición 2 se explica por medio de la figura 3. En este caso se trata de un sistema de medición totalmente automático y asistido por ordenador 2 que registra las dimensiones y los parámetros para la planificación del trabajo en la vía 28 con la precisión y calidad necesarias.

La medición 23 proporciona datos de medición sincronizados 40 de la infraestructura 3. En concreto, los distintos sensores o dispositivos de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 suministran datos respectivos sincronizados entre sí mediante una característica de sincronización respectiva 41. Estos datos de medición 40 son, por lo tanto, datos brutos 42 o resultados 43 de una evaluación interna del sensor.

A continuación, mediante una fusión de datos se calcula, a partir de estos datos de medición 40, un modelo asistido por ordenador 79 de la infraestructura 3. En una realización sencilla, el modelo 79 reproduce las condiciones geométricas de la infraestructura 3, ya que éstas varían mucho y, por consiguiente, son especialmente exigentes para un operador de una máquina de construcción y/o de mantenimiento 4. Sobre la base del modelo geométrico 79 es posible una secuencia de trabajo ampliamente automatizada.

Otros datos sobre el estado de la infraestructura 3 también son útiles para la planificación del mantenimiento. Por ejemplo, con unos sensores adicionales, como georradars, sensores de temperatura, sensores de humedad, etc., pueden registrarse también aspectos no geométricos de la infraestructura 3 e integrarlos en el modelo 79.

El tipo de sensores o dispositivos de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 utilizados se adaptan a cada caso particular y a las condiciones necesarias para el proceso de trabajo. Si se dispone de nuevos sensores, éstos pueden añadirse fácilmente al grupo de sensores compatibles. Así, los datos de medición añadidos 40 pueden integrarse en el modelo 79 y estar disponibles para otros procesos de trabajo.

Los procesos de trabajo que pueden llevarse a cabo por medio del sistema de mantenimiento 1 son, por ejemplo, la alineación de la vía, el bateo de la vía, la medición de la posición de la vía, la garantía de calidad, la medición del desarrollo del hilo de contacto, la medición del desgaste del hilo de contacto, la medición del perfil del carril, la detección de falta de fijaciones, la medición del perfil del balasto, los controles de recepción, la preparación de informes de recepción, la detección de la calidad de la vía, la detección de daños, el inventario, la detección de rebasamientos del gálibo, etc.

Con los distintos sensores o dispositivos de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 se evalúan concretamente los siguientes estados reales de la infraestructura 3: el receptor GNSS 17, la unidad de medición inercial 16 y la cámara estereoscópica 19 sirven para la detección de la posición geodésica de la vía. Un diseño redundante de estos componentes puede aumentar la disponibilidad y la precisión de las coordenadas medidas.

El escáner de rotación láser 13 sirve para detectar los carriles o las secciones de carril 6, las traviesas 7, el hilo de contacto o las secciones de hilo de contacto 10, los postes 9, así como las paredes de túnel, los edificios, la vegetación, la señalización, los dispositivos de suspensión, los letreros y cualquier otro objeto situado dentro del rango de detección del escáner 13.

En la medición del desarrollo del hilo de contacto, el hilo de contacto 10 se detecta y almacena dentro de una zona relevante. En concreto, se determina la distancia relativa con respecto al eje de vía. En este caso, el eje de la vía se calcula por medio de los carriles detectados 6.

Los escáneres de línea láser 14 dispuestos por encima de la vía sirven para detectar detalles de la zona cercana al carril, así como el eje de carril, el eje de vía, el perfil de vía, etc. Dado que este tipo de sensor proporciona datos con una alta calidad, los escáneres de línea láser 14 también se utilizan para detectar con precisión parachoques, fijaciones de traviesas, contracarriles, hilos de contacto y cualquier otro objeto.

En el dispositivo de evaluación 21, los datos de medición 40 adquiridos por medio del sistema de medición 2 se analizan automáticamente, como se explica más detalladamente a la vista de la figura 4. En concreto, el dispositivo de evaluación 21 ejecuta un software que se divide en varios bloques de análisis 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51. El procesamiento se realiza de forma secuencial o en paralelo, dependiendo de la estructura y del rendimiento de los componentes de hardware y software.

En un primer bloque de análisis 44 se lleva a cabo un análisis de imagen mediante un software de reconocimiento de patrones y un software OCR (reconocimiento óptico de caracteres), detectándose como objetos los paneles de hectómetros 52 y los paneles de señales 53. En este caso se evalúan los datos de imagen de la cámara orientada hacia delante 20 almacenados temporalmente en una unidad de memoria del dispositivo de evaluación 21.

Un segundo bloque de análisis 45 también funciona con un software de reconocimiento de patrones, así como con un software de evaluación para la determinación de paralajes en las imágenes dobles tomadas por medio de la cámara

estereoscópica 19. De este modo se detectan los pernos de poste 18 montados en postes 9 y otros puntos fijos 54, así como las coordenadas geográficas 55.

Un tercer bloque de análisis 46 funciona con un software de evaluación para los datos GNSS recibidos y proporciona coordenadas de posición geodésicas 92 con respecto a la posición del receptor GNSS 17. Mediante la transformación de coordenadas asistida por ordenador, estas coordenadas de posición 56 se transforman en un sistema de coordenadas de referencia predeterminado.

Un cuarto bloque de análisis 47 evalúa los datos de medición 40 adquiridos mediante un odómetro, resultando los datos de posición momentáneos 91 de un punto de referencia de máquina predeterminado. Aquí también se realiza una transformación de coordenadas en el sistema de coordenadas de referencia.

En un quinto bloque de análisis 48 tiene lugar la evaluación de la unidad de medición inercial 16. Ésta registra las coordenadas relativas de la vía de un punto de referencia durante una marcha adelante, midiéndose de forma continua las distancias de este punto de referencia con respecto a los dos carriles 6 a través de dispositivos de medición de distancia (por ejemplo, sensores láser). En este caso, como línea de medición relacionada con el carril se suele utilizar una línea recta de intersección entre el respectivo lado interior del carril y un plano horizontal imaginario situado 14 mm por debajo del respectivo canto superior del carril. La evaluación mediante el quinto bloque de análisis 48 proporciona, por consiguiente, datos sobre el curso de la vía 56, así como un peralte de vía 57, una dirección 58, alturas longitudinales 59 y alturas de flecha 60.

Un sexto bloque de análisis 49 evalúa los datos del respectivo escáner de corrientes parásitas 15 y proporciona datos de posición de elementos metálicos como los elementos de fijación 8 (fijación de traviesas), los cables 61 o los rieles de aguja 62.

Un séptimo bloque de análisis 50 utiliza un análisis de datos 3D. En este caso, a partir de los datos de medición 40 se calcula un modelo multidimensional 79 de la infraestructura 3. Para ello se utiliza un software de fusión de datos de sensor, como se representa en la figura 5. El resultado del análisis de datos son además objetos detectados que pueden asignarse a clases de objetos predeterminadas.

Además de los objetos detectados, como los carriles 6, el balasto 5, los obstáculos 11, el hilo de contacto 10, el borde del andén 63, los postes 9, las piezas montadas 64, las traviesas 7 o las construcciones 65 (puentes, pasos a nivel), también se detectan los rebasamientos de gálibo 66, la separación de las vías 67 y el perfil del balasto 68.

En un octavo bloque de análisis 51 se lleva a cabo un análisis de imagen por medio de un software de reconocimiento de patrones y, en su caso, un software OCR, evaluándose los datos de medición 40 de los escáneres de línea láser orientados hacia abajo 14. Concretamente esto se lleva a cabo mediante el análisis 2.5D o el análisis 3D. De este modo es posible detectar un ancho de vía 69, los defectos del carril 70, las marcas de laminación del carril 71, los defectos de fijación 72, las marcas de las traviesas 73, los perfiles de carril 74, las distintas piedras 75 en las traviesas 7, el desgaste 76 y los parachoques 77.

Así, con los bloques de análisis indicados 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, se realiza un análisis automático, asistido por ordenador, de los datos de medición adquiridos 40, con el objetivo de clasificar los parámetros y las magnitudes relevantes para un proceso de trabajo respectivo. La clasificación da lugar a objetos claramente definidos con valores de medición adjuntos y datos para su almacenamiento en la base de datos 26. Posteriormente, estos datos pueden utilizarse en modelos CAD y diversos sistemas operativos, técnicos y otros sistemas de software.

Mediante la transmisión de los datos a una memoria central también se apoyan los procesos de trabajo que no tienen lugar directamente en la infraestructura 3 (planificación de la obra, adquisición de recursos de explotación, intercambio de recursos de explotación, garantía de calidad, etc.). De este modo es posible realizar una representación en dispositivos de realidad virtual para la inspección virtual y la presentación de la infraestructura 3.

Además, si es necesario, se lleva a cabo una clasificación conforme a criterios no geométricos (temperatura, densidad de los materiales, etc.), a fin de realizar una valoración al respecto y optimizar así los procesos de trabajo. Por ejemplo, en un proceso de bateo de la vía se puede conseguir una mayor calidad de la posición de la vía si se conoce con anterioridad la densidad del lecho de balasto.

Para el bateo automático de la vía o la así llamada estabilización dinámica de la vía son de gran importancia la detección anticipada de obstáculos 11, así como la medición exacta de las traviesas 7. La medición descrita 23 con el posterior análisis 24 proporciona de antemano todos los datos para evitar daños durante una operación de bateo de la vía por parte de las distintas unidades de trabajo 12. Así se realiza un sistema de advertencia para el personal operativo o un proceso de bateo de la vía totalmente automático.

En la figura 5 se representa la estructura del software de análisis 78 para el cálculo del modelo virtual multidimensional 79, así como de los datos del objeto 25. Los datos de entrada son los datos de medición 40 y los datos de características 80, 81 que se refieren a las características del sistema de medición 2. Puede tratarse, por una parte, de datos de características 80 de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 y, por otra parte, de datos de características 81 de los sensores o de los dispositivos de recepción 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20.

En un primer paso, los datos de entrada 40, 80, 81 se preparan para su análisis mediante una pluralidad de módulos de preprocesamiento 82. En este caso se realizan, por ejemplo, transformaciones de coordenadas, a fin de coordinar todos los datos en un sistema de referencia común.

Por medio de un primer módulo de análisis 83 se detectan los primeros objetos a partir de los datos preparados. En este caso se trata, por ejemplo, de objetos aproximadamente puntiformes, como elementos de fijación 8, que pueden clasificarse de forma inequívoca mediante la respuesta del escáner de corrientes parásitas 15 que se mueve sobre ellos. Los correspondientes datos de objeto 25, por una parte, se emiten y, por otra parte, se transmiten a un primer módulo de fusión de datos 84.

Mediante el primer módulo de fusión de datos 84, los datos de entrada preprocesados 40, 80, 81 se combinan con los datos de objeto 25 de los objetos detectados. El resultado es una base de datos bidimensional para un segundo módulo de análisis 85. De este modo se detectan todos los objetos que pueden asignarse inequívocamente a una clase de objeto de referencia por medio de una extensión bidimensional. Estos datos de objeto 25 obtenidos como resultados del análisis son a su vez emitidos y transmitidos a un segundo módulo de fusión de datos 86.

Los datos de entrada preprocesados 40, 80, 81 también se aportan a este segundo módulo de fusión de datos 86, resultando una base de datos tridimensional para un tercer módulo de análisis 87. Un análisis de las estructuras tridimensionales proporciona otros objetos detectados, cuyos datos de objeto 25 se almacenan.

Mediante otros módulos de fusión de datos 88 se pueden añadir más dimensiones a la base de datos. Éstas pueden referirse al tiempo de adquisición o a determinadas propiedades del material (por ejemplo, densidad, temperatura). La base de datos puede evaluarse con respecto a estas otras dimensiones por medio de otros módulos de análisis 89.

Después de la última fusión de datos, se dispone de un modelo virtual n-dimensional 79 de la infraestructura 3, indicando n-1 el número de procesos de fusión de datos. Este modelo multidimensional 79 se almacena en la base de datos 26 o por separado y está disponible para la planificación y la realización de las medidas de mantenimiento. Lo mismo se aplica a los datos de objeto 25 de los distintos objetos detectados que se almacenan en la base de datos 26.

Otro aspecto ventajoso de la invención se refiere al control de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4. Éste se explica a la vista de la figura 6. En el dispositivo de control 22 se implementa un software de control de máquina 90. Al mismo se le aportan como datos de entrada los datos de objeto 25 y el modelo multidimensional 79 o los datos de este modelo 79 relevantes para una secuencia de trabajo respectiva. Además, una posición de máquina detectada en ese momento 91 y las características de la máquina relevantes 80 forman los datos de entrada del software de control de máquina 90.

La detección de la posición de máquina momentánea 91 se realiza ventajosamente mediante el sistema de medición 2 que ya se ha utilizado previamente para la detección de la infraestructura 3. Las características de máquina relevantes 80 son, por ejemplo, las dimensiones características de la máquina, especialmente las dimensiones de la distancia entre los elementos del sistema de medición 2 y las diversas unidades de trabajo 12.

Dependiendo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 se utilizan diferentes unidades de trabajo 12. Los tipos de máquinas en cuestión son, por ejemplo, un tren de reconstrucción, una barredora, un arado de balasto, un vagón dinamométrico, una bateadora de vías o una bateadora de agujas.

En caso de una bateadora de agujas deben controlarse varias unidades de trabajo 12. Una unidad de elevación y enderezamiento comprende pinzas de rodillos y ganchos que se pueden controlar individualmente. La respectiva pinza de rodillo se guía a lo largo de un carril 6 y debe abrirse en caso de obstáculos 11. Si el espacio es reducido, se utiliza el gancho correspondiente. Dado que cada obstáculo 11 se detecta como un objeto mediante el procedimiento de análisis descrito y que su posición en la vía se transmite al dispositivo de control 22, es posible un uso automatizado de la unidad de elevación y enderezamiento.

Lo mismo se aplica a las unidades de bateo. Cada unidad de bateo se posiciona correctamente sobre el respectivo compartimento de traviesa por encima de la vía. En las traviesas giradas se produce un giro de las unidades de bateo. Además, los ángulos de colocación de los picos de bateo se ajustan en función del espacio libre en el compartimento de traviesa. Los distintos picos de bateo se pueden desactivar mediante un giro hacia arriba.

Por medio del modelo multidimensional 79, cada parámetro (ángulo de giro, posición de las piezas, inclinación de los picos de bateo, etc.) de la respectiva unidad de trabajo 12 se calcula previamente y se muestra a un operador como propuesta de trabajo. Esta visualización se lleva a cabo de forma asistida por ordenador y de un modo realista. Los dispositivos de realidad aumentada y de realidad virtual (por ejemplo, Oculus Rift, Microsoft HoloLens, HTC vive, etc.) pueden utilizarse para garantizar un uso especialmente sencillo y una ergonomía en el lugar de trabajo.

En concreto, sobre la base de los datos aportados 25, 79, 81, 91 se calcula una acción de unidad para cada unidad de trabajo accionada 12 mediante un módulo de acción respectivo 93. Los resultados de estos cálculos son, por ejemplo, un valor de elevación de carril para una unidad de elevación y enderezamiento y valores de posición para una unidad de bateo.

Estos datos de acción se aportan a un módulo de adaptación 94 para adaptar las distintas acciones de unidad entre sí y generar órdenes de control. Estas órdenes de control se preparan en un módulo de transmisión posterior 95 para

un controlador programable de memoria (SPS) de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 y se transmiten al mismo.

Mediante los módulos de parámetros 96 se calculan paralelamente distintos parámetros de ajuste para las distintas unidades de trabajo 12, por ejemplo, el tiempo de puesta a disposición de una unidad de bateo. En un módulo de transmisión posterior 97 se llevan a cabo una preparación de los datos de parámetros y una transmisión de los mismos al SPS de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4.

Los datos de acción y de parámetros preparados son datos de control, mediante los cuales la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 realiza una secuencia de movimiento automatizada 98 de las unidades de trabajo controladas 12, llevándose a cabo una regulación 99 de los parámetros predeterminados.

En una realización sencilla, las condiciones marco puramente geométricas se adquieren y analizan, a fin de automatizar la adaptación de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 y de sus unidades de trabajo 12 a las condiciones estructurales. Un procedimiento más avanzado prevé incluir también datos no geométricos en las especificaciones de control, por ejemplo, la densidad del subsuelo o su contenido de humedad. Por medio de estos parámetros se puede optimizar el tiempo de puesta a disposición de una unidad de bateo o la velocidad de desplazamiento.

En una realización perfeccionada de la invención se utiliza un software de construcción de vías 100 totalmente integrado (figura 7). Los distintos módulos de este software 100 pueden implementarse en diferentes ordenadores del sistema informático 38. Los datos de entrada forman datos relevantes de medición y de análisis 101 almacenados en la base de datos 26 o gestionados por el nivel superior de gestión de datos, así como datos procedentes de fuentes de datos externas 39. Los datos relevantes de medición y de análisis 101 se componen, por ejemplo, de datos de objeto seleccionados 25, 30 y de datos del modelo 79.

El software de construcción de vías 100 está previsto para la realización de varios pasos de procedimiento. En primer lugar, se lleva a cabo una fusión de datos 102 con una representación de datos posterior 103. Ventajosamente, esta representación de datos 103 se realiza mediante un dispositivo de salida de realidad virtual.

En los pasos del procedimiento que pueden llevarse a cabo paralelamente, se realizan, por ejemplo, una planificación integrada de trazado 104, una elaboración integrada de órdenes 105, una ordenación integrada 106 de los objetos de la infraestructura 3 a reemplazar, una transmisión de datos 107 a un software de gestión (Enterprise-Resource-Planning, ERP - planificación de recursos empresariales), una planificación integrada del proceso de medición 108 y una planificación integrada de mantenimiento y reconstrucción 109.

Los resultados de estos pasos de procedimiento se utilizan para una generación automatizada de órdenes 110 para proporcionar los datos de órdenes de trabajo 31 para la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4. Estos datos de órdenes de trabajo 31 se transmiten directamente a la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 a través del sistema de transmisión de datos 35 y/o se almacenan en la base de datos 26.

En la figura 8 se representa una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4 por medio del software de control de máquina 90. Los datos de entrada forman los datos de medición y de análisis relevantes almacenados 101, así como los respectivos datos de órdenes de trabajo 31. A partir de los mismos, el software de control de máquina 90 calcula todos los datos de acción y los datos de parámetros necesarios para la realización de un proceso de control totalmente automático 111 de la máquina de construcción y/o de mantenimiento 4.

A continuación, se lleva a cabo un proceso de verificación de medición totalmente automático 112 mediante el sistema de medición 2. Paralelamente, el dispositivo de control 22 ejecuta un proceso de registro 113 para el registro completo de todas las acciones de unidad.

Como resultado de estos procesos 111, 112, 113, se obtiene un protocolo de trabajo 114 y datos de medición y de análisis actualizados 115. Éstos se almacenan en la base de datos 26, estando disponibles para otras medidas de mantenimiento.

Por consiguiente, las máquinas de construcción y/o de mantenimiento 4 totalmente automatizadas ejecutan las órdenes de medición y las órdenes de mantenimiento según su asignación, almacenándose de forma centralizada un protocolo de la finalización, así como de los datos de medición adquiridos antes y después de una operación de procesamiento. Para las órdenes que no pueden completarse con las máquinas automatizadas se realiza, después de su finalización, un trayecto de medición automatizado separado con el almacenamiento de los datos de medición 40 en la base de datos 26.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el mantenimiento de una infraestructura (3) para vehículos ferroviarios, registrándose para la determinación de un estado real de la infraestructura (3) datos de medición (40) por medio de un sistema de medición (2) instalado en un vehículo ferroviario, llevándose a cabo sobre esta base las medidas de mantenimiento de la infraestructura, preestableciéndose clases de objeto para los objetos (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) de la infraestructura (3), definiéndose cada clase de objeto mediante una identificación inequívoca de clase de objeto, identificándose como objetos (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) de la infraestructura (3), por medio de un dispositivo de evaluación (21) sobre la base de los datos de medición (40) característicos para un objeto respectivo (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) mediante un software de análisis (78), el balasto, los carriles o las secciones de carril, las traviesas, los elementos de fijación, los postes, los hilos de contacto o las secciones de hilo de contacto y los obstáculos para las unidades de trabajo (12) de una máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4), asignándose un objeto detectado (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) a la clase de objeto correspondiente, almacenándose en una base de datos (26) como datos de objeto (25) para un objeto asignado (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) la identificación de clase de objeto correspondiente vinculada a los datos de posición, y llevándose a cabo las medidas de mantenimiento por medio de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4), derivándose para ello datos de control para una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4) a partir de los datos almacenados en la base de datos (26).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la determinación de los objetos (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) se realiza mediante una comparación de los datos de medición (40) con los parámetros de objeto predeterminados.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los datos de sincronización relacionados con la ubicación se derivan de los datos de medición (40) y por que los datos de sincronización asignados para el objeto respectivo (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) se almacenan en la base de datos (26).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que a partir de los datos de medición (40) y de los datos de características del sistema de medición (2) se calcula adicionalmente, mediante el software de análisis (78), un modelo multidimensional (79) de la infraestructura (3).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el modelo multidimensional (79) se complementa con diversas características de la infraestructura, especialmente con los relieves de traviesas, las marcas de laminación de los carriles (71), la separación de los carriles, la separación con respecto a las vías adyacentes, las posiciones de los hilos de contacto.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que el modelo multidimensional (79) se complementa con datos de información georreferenciados de una fuente de datos separada (39).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que se preestablece un estado teórico de la infraestructura (3), por que se evalúan las desviaciones del estado real con respecto al estado teórico y por que los datos de control se preestablecen en dependencia de las desviaciones evaluadas.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que el estado real de la infraestructura (3) se determina después de una secuencia de trabajo de la máquina de construcción y/o de mantenimiento (4).
9. Sistema de mantenimiento (1) para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, con un sistema de medición (2) instalado en un vehículo ferroviario para registrar los datos de medición, con un dispositivo de evaluación (21), con un sistema de transmisión de datos (35), con una base de datos (26) y con una máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4), diseñándose el dispositivo de evaluación (21) para, a partir de los datos de medición (40), detectar como objetos (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) de la infraestructura (3) el balasto, los carriles o los tramos de carriles, las traviesas, los elementos de fijación, los postes, los hilos de contacto o las secciones de hilo de contacto y los obstáculos para las unidades de trabajo (12) de la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4) y para asignar el objeto respectivo (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) a una clase de objeto, configurándose el sistema de transmisión de datos (35) para transmitir a la base de datos (26) los datos de objeto (25) asignados a un objeto (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11), y configurándose la máquina de construcción y/o de mantenimiento sobre carriles (4) para llevar a cabo medidas de mantenimiento sobre la base de los datos de objeto (25), diseñándose para ello la máquina de construcción y/o de mantenimiento (4) para procesar los datos de control derivados de los datos almacenados en la base de datos (26).
10. Sistema de mantenimiento (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que el dispositivo de evaluación (21) se configura para calcular un modelo multidimensional (79) de la infraestructura (3) a partir de los datos de medición (40) y de los datos de características del sistema de medición (2).
11. Sistema de mantenimiento (1) según la reivindicación 10, caracterizado por que el sistema de mantenimiento (1) comprende un dispositivo de salida para la representación en perspectiva del modelo multidimensional (79).

12. Sistema de mantenimiento (1) según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que el sistema de medición (2) comprende un escáner de rotación láser (13), un escáner de línea láser (14), un escáner de corrientes parásitas (15), una unidad de medición inercial (16), una cámara (20) y un receptor GNSS (17).

Fig. 3

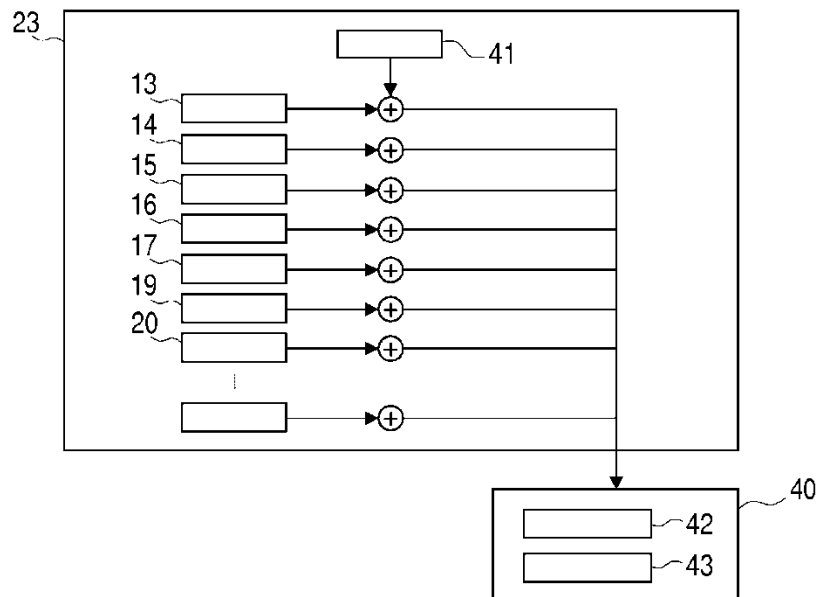


Fig. 4

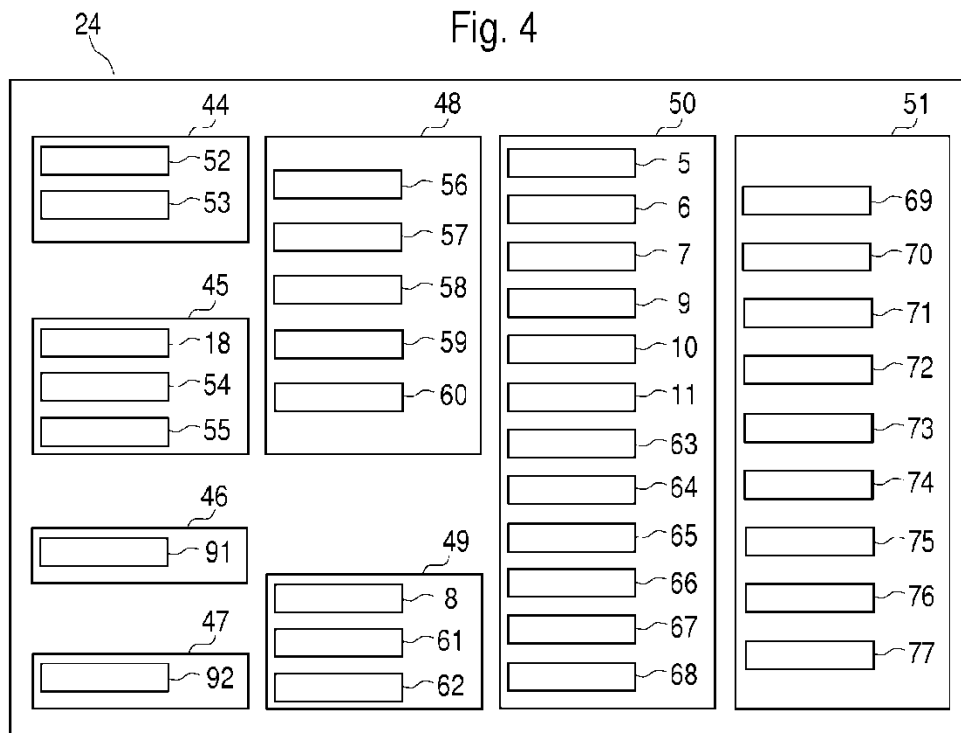


Fig. 3

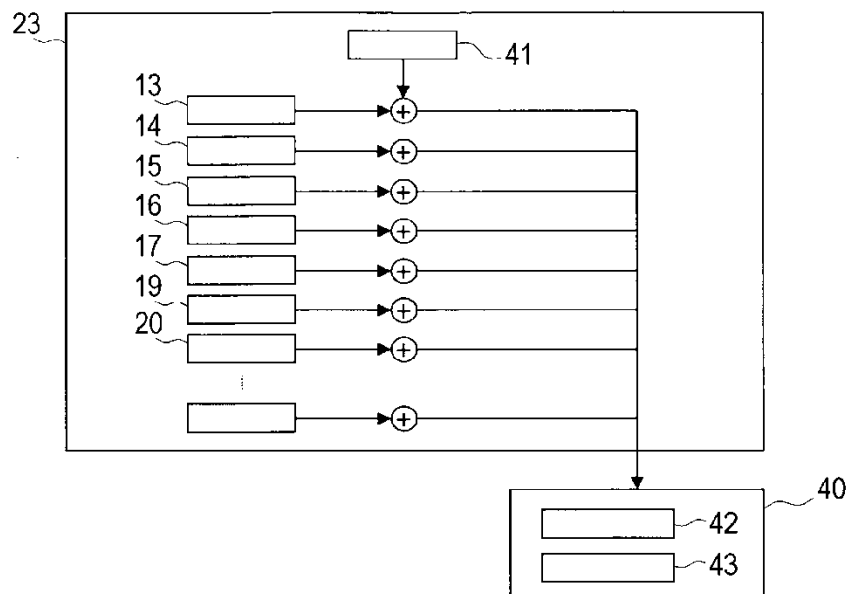


Fig. 4

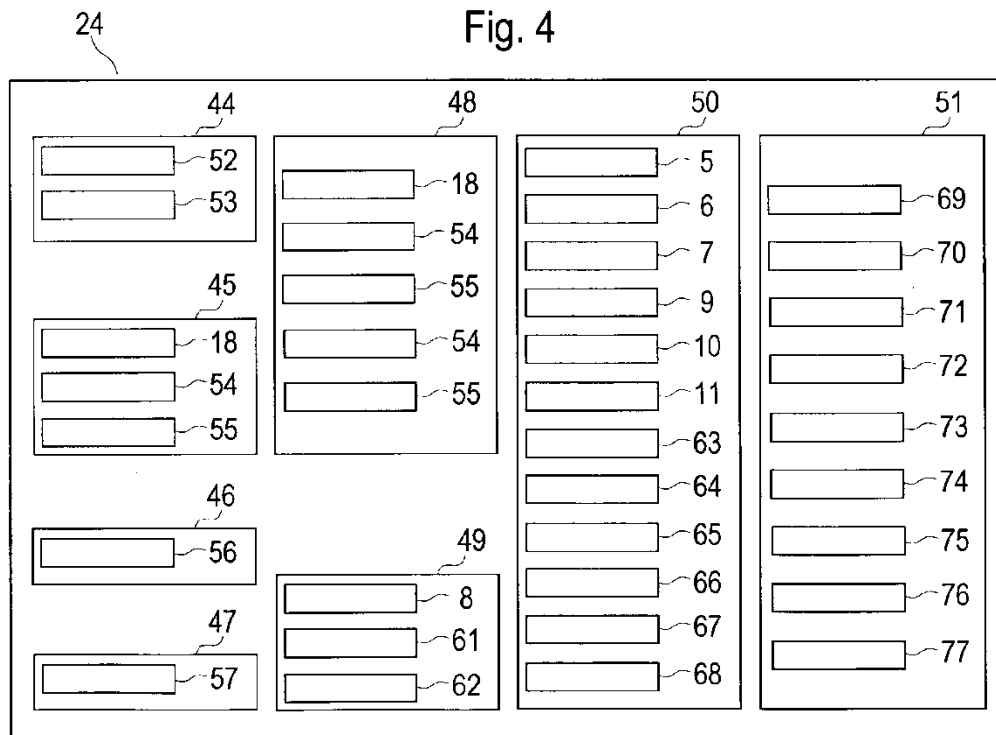


Fig. 5

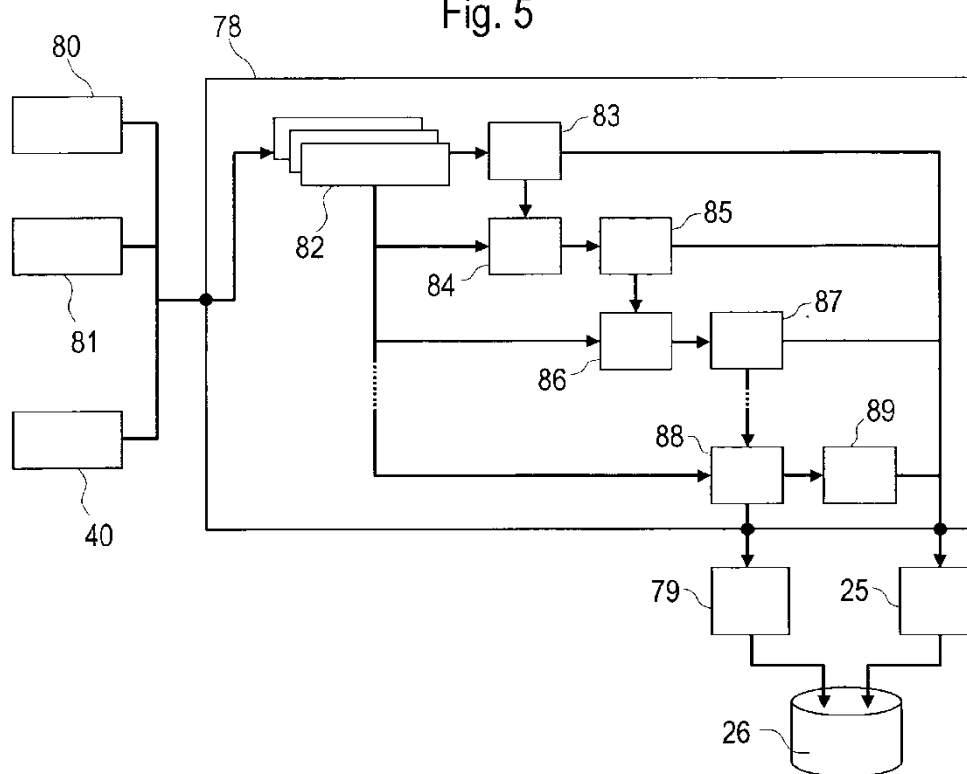


Fig. 6

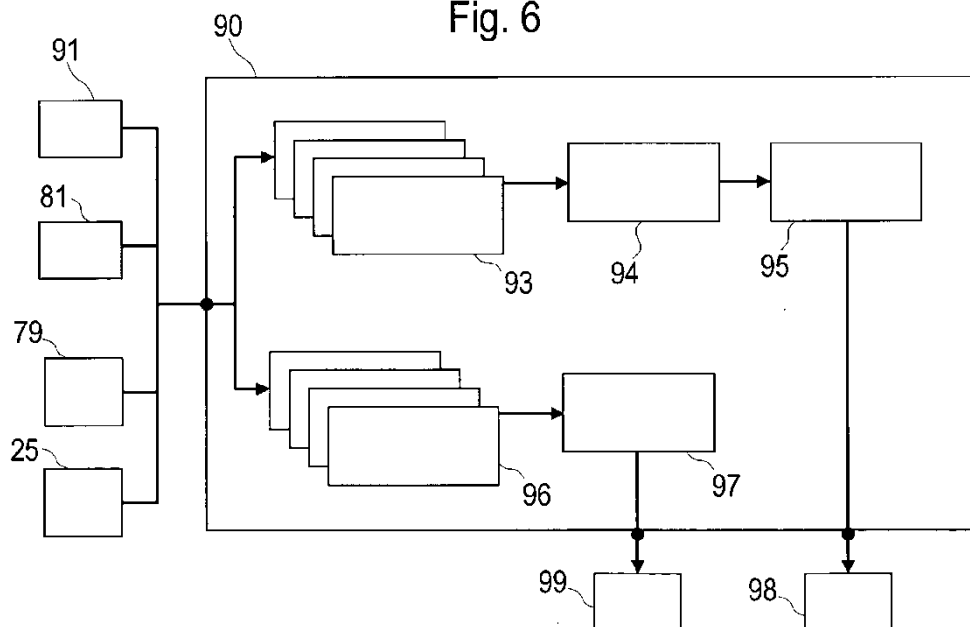


Fig. 7

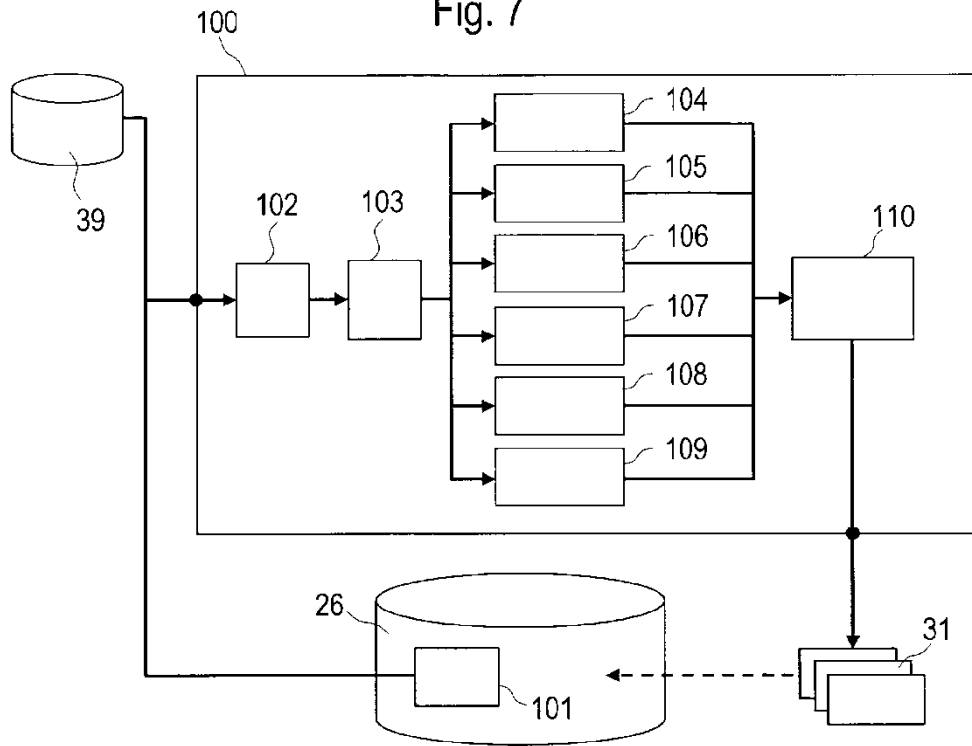


Fig. 8

