

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 281**

51 Int. Cl.:

B61L 27/53 (2012.01)

B61L 27/60 (2012.01)

G06Q 50/30 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2019** **E 19204369 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023** **EP 3812239**

54 Título: **Plataforma informatizada para la representación de una infraestructura ferroviaria y de los procedimientos para su explotación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2024

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

72 Inventor/es:
LANGE, JÜRGEN;
LE DA, TUAN y
STORK, ANDREAS

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 967 281 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

Plataforma informatizada para la representación de una infraestructura ferroviaria y de los procedimientos para su explotación

La invención se refiere a una plataforma asistida por ordenador para visualizar una infraestructura ferroviaria, con

- 5 - un primer módulo de programa para registrar los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- un dispositivo de almacenamiento SE para los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- un segundo módulo de programa para la salida de los datos que describen la infraestructura ferroviaria.

Además, la invención se refiere a procedimientos para representar una infraestructura ferroviaria en donde

- se registran los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- 10 - se almacenan los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- se emiten los datos que describen la infraestructura ferroviaria.

Por último, la invención se refiere a un producto de programa informático y a un dispositivo de aprovisionamiento para este producto de programa informático, en donde el producto de programa informático está provisto de instrucciones de programa para llevar a cabo este procedimiento.

- 15 De acuerdo con el estado actual de la técnica, hoy en día, los datos de planificación de las redes de rutas ferroviarias se recogen preferiblemente en dos dimensiones. Para planificar las rutas se utilizan herramientas de planificación adecuadas, en las que los elementos de ruta pertenecientes a la ruta se planifican en función de los kilómetros de ruta, es decir, bidimensionalmente. Una herramienta de planificación utilizada por Siemens Mobility GmbH, por ejemplo, es Entegro Engineering.

- 20 También se sabe que las rutas pueden medirse en tres dimensiones. Esto se hace, por ejemplo, mediante un carro de medición que recorre la ruta y permite una medición láser o una grabación visual (película, foto) de la ruta, o mediciones desde el aire, que pueden llevarse a cabo utilizando drones, por ejemplo. Los datos así obtenidos pueden crearse con Open Rail Designer, una herramienta de Bentley, por ejemplo.

- 25 Ambos procedimientos tienen ventajas e inconvenientes. Los entornos tridimensionales para la planificación de rutas son muy intuitivos, especialmente para los planificadores de rutas. Sin embargo, los datos tridimensionales solo contienen información geométrica. Por otro lado, tradicionalmente las rutas se planificaban en dos dimensiones, por lo que se almacenaba una gran cantidad de datos al respecto. Además, los datos bidimensionales no se generan con un único procedimiento de registro, sino con varios procedimientos diferentes, y los datos deben fusionarse a partir de distintas fuentes de datos en una sola con un formato de datos común, lo que supone cierto esfuerzo.

- 30 El documento EP 3 388 307 A2 describe un procedimiento para crear al menos un nuevo conjunto de datos, en particular datos de infraestructura para vehículos. El procedimiento comprende los siguientes pasos: lectura de al menos un conjunto de datos existente de al menos una fuente, y conversión del al menos un conjunto de datos en al menos un nuevo conjunto de datos con un formato normalizado.

- 35 El documento LUCAS ANDREAS SCHUBERT ET AL.: "Zentralisiertes Management von Geodaten im Schienenverkehr-Centralised management of geodata for railway applications", SIGNAL + DRAHT, Vol. 108, N° 12, 9. December 2016, pages 6-14, XP055340166, describe la gestión centralizada de la geodesia, que constituye la base tecnológica para recopilar datos heterogéneos relevantes para las aplicaciones ferroviarias de diferentes fuentes, cartografiarlos en forma estructurada en un modelo común y ponerlos a disposición del usuario final mediante georreferenciación en una visualización cartográfica. Este artículo examina en detalle los distintos formatos de datos adecuados para estructurar la geodesia en una base de datos o intercambiarla entre distintas aplicaciones informáticas.
- 40

- 45 Por lo tanto, el objetivo de la invención es proporcionar una plataforma para el procesamiento y/o la visualización de una infraestructura ferroviaria que, por un lado, pueda manejarse en forma intuitiva y, por otro, ofrezca la posibilidad de incorporar los datos de planificación existentes. Además, es tarea de la invención proporcionar un procedimiento con el que se puedan procesar las salidas en forma intuitiva y en donde se puedan tener en cuenta los datos de planificación existentes. Por último, la tarea de la invención es proporcionar un producto de programa informático y un dispositivo de aprovisionamiento para este producto de programa informático con el que se pueda llevar a cabo el procedimiento antes mencionado.

- 50 Esta tarea se resuelve según la invención con el objeto de la reivindicación enunciada al principio (plataforma asistida por ordenador) en la medida en que

- el primer módulo de programa esté diseñado para procesar datos 2D como datos que describen la infraestructura ferroviaria, estando los datos relacionados con el curso de las líneas ferroviarias en la infraestructura ferroviaria,

- un tercer módulo de programa para capturar datos que describan la infraestructura ferroviaria esté diseñado para procesar datos en 3D como datos que describen la infraestructura ferroviaria, los datos describen el curso de las líneas ferroviarias incluyendo sus alrededores en un espacio tridimensional,

- un cuarto módulo de programa esté diseñado para transformar los datos 2D en datos 3D y un quinto módulo de programa esté diseñado para transformar los datos 3D en datos 2D,

- el segundo módulo de programa esté diseñado para dar salida tanto a los datos 2D puestos a disposición por el primer módulo de programa como a los datos 2D puestos a disposición por el quinto módulo de programa y tanto a los datos 3D puestos a disposición por el tercer módulo de programa como a los datos 3D puestos a disposición por el cuarto módulo de programa.

En otras palabras, según la invención, se pretende que se puedan procesar tanto datos bidimensionales como tridimensionales. Sin embargo, con el fin de mantener la flexibilidad en la aplicación de la plataforma asistida por ordenador, los datos bidimensionales se transformarán en datos tridimensionales y los datos tridimensionales se transformarán en datos bidimensionales. De este modo, el segundo módulo del programa puede procesar todos los datos disponibles y visualizarlos simultáneamente tanto en un entorno 2D como en un entorno 3D.

Esto tiene la ventaja inicial de que tanto los datos 3D como los 2D están disponibles para la plataforma. Tanto los datos 2D como los 3D tienen sus ventajas. En particular, los datos 2D están disponibles históricamente, por lo que estos datos pueden obtenerse en la plataforma transfiriendo datos 2D del archivo. Los datos en 3D pueden registrarse, en particular, midiendo la ruta actual y se utilizan preferiblemente para crear una realidad virtual.

El tratamiento de datos en 3D y en 2D tiene la ventaja adicional de que el segundo módulo del programa puede utilizarse para comparar los datos en 2D con los datos en 3D. De este modo, pueden detectarse discrepancias. Por ejemplo, los datos 2D históricos del archivo pueden estar desfasados porque no se han mantenido lo suficiente en el pasado. En este caso, habría que dar prioridad a los datos tridimensionales más recientes para poder realizar una corrección. Sin embargo, también es posible que los datos tridimensionales hayan sido registrados incorrectamente por el procedimiento de medición o interpretados incorrectamente por el tercer módulo del programa. Por ejemplo, es posible que en los datos tridimensionales se haya reconocido incorrectamente un elemento de sección que no se encuentra en los datos bidimensionales.

Los ejemplos dejan claro que, en caso de desviaciones, hay que decidir cuál de los datos es el correcto. En este caso, puede ser necesaria la intervención humana o confiar esta tarea a la inteligencia artificial. En un primer momento, pueden determinarse probabilidades sobre cuál de los datos podría ser el correcto. En última instancia, sin embargo, la certeza absoluta solo puede alcanzarse si se compara la realidad (y con ello no me refiero a la realidad virtual generada, sino a la realidad "real") con los datos bidimensionales o tridimensionales (es decir, los datos bidimensionales y los datos tridimensionales). En general, sin embargo, la fiabilidad de la detección de errores aumenta porque los datos 2D y los datos 3D crean la posibilidad de comparación en primer lugar.

Los datos 2D son preferiblemente datos de ruta. Los datos de un atlas de rutas pueden utilizarse como datos de ruta. Los datos de ruta contienen información sobre el curso de la ruta en la realidad. Los datos de la ruta también pueden contener características de la ruta (antigüedad de la ruta, velocidad máxima permitida en la ruta, etc.). Los datos de la ruta también contienen información sobre la presencia de elementos de la ruta. Esto incluye, por ejemplo, señales, puntos, pasos a nivel, estaciones, y similares.

A menos que se indique lo contrario en la siguiente descripción, los términos "crear", "calcular", "computar", "determinar", "generar", "configurar", "modificar" y similares se refieren preferiblemente a acciones y/o procesos y/o pasos de procesamiento que cambian y/o generan datos y/o convierten los datos en otros datos. En particular, los datos están disponibles como variables físicas, por ejemplo, como impulsos eléctricos o como valores medidos. Las instrucciones/comandos de programa necesarios se resumen en un programa informático como software. Además, los términos "recibir", "transmitir", "leer", "leer en voz alta", "transferir" y similares se refieren a la interacción de componentes individuales de hardware y/o componentes de software a través de interfaces. Las interfaces pueden realizarse por hardware, por ejemplo, por cable o como conexión de radio, y/o por software, por ejemplo, como interacción entre módulos de programa individuales o partes de programa de uno o más programas informáticos.

En el contexto de la invención, "informatizado" o "implementado en ordenador" puede entenderse, por ejemplo, como una implementación del procedimiento en la que uno o más ordenadores realizan o ejecutan al menos un paso del procedimiento. El término "ordenador" debe interpretarse en sentido amplio; abarca todos los dispositivos electrónicos con propiedades de procesamiento de datos. Por lo tanto, los ordenadores pueden ser, por ejemplo, ordenadores personales, servidores, sistemas informáticos de bolsillo, dispositivos de PC de bolsillo, dispositivos de telefonía móvil y otros dispositivos de comunicación que procesan datos asistidos por ordenador, procesadores y otros dispositivos electrónicos para el procesamiento de datos, que preferiblemente también pueden conectarse entre sí para formar una red. En el contexto de la invención, por "unidad de memoria" puede entenderse, por ejemplo, una memoria legible

por ordenador en forma de memoria de acceso aleatorio (en inglés, Random-Access Memory, RAM) o memoria de datos (disco duro o un soporte de datos).

5 El término “nube” se refiere a un entorno de “computación en nube” (nube informática o nube de datos). Se refiere a una infraestructura informática que se pone a disposición a través de una red como Internet. Suele incluir espacio de almacenamiento, potencia de cálculo o software de aplicación como servicio, sin que estos tengan que instalarse en el ordenador local que utiliza la nube. Estos servicios se ofrecen y utilizan exclusivamente a través de interfaces y protocolos técnicos, por ejemplo, mediante un navegador web. La gama de servicios ofrecidos en el marco de la computación en nube abarca todo el espectro de las tecnologías de la información e incluye infraestructuras, plataformas y software.

10 Por “módulos de programa” se entienden las unidades funcionales individuales que permiten la secuencia de programa según la invención. Estas unidades funcionales pueden realizarse en un único programa informático o en varios programas informáticos que se comunican entre sí. Las interfaces aquí realizadas pueden implementarse en términos de software dentro de un único procesador o en términos de hardware si se utilizan varios procesadores.

15 En el contexto de la invención, por “procesador” puede entenderse, por ejemplo, una máquina, como un sensor para generar valores medidos o un circuito electrónico. En particular, un procesador puede ser una unidad central de procesamiento (CPU), un microprocesador o un microcontrolador, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica o un procesador digital de señales, posiblemente en combinación con una unidad de memoria para almacenar instrucciones de programa, etc. Un procesador también puede ser un CI (circuito integrado), en particular un FPGA (field programmable gate array) o un ASIC (application-specific integrated circuit), o un DSP (digital signal processor), por ejemplo. Un procesador también puede ser un procesador virtualizado o una CPU blanda. Por ejemplo, también puede ser un procesador programable dotado de una configuración para ejecutar un proceso asistido por ordenador.

20 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que el segundo módulo de programa esté diseñado para emitir conjuntamente los datos 2D proporcionados por el primer módulo de programa y los datos 2D proporcionados por el quinto módulo de programa y/o conjuntamente los datos 3D proporcionados por el tercer módulo de programa y los datos 3D proporcionados por el cuarto módulo de programa.

25 Esto significa que una salida mixta también contiene información de ambos mundos, es decir, la representación de datos 2D y datos 3D, en una pantalla o similar en una misma vista (es decir, superficie de visualización). Esto tiene la ventaja de que los datos bidimensionales y tridimensionales pueden visualizarse en forma especialmente clara. En particular, si la visualización, por ejemplo, una pantalla, está pensada como interfaz para un desarrollador humano, la información de ambos mundos puede procesarse rápidamente al diseñar nuevas rutas o modificar rutas existentes. Además, una sola pantalla es suficiente para mostrar tanto los datos bidimensionales como los tridimensionales, lo que también representa una solución técnica rentable.

30 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que el segundo módulo de programa esté diseñado para emitir los datos 2D y/o los datos 3D con un índice, en donde el índice contiene información sobre si los datos relevantes proceden del primer módulo de programa o del tercer módulo de programa.

35 Esto es interesante en una visualización conjunta, ya que es posible evaluar qué datos son más fiables o tienen prioridad en caso de incoherencias. Es ventajoso tener en cuenta si los datos 2D se determinaron realmente en un principio como datos 2D o si se transformaron a partir de datos 3D. Del mismo modo, también puede tenerse en cuenta si los datos en 3D se crearon realmente en un principio como datos en 3D, por ejemplo, mediante una medición, o si se generaron transformando datos en 2D en datos en 3D. Ventajosamente, esta información está contenida en la indexación.

De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que el dispositivo de almacenamiento SE esté diseñado para almacenar los datos 2D y los datos 3D juntos, en particular en una nube.

45 Las soluciones basadas en la nube tienen la ventaja de que tanto la capacidad de cálculo como la de almacenamiento pueden distribuirse entre varias unidades (unidades de almacenamiento y procesadores), lo que permite encontrar soluciones descentralizadas y rentables. Rentables, porque la capacidad de cálculo de los procesadores y la capacidad de almacenamiento de las unidades de memoria pueden utilizarse en forma óptima buscando capacidad de cálculo libre o capacidad de almacenamiento libre para la aplicación en cuestión. Además, en la plataforma según la invención se utilizan diferentes fuentes de datos, que ventajosamente también pueden estar espacialmente distantes entre sí en una solución basada en la nube. El archivo con datos 2D puede estar situado en un centro de control, mientras que el dispositivo de medición recorre una ruta para generar datos 3D y, por lo tanto, es móvil. La utilización de unidades de almacenamiento y procesadores libres se gestiona a través de un Entorno Común de Datos (“Common Data Environment” o CDE por sus siglas en inglés).

50 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que un sexto módulo de programa está diseñado para influir en un servicio de tren real, en donde el segundo módulo de programa está diseñado para evaluar los datos de comportamiento del tren generados por el sexto módulo de programa.

La consideración de datos sobre el comportamiento de los trenes permite, por ejemplo, incorporar valores empíricos que suelen afectar a los trenes en determinadas situaciones a la hora de diseñar una nueva ruta o modificar una existente. Por ejemplo, pueden introducirse límites de velocidad en función de las pendientes o los radios de las curvas.

5 A la hora de modificar rutas en concreto, también pueden analizarse los sucesos ocurridos durante la explotación con trenes. Por ejemplo, podría tenerse en cuenta la necesidad reiterada de frenar, de tal manera que, en un tramo de vía en cuestión, se establezca un límite de velocidad. Esto facilita ventajosamente la planificación o modificación de las rutas, ya que, de este modo, las medidas seleccionadas se eligen teniendo en cuenta la realidad, de manera que tengan sentido.

10 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que el sexto módulo de programa esté diseñado para registrar los datos de comportamiento del tren como datos 2D que describen el comportamiento del tren.

15 Por lo tanto, el sexto módulo de programa está ventajosamente diseñado para registrar los datos de comportamiento del tren en la forma en que se recogen habitualmente. Durante el funcionamiento del tren, este se desplaza a lo largo de la ruta, de modo que los datos sobre el comportamiento del tren pueden determinarse bidimensionalmente en función del curso de la ruta (por ejemplo, en función de la distancia recorrida). Por lo tanto, el módulo del sexto programa puede registrar datos en forma muy eficaz si está diseñado para registrar datos en 2D.

De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que los datos de comportamiento del tren sean convertidos en datos 3D que describan el comportamiento a la tracción por el cuarto módulo de programa.

20 Dado que los datos sobre el comportamiento de los trenes también pueden simplificar los procesos de planificación utilizando, por ejemplo, datos tridimensionales, resulta ventajoso transformar los datos sobre el comportamiento de los trenes, que, como ya se ha descrito, están disponibles preferiblemente como datos bidimensionales, en datos tridimensionales. En otras palabras, esto significa que los datos sobre el comportamiento del tren no se muestran en función de la ruta, sino en función del entorno virtual tridimensional. De este modo, el segundo módulo de programa también puede tenerlo en cuenta directamente al evaluar los datos tridimensionales y también al visualizarlos.

25 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé un dispositivo de medición diseñado para capturar los datos 3D que describen la infraestructura ferroviaria en la infraestructura ferroviaria real existente.

Como ya se ha mencionado, el dispositivo de medición puede consistir, por ejemplo, en un carro de medición que recorra la ruta en cuestión. Se trata de una forma eficaz de recoger datos en 3D de la vía y sus alrededores. Para ello, pueden utilizarse, por ejemplo, escáneres láser y cámaras. También es posible la medición por ultrasonidos o radar.

30 De acuerdo con una realización de la invención, se prevé que el segundo módulo de programa PM2 esté diseñado para enviar los datos 2D y/o los datos 3D a un programa de simulación.

El programa de simulación proporciona una aplicación adicional que puede utilizar los datos 3D en particular. El programa de simulación puede formar parte de un simulador de conducción para ferrocarriles, por ejemplo, en donde se entrena a la tripulación de un tren en una ruta representada virtualmente que existe en la realidad. La tripulación del tren viaja por el espacio virtual y así llega a conocer la ruta y sus alrededores sin tener que estar allí en persona.

35 Dicha tarea se resuelve alternativamente con el objeto de la reivindicación (procedimiento) enunciado al principio de acuerdo con la invención en el sentido de que

- los datos que describen la infraestructura ferroviaria se procesan parcialmente como datos 2D, estando los datos relacionados con el curso de las líneas ferroviarias en la infraestructura ferroviaria,

40 - los datos que describen la infraestructura ferroviaria se procesan en parte como datos 3D, en los que los datos describen el curso de las líneas ferroviarias, incluidos sus alrededores, en un espacio tridimensional,

- los datos 2D se transforman en datos 3D y los datos 3D se transforman en datos 2D,

- tanto los datos 2D no transformados como los datos 3D transformados y tanto los datos 3D no transformados como los datos 2D transformados se emiten conjuntamente.

45 En particular, el procedimiento mencionado puede ejecutarse en la plataforma informatizada descrita en detalle con anterioridad. Las ventajas asociadas a la utilización del procedimiento corresponden a las ya explicadas para la plataforma informatizada y no se repetirán aquí.

Además, se reivindica un producto de programa informático con instrucciones de programa para llevar a cabo dicho procedimiento según la invención y/o sus realizaciones, en donde el procedimiento según la invención y/o sus realizaciones puede llevarse a cabo mediante el producto de programa informático.

50 Además, se reivindica un dispositivo de aprovisionamiento para almacenar y/o proporcionar el producto de programa informático. El dispositivo de aprovisionamiento es, por ejemplo, un soporte de datos que almacena y/o proporciona

el producto de programa informático. Alternativa y/o adicionalmente, el dispositivo de aprovisionamiento es, por ejemplo, un servicio de red, un sistema informático, un sistema de servidor, en particular un sistema informático distribuido, un sistema informático basado en la nube y/o un sistema informático virtual, que almacena y/o proporciona el producto de programa informático preferiblemente en forma de flujo de datos.

5 La puesta a disposición tiene lugar, por ejemplo, como descarga en forma de bloque de datos de programa y/o bloque de datos de comando, preferiblemente como archivo, en particular como archivo de descarga, o como flujo de datos, en particular como flujo de datos de descarga, del producto de programa informático completo. Sin embargo, esta disposición también puede hacerse, por ejemplo, como una descarga parcial, que consta de varias partes y se descarga o se proporciona como un flujo de datos, en particular a través de una red peer-to-peer. Dicho producto de programa informático se lee, por ejemplo, en un sistema que utiliza el dispositivo de aprovisionamiento en forma de soporte de datos y ejecuta los comandos del programa de manera que el procedimiento según la invención se ejecute en un ordenador o el dispositivo de creación se configure de tal manera que cree la pieza de trabajo según la invención.

10 A continuación se describen otros detalles de la invención con referencia al dibujo. Los elementos de dibujo idénticos o correspondientes llevan cada uno los mismos signos de referencia y solo se explican más de una vez en la medida en que existan diferencias entre las distintas figuras.

15 En el caso de los ejemplos de realización descritos a continuación, se trata de realizaciones preferidas de la invención. En los ejemplos de realización, los componentes descritos de las realizaciones representan cada uno características individuales de la invención que deben considerarse independientemente unas de otras, que también forman la invención independientemente unas de otras y que, por lo tanto, también deben considerarse como parte de la invención individualmente o en una combinación distinta de la mostrada. Además, las realizaciones descritas también pueden complementarse con otras características de la invención ya descritas. La invención se define mediante las reivindicaciones.

En ellas:

25 Figura 1 muestra un ejemplo de realización de la plataforma informatizada según la invención en forma de diagrama de bloques,

Figura 2 muestra un ejemplo de realización del procedimiento según la invención en forma de diagrama de flujo.

En la Figura 1, se muestra la arquitectura de la plataforma informatizada según la invención en forma de diagrama de bloques. Se prevé una unidad de almacenamiento o dispositivo de almacenamiento SE para que la plataforma pueda funcionar. Como se explicará con más detalle a continuación, es necesario que los datos que describen una infraestructura ferroviaria estén disponibles como datos 2D y como datos 3D.

30 El punto de partida para utilizar la plataforma asistida por ordenador es, por un lado, la realidad RLT, que contiene tanto la red ferroviaria (ruta STK) como su entorno real, incluido el tráfico ferroviario que tiene lugar en ella (tren ZG). Por otra parte, un archivo ARC conectado a un primer módulo de programa PM1 a través de una primera interfaz S1 contiene datos de planificación en forma de datos 2D ya creados y procedentes, por ejemplo, de planes de ruta o atlas de rutas. En otras palabras, los datos a lo largo de la ruta se han recopilado y almacenado aquí, por lo que la posición en la ruta STK de una señal o una baliza, por ejemplo, se puede visualizar en dos dimensiones.

35 Además, se dispone de un dispositivo de medición SEN con el que se puede medir tridimensionalmente la vía a través de una segunda interfaz S2, concretamente en la realidad RLT. Como se sabe per se, este dispositivo de medición SEN puede consistir, por ejemplo, en un carro de medición que se desplaza sobre la vía y que puede, entre otras cosas, tomar una medición láser de la vía y sus alrededores, así como imágenes ópticas de la vía y sus alrededores. De este modo, se obtienen datos en 3D, aunque, por ejemplo, las imágenes fotográficas sean en sí mismas bidimensionales. Los datos 3D se transfieren a través de una tercera interfaz S3 a un tercer módulo de programa PM3, en donde se convierten en un entorno 3D virtual mediante una transformación adecuada de los valores medidos. Para ello, los datos también deben analizarse. El análisis y la transformación de los datos 3D se llevan a cabo en el tercer módulo de programa PM3. Para analizar los datos, puede utilizarse, por ejemplo, la aplicación Open Rail Designer de Bentley.

40 El primer módulo de programa PM1 está diseñado para procesar datos 2D. Estos datos pueden, por ejemplo, proceder del archivo ARC, por ejemplo, consistir en planes de ruta históricos o tomarse de estos. Otra opción es utilizar una herramienta de planificación PLN, por ejemplo, en forma de programa informático, que puede comunicarse con el primer módulo de programa PM1 a través de una cuarta interfaz S4. También existe una quinta interfaz S5, a través de la cual la herramienta de planificación BLN también puede comunicarse con el tercer módulo de programa PM3.

45 El primer módulo de programa PM1 envía datos 2D al dispositivo de almacenamiento SE a través de una sexta interfaz S6. Del mismo modo, el tercer módulo de programa PM3 envía datos 3D al dispositivo de almacenamiento SE a través de una séptima interfaz S7. Si hay datos 2D y 3D disponibles en el dispositivo de almacenamiento SE, estos también pueden transferirse a la herramienta de planificación PLN a través de una octava interfaz S8.

La unidad de almacenamiento SE contiene, por lo tanto, datos 2D y datos 3D, aunque, como ya se ha explicado, estos

- 5 tienen orígenes diferentes y pueden solaparse en cuanto a su contenido informativo. Por lo tanto, los datos deben procesarse en un segundo módulo de programa PM2. Los datos 3D y los datos 2D, si están disponibles, pueden transferirse al segundo módulo de programa PM2 a través de una novena interfaz S9. Además, los datos 3D pueden transferirse desde el dispositivo de almacenamiento SE a través de una décima interfaz S10 a un quinto módulo de programa PM5, en donde estos datos se transforman en datos 2D. Esto los hace compatibles con los datos 2D generados por el primer módulo de programa PM1. Los datos 2D generados de este modo se transfieren tanto al dispositivo de almacenamiento SE a través de la décima interfaz S10 como directamente al segundo módulo de programa PM2 a través de una undécima interfaz S11.
- 10 Del mismo modo, un cuarto módulo de programa PM4 puede recibir datos 2D de la unidad de almacenamiento SE a través de una duodécima interfaz S12, transformarlos en datos 3D y, a continuación, transmitir los datos 3D a la unidad de almacenamiento SE a través de la duodécima interfaz S12 o al segundo módulo de programa PM2 a través de una decimotercera interfaz S13.
- 15 El segundo módulo de programa PM2 es capaz de procesar y emitir los datos 2D proporcionados por el primer módulo de programa PM1 y los datos 2D transformados proporcionados por el quinto módulo de programa PM5, así como los datos 3D proporcionados por el segundo módulo de programa PM2 y los datos 3D transformados por el cuarto módulo de programa PM4. Preferiblemente, el tratamiento también se lleva a cabo de manera que puedan identificarse las incoherencias en los datos, que proceden de fuentes diferentes.
- 20 Ahora es posible que el segundo módulo de programa PM2 evalúe automáticamente cuál de los datos tiene más probabilidades de ser el correcto. Como se explicará con más detalle a continuación, para la evaluación automática puede utilizarse, por ejemplo, la inteligencia artificial (KI, véase la Figura 2). Por ejemplo, los datos 2D del archivo ARC pueden estar desfasados, mientras que los datos 3D derivados de la realidad RLT pueden tener prioridad si son más recientes. Por otra parte, también es posible que se hayan cometido errores al procesar el tercer módulo de programa PM3 los datos proporcionados por el dispositivo de medición SEN. Por ejemplo, podría haberse reconocido incorrectamente un determinado elemento de la vía (señal luminosa, baliza).
- 25 La salida de incoherencias también permite la intervención humana, ya que el usuario puede comprobar las incoherencias para descubrir un posible error. En caso de duda, el usuario puede detectar los errores comparándolos con la realidad y corregirlos si es necesario.
- 30 La salida de los datos 3D y/o los datos 2D tiene lugar en función de un requisito específico. Por ejemplo, un dispositivo de salida AE3 puede recibir datos 3D a través de una decimocuarta interfaz S14. El dispositivo de salida AE3 es, por ejemplo, una pantalla en donde puede visualizarse una realidad virtual 3D utilizando los datos 3D.
- Otra opción es emitir datos 2D a un dispositivo de salida AE2 a través de una decimoquinta interfaz S15 para visualizar los datos 2D. El dispositivo de salida AE2 también puede ser una pantalla, en donde los datos 2D pueden mostrarse como un mapa de ruta o un atlas de ruta, por ejemplo. Una alternativa sería una representación tabular con elementos de ruta y la ubicación, mostrada en kilómetros de ruta, en donde se encuentra el elemento de ruta.
- 35 Por supuesto, también es posible mostrar tanto los datos 2D como los datos 3D, que se transmiten a través de una decimosexta interfaz S16, en un dispositivo de salida AE23, preferiblemente también en forma de pantalla. Tal salida permite al usuario detectar cualquier inconsistencia en los datos 2D y los datos 3D de una manera particularmente clara. Esta salida es también ventajosamente adecuada para su integración en un proceso de planificación de rutas STK existentes o de nuevas rutas.
- 40 Por último, también es posible transmitir datos preferiblemente 3D a un programa de simulación SMP a través de una decimoséptima interfaz S17. El programa de simulación SMP puede utilizarse ventajosamente para ejecutar virtualmente rutas planificadas o existentes reales con el fin de comprobar la viabilidad de un resultado de planificación. Otra forma de utilizar el programa de simulación SMP es para formar a los maquinistas.
- 45 Los datos adicionales pueden ser recogidos por un sexto módulo de programa PM6 para el control de trenes CLR (véase la Figura 2). Puede tratarse, por ejemplo, del producto Train Guard MT de Siemens Mobility GmbH. El sexto módulo de programa PM6 se comunica con la realidad RLT de manera conocida a través de una decimo-octava interfaz S18 para influir en el tren ZG en la ruta STK. En el proceso, se determinan datos de comportamiento del tren ZVD, que el sexto módulo de programa PM6 puede transmitir al segundo módulo de programa PM2 a través de una decimonovena interfaz S19. Estos datos pueden utilizarse, por ejemplo, para completar los registros de datos con datos 2D y datos 3D del comportamiento del tren y así, por ejemplo, realizar una simulación más realista con el programa de simulación SMP. Los datos del comportamiento a tracción de ZVD también pueden evaluarse durante la planificación. Por ejemplo, el hecho de que los trenes tengan que reducir la velocidad con frecuencia en determinadas zonas podría dar lugar a una modificación del límite de velocidad en la línea STK. Dado que los datos de comportamiento del tren ZVD son principalmente bidimensionales, puede preverse una vigésima interfaz adicional S20
- 50 a través de la cual los datos de comportamiento del tren ZVD se introducen en el quinto módulo de programa PM5 para convertirlos en datos 3D.
- 55

En la Figura 2, se muestra el proceso del procedimiento según la invención como un ejemplo de realización en un diagrama de flujo. En primer lugar, cabe señalar que, en el procedimiento según la Figura 2, se utiliza un entorno de

datos común (CDE). El entorno común de datos CDE forma parte de una solución basada en una nube CLD, en donde la plataforma según la Figura 1 se realiza como una solución en la nube. Por lo tanto, esta solución en la nube también incluye la integración de la unidad de almacenamiento SE y el archivo ARC, de modo que sus datos almacenados estén disponibles en el entorno común de datos CDE. Por lo tanto, el proceso según la Figura 2 puede llevarse a cabo en una plataforma según la Figura 1.

Como puede observarse en la Figura 2, varios procesos se ejecutan simultáneamente, por lo que los elementos del diagrama de bloques según la Figura 1 se indican en la Figura 2 mediante líneas discontinuas, de modo que puede mostrarse un ejemplo según la Figura 2 de cómo se divide el proceso según la Figura 2 entre los elementos funcionales según la Figura 1.

Se inicia un procedimiento VF1 para registrar la realidad RLT (véase la Figura 1). Este consiste inicialmente en un paso de medición MSR, que es llevado a cabo por el dispositivo de medición SEN. Los datos registrados de este modo se someten, en primer lugar, a un paso de análisis ANL en el tercer módulo de programa PM3, mediante el cual los datos obtenidos en el paso de medición MSR se utilizan para reconocer elementos de la vía STK, incluidos otros elementos de la vía tales como balizas, señales luminosas, agujas, líneas aéreas, etc. También pueden reconocerse otros objetos, como edificios, andenes, pasos a nivel, árboles, túneles, etc., aunque estos entornos no formen parte directamente de la propia vía. Dependiendo del punto de vista, el paso de medición MSA puede detectar un entorno alrededor de la vía STK que puede extenderse desde unos pocos metros (túnel) hasta varios cientos de metros (campo abierto).

A continuación, los datos deben transformarse en un paso de transformación TRN, también en el tercer módulo de programa PM3, de forma que se obtenga una realidad virtual. Aquí se muestra un espacio tridimensional cerrado, cuya extensión corresponde a la extensión de los datos recogidos en el paso de análisis ANL en base al paso de medición MSR.

El resultado de la transformación puede transferirse al entorno común de datos CDE en forma de datos 3D. Además, el resultado se pone a disposición del módulo PM5 del quinto programa para que pueda realizar un paso de transformación 3D-2D. Durante esta transformación, los datos también se analizan para que, por ejemplo, los elementos lineales detectados en el espacio tridimensional puedan convertirse en una representación 2D adecuada. Es importante que la posición del elemento de ruta 3D reconocido en el espacio virtual sea conocida y pueda determinarse, de este modo, durante la transformación para generar a partir de ella información de ruta 2D. Esto significa que se sabe en qué kilómetro de la representación 2D de la ruta STK se encuentra el elemento de ruta identificado. Los datos 2D así obtenidos se transmiten al entorno común de datos CDE. Con esto concluye el procedimiento VF1.

Un segundo procedimiento VF2 puede iniciarse en paralelo. Para ello se utiliza el primer módulo de programa PM1, en donde los datos 2D se toman del entorno común de datos CDE. En un paso del proceso de planificación de rutas STP, la información de ruta necesaria para el funcionamiento del tren en la ruta STK también puede generarse ahora en forma conocida. Esto puede implicar un nuevo diseño de una ruta STK o una modificación, por ejemplo, la modernización de la ruta STK a la norma ETCS (Sistema Europeo de Control de Trenes).

El resultado de la etapa de planificación de rutas STP se transmite al cuarto módulo de programa PM4. También debe mencionarse aquí que los datos 2D almacenados en el archivo ARC también pueden extraerse a través del Entorno Común de Datos CDE para ponerlos a disposición del cuarto módulo de programa PM4. Los datos 2D generados en la etapa de planificación de rutas STP se transfieren al Entorno Común de Datos CDE.

A continuación, el cuarto módulo de programa PM4 realiza una transformación 2D-3D para crear datos 3D a partir del proceso de planificación. En este caso, se analiza la información bidimensional sobre la posición de determinados elementos de la ruta para incrustarlos en un entorno virtual en tres dimensiones, es decir, dotado de coordenadas X, Y, Z. Para ello es necesario conocer el trazado de la ruta. A partir de ahí, la posición en kilómetros de un elemento concreto de la ruta puede convertirse en información tridimensional. Para ello, debe conocerse tanto el perfil de altura de la ruta STK en cuestión como su curso sobre la superficie terrestre. Estos datos pueden tomarse de un atlas de rutas, por ejemplo, que puede estar disponible en el archivo ARC. Los datos 3D determinados se transfieren al Entorno Común de Datos CDE, con lo que concluye el segundo proceso VF2.

Un tercer procedimiento, VF3, puede iniciarse en paralelo. En sentido estricto, se trata de un procedimiento que acompaña permanentemente al funcionamiento del tren en la realidad RLT. El sexto módulo de programa PM6 realiza un paso de control del tren CLR que, en sí mismo, sirve para controlar el tren CLR en la realidad RLT de una manera que no se muestra en la Figura 2. Aquí, sin embargo, también se determinan los datos de comportamiento del tren CVD, que contienen el comportamiento del tren en movimiento en la realidad RLT. Esto puede determinarse mediante sensores en los trenes ZG, por ejemplo. Sin embargo, los datos sobre el comportamiento de los trenes ZVD también son valiosos para los procesos de planificación de la red de rutas y están disponibles a través de la transmisión en el entorno común de datos CDE.

El cuarto procedimiento VF4 implica el uso de datos 2D, datos 3D y datos de comportamiento del tren ZVD, que se recuperan del Entorno Común de Datos CDE tras el inicio del procedimiento. Estos datos están disponibles en el

segundo módulo del programa PM2. En el segundo módulo de programa PM2, tiene lugar un paso de combinación CMB, en donde pueden procesarse conjuntamente datos 2D, datos 3D y datos de comportamiento del tren ZVD. Los datos se analizan, por ejemplo, mediante inteligencia artificial KI o, de manera no mostrada, mediante intervención humana. Si se producen incoherencias entre los datos 2D y los datos 3D en particular, debe realizarse una búsqueda de errores para corregir los datos en forma adecuada en un paso de corrección COR. Los datos corregidos pueden transferirse de nuevo al Entorno Común de Datos CDE como datos 2D y/o datos 3D.

Además, los datos pueden utilizarse para generar una salida mixta de datos 2D y datos 3D. La salida de datos 2D podría, por ejemplo, utilizarse para generar un atlas de rutas (no mostrado). Los datos 3D pueden, por ejemplo, transferirse para una etapa de simulación SIM, realizada por el programa de simulación SMP.

La salida mixta de datos 2D y 3D es de especial importancia. Estos datos pueden enviarse al primer módulo del programa PM1 (véase la Figura 1), que puede utilizarlos para mejorar el proceso de planificación de rutas STP. Para ello, puede utilizarse la herramienta de planificación PLN, que puede ofrecer funciones de planificación utilizando tanto los datos 2D como los 3D, como se muestra en la Figura 2. El resultado de la planificación obtenido de este modo también contiene datos 2D y datos 3D que pueden transferirse al Entorno Común de Datos CDE. Allí, por supuesto, también están disponibles para posteriores ejecuciones de los procesos VF1 y VF2, de modo que también pueden transferirse al otro formato en pasos de transformación 3D-2D y 2D-3D si es necesario.

Lista de símbolos de referencia

PM1...PM6	Módulos de programa
SE	Dispositivo de almacenamiento
AE2	Dispositivo de salida para datos 2D
AE3	Dispositivo de salida de datos 3D
AE23	Dispositivo de salida para datos 2D y 3D
SEN	Dispositivo de medición
PLN	Herramienta de planificación
ARC	Archivo
SMP	Programa de simulación
RLT	Realidad
ZG	Tren
STK	Ruta
2D	Datos 2D
3D	Datos 3D
ZVD	Datos de comportamiento del tren
CLD	Nube
CDE	Entorno Común de Datos
MSR	Paso de medición (en entorno real)
ANL	Paso de análisis
TRN	Paso de transformación
STP	Planificación de rutas
CLR	Control de trenes
2D-3D de 2D a 3D	Paso de transformación

	3D-2D de 3D a 2D	Paso de transformación
	CMB	Paso de combinación
	SIM	Paso de simulación
	COR	Paso de corrección
5	KI	Inteligencia artificial

REIVINDICACIONES

1. Plataforma informatizada para la representación de una infraestructura ferroviaria, con
 - un primer módulo de programa (PM1) para registrar los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
 - un dispositivo de almacenamiento (SE) de los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- 5 - un segundo módulo de programa (PM2) para la salida de los datos que describen la infraestructura ferroviaria, caracterizada porque
 - el primer módulo de programa (PM1) está diseñado para procesar datos 2D como datos que describen la infraestructura ferroviaria, estando los datos relacionados con el curso de las líneas ferroviarias en la infraestructura ferroviaria,
- 10 - un tercer módulo de programa (PM3) para la adquisición de datos que describen la infraestructura ferroviaria está diseñado para procesar datos en 3D como datos que describen la infraestructura ferroviaria, en donde los datos describen el curso de las líneas ferroviarias incluyendo su entorno en un espacio tridimensional,
 - un cuarto módulo de programa (PM4) está diseñado para transformar los datos 2D en datos 3D y un quinto módulo de programa (PM5) está diseñado para transformar los datos 3D en datos 2D,
- 15 - el segundo módulo de programa (PM2) está diseñado para dar salida tanto a los datos 2D puestos a disposición por el primer módulo de programa (PM1) como a los datos 2D puestos a disposición por el quinto módulo de programa (PM5) y tanto a los datos 3D puestos a disposición por el tercer módulo de programa (PM3) como a los datos 3D puestos a disposición por el cuarto módulo de programa (PM4).
- 20 2. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el segundo módulo de programa (PM2) está diseñado para emitir conjuntamente los datos 2D puestos a disposición por el primer módulo de programa (PM1) y los datos 2D puestos a disposición por el quinto módulo de programa (PM5) y/o conjuntamente los datos 3D puestos a disposición por el tercer módulo de programa (PM3) y los datos 3D puestos a disposición por el cuarto módulo de programa (PM4).
- 25 3. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque
 - el segundo módulo de programa (PM2) está diseñado para emitir los datos 2D y/o los datos 3D con un índice, en donde el índice contiene información sobre si los datos en cuestión proceden del primer módulo de programa (PM1) o del tercer módulo de programa (PM3).
- 30 4. Plataforma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque
 - el dispositivo de almacenamiento (SE) está diseñado de manera que los datos 2D y los datos 3D se almacenan juntos, en particular en una nube (CLD).
- 35 5. Plataforma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un sexto módulo de programa (PM6) está diseñado para influir en el tráfico ferroviario real, estando el segundo módulo de programa (PM2) diseñado para evaluar los datos de comportamiento del tren generados por el sexto módulo de programa (PM6).
6. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque
 - el sexto módulo de programa (PM6) está diseñado para registrar los datos de comportamiento del tren como datos 2D que describen el comportamiento del tren.
- 40 7. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque
 - los datos de comportamiento del tren son convertidos en datos 3D que describen el comportamiento del tren por el cuarto módulo de programa (PM4).
- 45 8. Plataforma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque

un dispositivo de medición (SEN) está diseñado para registrar los datos 3D que describen la infraestructura ferroviaria en la infraestructura ferroviaria real existente.

9. Plataforma de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada porque

5 el segundo módulo de programa (PM2) está diseñado para enviar los datos 2D y/o los datos 3D a un programa de simulación (SIM).

10. Procedimiento de representación de una infraestructura ferroviaria, en donde

- se registran los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
- se almacenan los datos que describen la infraestructura ferroviaria,

10 - se emiten los datos que describen la infraestructura ferroviaria,
caracterizado porque

- los datos que describen la infraestructura ferroviaria se procesan en parte como datos 2D, en donde los datos están relacionados con el curso de las líneas ferroviarias en la infraestructura ferroviaria,

15 - los datos que describen la infraestructura ferroviaria se procesan en parte como datos 3D, en donde los datos describen el curso de las líneas ferroviarias, incluido su entorno, en un espacio tridimensional,

- los datos 2D se transforman en datos 3D y los datos 3D se transforman en datos 2D,

- tanto los datos 2D no transformados como los datos 3D transformados y tanto los datos 3D no transformados como los datos 2D transformados se emiten conjuntamente.

20 11. Procedimiento de planificación de una infraestructura ferroviaria, caracterizado porque los datos 2D y los datos 3D generados según el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 se utilizan en la planificación.

12. Procedimiento para simular una operación ferroviaria en una infraestructura ferroviaria, caracterizado porque los datos 2D y los datos 3D generados según el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 se utilizan en la simulación.

25 13. Producto de programa informático con instrucciones de programa para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10-12 y para su instalación en una plataforma de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-9.

14. Dispositivo de aprovisionamiento para el producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el dispositivo de aprovisionamiento almacena y/o proporciona el producto de programa informático.

FIG 1

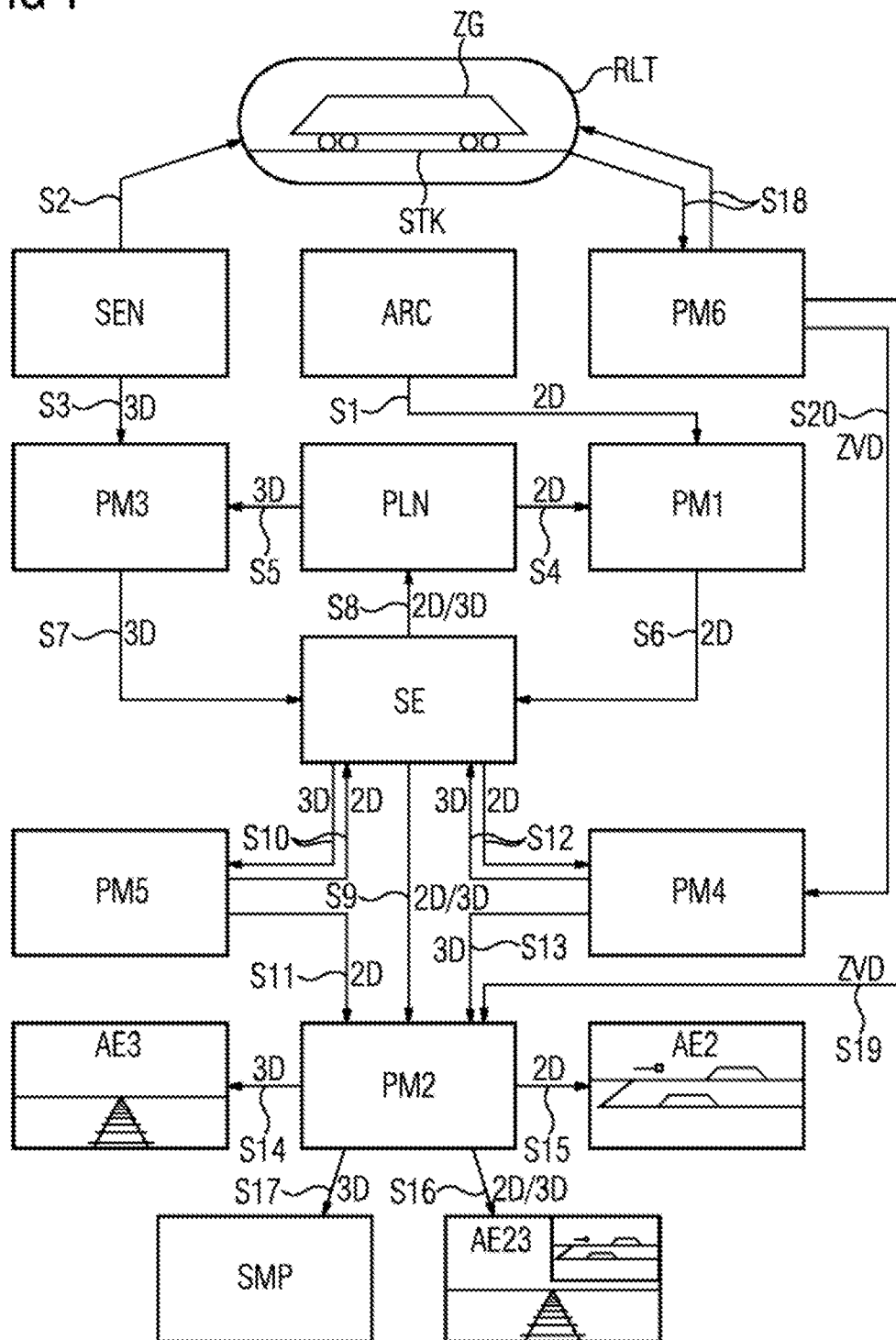


FIG 2

