

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 024 957**

51 Int. Cl.:

**B61L 1/16** (2006.01)

**B61L 27/30** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2020 PCT/EP2020/059342**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2020 WO20221544**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2020 E 20724747 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025 EP 3938265**

54 Título: **Procedimiento para determinar una ocupación de vía y dispositivo contador de ejes**

30 Prioridad:  
**30.04.2019 DE 102019206241**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.06.2025**

73 Titular/es:  
**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.00%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:  
**HEISE, CARSTEN**

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

ES 3 024 957 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 para determinar una ocupación de vía y dispositivo contador de ejes

La presente invención hace referencia a un procedimiento para la determinación asistida por ordenador del estado de ocupación de una sección de vía con los siguientes pasos:

- 5 • la influencia física de las ruedas de los trenes que circulan por la sección de la vía se convierte en una tensión direccional;
- la tensión direccional se lee en un procesador como datos sin procesar a través de un convertidor analógico-digital;
- 10 • con ayuda de al menos un algoritmo se realiza una evaluación para verificar si hay influencia de la rueda o no, y de ello se deriva un estado de influencia;
- el estado de influencia se envía para determinar el estado de ocupación.

Además, la presente invención hace referencia a un dispositivo contador de eje para detectar las influencias de las ruedas en una sección de vía con

- 15 • un sensor que convierte la influencia física de las ruedas de los trenes que circulan por la sección de la vía en una tensión direccional;
- un convertidor analógico-digital, con el que se pueden generar datos brutos a partir de la tensión direccional;
- un procesador con el que se pueden procesar y evaluar los datos brutos o sin procesar con respecto a un estado de ocupación mediante al menos un algoritmo implementado en el procesador;
- una interfaz S3 para el envío de un estado de ocupación.

20 Además, la presente invención hace referencia a un producto de programa de ordenador con comandos de programa para ejecutar el procedimiento mencionado y a un dispositivo de provisión para el producto de programa de ordenador, en donde el dispositivo de provisión almacena y/o proporciona el producto de programa informático.

25 Se conocen procedimientos para la determinación asistida por ordenador del estado de ocupación de secciones de vía. Generalmente la determinación se lleva a cabo mediante contadores de ejes, que también son conocidos. El estado de ocupación de una sección de vía indica si dicha sección de vía está siendo utilizada en ese momento por un tren. En este caso se envía un mensaje de ocupación, por ejemplo, a un centro de control, en donde una sección de vía nunca podrá ser utilizada por dos trenes al mismo tiempo. Solamente cuando el respectivo tren haya abandonado nuevamente dicha sección de vía, se puede notificar  
30 que dicha sección está libre, de modo que otro tren pueda entrar en la correspondiente sección de vía.

Por lo general, la circulación por la sección de vía se monitorea con contadores de ejes. Estos presentan sensores que envían una señal de sensor que indica que una rueda pasa por el sensor. De esta manera se pueden contar los ejes de un tren que llega, identificando así el tren. Cuando se detecta el mismo patrón de sensor cuando el tren sale de la sección de la vía, esto significa que el tren ha salido completamente de la  
35 sección de la vía en cuestión.

La fiabilidad del procedimiento depende de múltiples factores. Para cada sección de vía se deben considerar, entre otras cosas, particularidades, como por ejemplo, cuando los sensores se encuentran en curvas o zonas de las agujas. También hay secciones de vía que son utilizadas preferentemente por determinados trenes, por ejemplo, ramales que sólo son utilizados por trenes de carga o secciones de alta velocidad que son  
40 utilizadas principalmente por trenes de alta velocidad. Existe el deseo de garantizar que los procedimientos de conteo de ejes siempre se puedan realizar de manera fiable, independientemente de los requisitos individuales de la sección de vía a supervisar.

El documento EUGEN BERLIN ET AL: "Redes de sensores para la monitorización ferroviaria: Detección de trenes a partir de sus huellas de vibración distribuida", COMPUTACIÓN DISTRIBUIDA EN SISTEMAS DE  
45 SENSORES (DCOSS), 2013 CONFERENCIA INTERNACIONAL IEEE ON, IEEE, 20 de mayo de 2013 (20 de mayo de 2013), páginas 80-87, XP032444282, DOI: 10.1109/DCOSS.2013.38 ISBN: 978-1-4799-0206-4

describe una red de sensores inalámbricos en vías ferroviarias para monitorear y analizar patrones de vibración causados por el paso de trenes.

5 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la determinación asistida por ordenador del estado de ocupación de una sección de vía, que se puede instalar de forma económica y que, sin embargo, funciona de la forma más fiable posible, independientemente de las diferencias individuales en todas las secciones de vía. Además, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de conteo de ejes con el que se puede ejecutar dicho procedimiento de forma fiable y rentable. Finalmente, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un producto de programa de ordenador y una provisión para dicho producto de programa de ordenador que permita la ejecución del procedimiento.

10 A menos que se especifique lo contrario, en la siguiente descripción los términos "crear", "calcular", "determinar", "generar", "configurar", "modificar" y similares, se refieren preferentemente 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 donde los datos son o pueden ser representados en particular como variables físicas, por ejemplo, como impulsos eléctricos. En particular, el término "ordenador" se debe interpretar de manera amplia y abarca todos los dispositivos electrónicos con capacidad de procesamiento de datos. Por tanto, los ordenadores pueden ser, por ejemplo, ordenadores personales, servidores, sistemas informáticos portátiles, aparatos de bolsillo, aparatos de radio móviles y otros dispositivos de comunicaciones que pueden procesar datos asistidos por ordenador, procesadores y otros aparatos electrónicos para el procesamiento de datos, que preferentemente también se pueden combinar entre sí para conformar una red.

En el contexto de la presente invención, "asistido por ordenador" se puede entender, por ejemplo, como una implementación del procedimiento en el que un ordenador o varios ordenadores ejecutan al menos un paso del procedimiento.

25 En el marco de la presente invención por procesador se entiende, por ejemplo, una máquina o un circuito electrónico. Un procesador puede ser en particular un procesador principal (Unidad Central de Procesamiento, CPU), un microprocesador o un microcontrolador, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica o un procesador de señales digitales, posiblemente en combinación con una unidad de memoria para almacenar comandos de programa, etc. El procesador se puede tratar también, por ejemplo, de un IC (Circuito integrado, del inglés: Integrated Circuit), en particular un FPGA (Field Programmable Gate Array) o un ASIC (Circuito Integrado de Aplicación Específica, del inglés: Application-Specific Integrated Circuit), o un DSP (Procesador Digital de Señales, del inglés: Digital Signal Processor). Un procesador también puede consistir en un procesador virtualizado o una CPU suave. Puede tratarse también, por ejemplo, de un procesador programable dotado de una configuración para ejecutar el procedimiento según la invención.

30 Por "unidad de memoria" se entiende en el marco de la presente invención, por ejemplo, una memoria legible por ordenador en forma de memoria de acceso aleatorio (del inglés: Random-Access Memory, RAM) o un disco duro.

40 El objetivo mencionado anteriormente se consigue según la invención con el objeto de la reivindicación (procedimiento) especificado en la introducción porque para la detección de influencias de las ruedas en el marco de la evaluación, el algoritmo utiliza el aprendizaje por refuerzo para optimizar los parámetros considerados para la detección.

45 El aprendizaje por refuerzo se debe entender como el modo de funcionamiento de un procesador que tiene como objetivo optimizar el proceso que ejecuta el procesador. El resultado del proceso se mide en función de un cierto éxito, en donde la modificación de los parámetros puede hacer que este éxito sea mayor o menor. Se buscan modificaciones de los parámetros que conduzcan a un mayor éxito, mientras que se descartan aquellas que lo reducen. De esta manera el proceso se optimiza paso a paso, en donde el objeto según la invención consiste en optimizar un procedimiento de conteo de ejes. Ventajosamente, esta optimización se realiza sin un conocimiento preciso de la situación de aplicación individual del contador de ejes. Más bien, modificando los parámetros a lo largo del tiempo, se logra una mejora hasta encontrar un valor óptimo. De esta forma, el aprendizaje refuerza el éxito en la ejecución del correspondiente proceso.

50 La aplicación del aprendizaje por refuerzo para optimizar el proceso de conteo de ejes ofrece la ventaja de que el procedimiento se puede instalar con una configuración básica en diferentes entornos y la optimización se produce automáticamente durante el funcionamiento. Tras la implantación de un procedimiento de este tipo, el tráfico ferroviario se monitorea cada vez más intensamente para poder compensar las imprecisiones iniciales. La optimización durante el funcionamiento conduce a una mejora continua de la fiabilidad del procedimiento y, por lo tanto, también de la fiabilidad del funcionamiento del tren.

- 5 La optimización automática se traduce ventajosamente en costes bajos. Además, también es posible reaccionar a un cambio en el funcionamiento, por ejemplo, la introducción de un servicio de larga distancia en una ruta que antes se utilizaba principalmente para el transporte de cercanías (o viceversa). Cuando el objetivo de optimización se modifica durante el funcionamiento, el procedimiento se puede adaptar automáticamente a la nueva tarea. La ventaja consiste en que el proceso sigue siendo fiable incluso en condiciones de funcionamiento que pueden cambiar, adaptándose siempre a los requisitos inmediatos.
- 10 El aprendizaje por refuerzo se puede implementar utilizando tanto software como hardware. En términos de software, el aprendizaje por refuerzo se ejecuta utilizando un algoritmo implementado en el programa. Otra posibilidad es implementar el proceso de aprendizaje por refuerzo en el hardware. Según una realización de la invención, está previsto que el algoritmo para el aprendizaje por refuerzo utilice una red neuronal.
- 15 Las redes neuronales constan de un circuito que genera variables de salida en función de las variables de entrada y del circuito implementado. El circuito está diseñado de tal manera que una modificación de las variables de entrada también conduce a una modificación de las variables de salida, con lo que los parámetros a considerar se implementan en el hardware. Sin embargo, es posible modificar estos parámetros en el circuito.
- Según una realización de la presente invención, está previsto que el, al menos un, algoritmo realice una detección de un valor umbral y/o un filtrado temporal y/o la consideración de una histéresis entre la detección del inicio y el final de la rueda.
- 20 Los parámetros que se pueden modificar mediante los contadores de ejes son, por ejemplo, el así denominado como umbral de conexión y el umbral de desconexión para la detección de ruedas. En otras palabras, existe un umbral para el valor de medición, determinado por el sensor, por encima del cual se supone el paso de una rueda por el contador de ejes. Entonces cuando se vuelve a superar el umbral de desconexión, esto se interpreta como que la rueda ha rebasado completamente el contador de ejes. Otro parámetro se puede introducir mediante el filtrado de tiempo, en donde se consideran valores empíricos para determinar el tiempo (en función de la velocidad) que tarda una rueda en rebasar un contador de ejes. Cuando hay considerar una histéresis entre el umbral de conexión y el umbral de desconexión, el umbral de desconexión puede ser mayor que el umbral de conexión.
- 25
- Según la presente invención, los pasos del procedimiento se llevan a cabo en paralelo en un primer subsistema y en un segundo subsistema.
- 30 El uso de un primer subsistema y un segundo subsistema resulta ventajoso para lograr una mayor tolerancia a las fallas. Por ejemplo, en un procedimiento de votación se puede consultar si el primer subsistema y el segundo subsistema indican el mismo resultado, es decir, la presencia o ausencia de un estado de influencia. En el caso de que ambos subsistemas lleguen a resultados diferentes, existe el riesgo de un error y se pueden poner en marcha medidas de seguridad durante la circulación del tren. Esto aumenta ventajosamente la seguridad. La falla de uno de los dos subsistemas también se puede compensar en caso de emergencia.
- 35
- Según la invención, está previsto que tanto el primer subsistema como el segundo subsistema envíen el estado de influencia a un dispositivo de evaluación y que el dispositivo de evaluación compare un estado de ocupación real con el estado de influencia.
- 40 El estado de ocupación real ayuda al dispositivo de evaluación a evaluar el estado de influencia enviado por el primer subsistema y el segundo subsistema en términos de fiabilidad y certeza de los resultados. Esto permite afirmar si el estado de ocupación derivado del estado de influencia es suficientemente fiable o no. Por ejemplo, cuando aún no se ha alcanzado un nivel óptimo, inicialmente se le puede dar una prioridad menor a los nuevos contadores de ejes en referencia su fiabilidad para minimizar los errores en el funcionamiento. Esto aumenta significativamente la fiabilidad de las operaciones ferroviarias. A medida que avanzan las operaciones ferroviarias, se puede aumentar la prioridad de los contadores de ejes optimizados.
- 45
- Según la invención, el dispositivo de evaluación determina el estado de ocupación real mediante la evaluación de los datos procedentes de los dispositivos sensores, en particular contadores de ejes, en la sección de vía o de datos externos, en particular, datos de horarios.
- 50 Los dispositivos sensores que han estado en funcionamiento durante un largo periodo de tiempo son ventajosamente especialmente adecuados para que los datos determinados por estos sensores (preferentemente también contadores de ejes) se puedan utilizar para fines de comparación. Los datos de los horarios también se pueden utilizar cuando el horario se representa de forma fiable, porque el resultado del contador de ejes se puede comparar con el patrón del tren proporcionado en el horario.

Según la invención, está previsto que el dispositivo de evaluación comunique a las redes neuronales del primer subsistema y del segundo subsistema sobre el estado de ocupación real o la información sobre la correspondencia del estado de ocupación real con el estado de influencia de salida.

5 El sistema de autoaprendizaje puede ajustar los parámetros si es necesario informando del estado de ocupación, determinado a partir del estado de influencia, o de una variable que permite determinar el grado de correspondencia entre el estado de ocupación y el estado de influencia. Esto desencadena un procedimiento iterativo que contribuye ventajosamente a la optimización de los parámetros. Por lo tanto, la modificación de los parámetros se puede realizar de forma ventajosa y específica (y no de forma aleatoria), lo que significa que la optimización se puede completar mucho más rápidamente.

10 Según la invención, está previsto que en el caso de que uno de los subsistemas del primer subsistema y del segundo subsistema, es decir, el primer subsistema o el segundo subsistema, haya alcanzado un mayor nivel de seguridad contra interpretaciones erróneas en la determinación del estado de influencia que el otro mediante aprendizaje por refuerzo, los parámetros considerados para la detección se transfieran al otro subsistema.

15 Ajustando los parámetros del subsistema que proporciona los resultados menos favorables se asegura de manera ventajosa mayor fiabilidad. En particular, es posible evitar que en el caso de una constelación desfavorable, el sistema de autoaprendizaje se desvíe del óptimo. Es posible que entre el primer subsistema y el segundo subsistema se realice una carrera para encontrar el óptimo en el menor tiempo posible.

20 Según una realización de la presente invención, está previsto que en un paso de procesamiento de los datos sin procesar se elimine una influencia de la temperatura, en donde se generan datos compensados para la evaluación.

25 Al compensar las influencias de la temperatura se puede aumentar aún más ventajosamente la fiabilidad del procedimiento. Las diferencias de temperatura que se pueden presentar en las vías ferroviarias (verano, invierno) pueden ser considerables. La eliminación de la influencia de la temperatura hace que los datos de salida del estado de influencia se puedan comparar entre sí, independientemente de la estación del año y las condiciones climáticas.

30 Según una realización de la invención, está previsto que se realice un ciclo de prueba por intervalos de tiempo con un conjunto de variables de entrada para las cuales es predecible el resultado de la determinación del estado de influencia, y que el estado de influencia determinado se compare con un estado de influencia esperado y predecible.

35 Un ciclo de prueba, que se puede llevar a cabo, por ejemplo, a intervalos regulares, aumenta ventajosamente la fiabilidad del procedimiento. Esto se consigue detectando una desviación de parámetros que nos aleja del óptimo cuando ya conduce a resultados incorrectos. Esto se debe a que el resultado de los parámetros del ciclo de prueba se conoce de forma fiable y sólo no se alcanzará cuando el sistema de autoaprendizaje se mueve en la dirección equivocada durante un período de tiempo prolongado, es decir, alejándose del óptimo encontrado.

De manera alternativa, el objeto mencionado se resuelve según la invención con el objeto de la reivindicación indicado en la introducción (dispositivo contador de ejes) porque el procesador dispone de una red neuronal para reconocer influencias de las ruedas como parte de la evaluación.

40 Una red neuronal ofrece la ventaja de un entorno basado en hardware y, por lo tanto, muy fiable para proporcionar los parámetros del procedimiento mencionado anteriormente. En este caso se puede realizar un aprendizaje por refuerzo para encontrar un valor óptimo para los parámetros. También es posible realizar un aprendizaje por refuerzo como preparación antes de instalar el contador de ejes según la invención en el lugar de uso. En este caso, las condiciones de funcionamiento del contador de ejes deben determinarse  
45 previamente.

Según una realización de la presente invención, está prevista la ejecución un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10. Las ventajas asociadas ya se han explicado en relación con el procedimiento mencionado anteriormente.

50 Según una realización de la presente invención, está previsto que se almacene en el procesador un conjunto de parámetros estandarizados para ejecutar el algoritmo.

El uso de un conjunto de parámetros estandarizados ofrece la ventaja de que el dispositivo de conteo 8 ya es completamente funcional antes de la optimización. Después, se utiliza el conjunto de parámetros

estandarizados para realizar el procedimiento anterior. Los parámetros sólo se adaptan al entorno de uso específico durante el funcionamiento posterior.

5 Además se reivindica un producto de programa informático con comandos de programa para la ejecución del procedimiento según la invención y/o sus ejemplos de ejecución, en donde el procedimiento según la invención y/o sus ejemplos de ejecución se pueden ejecutar mediante el producto de programa de ordenador.

10 Además, se puede proporcionar un dispositivo de provisión para almacenar y/o proporcionar el producto de programa informático. El dispositivo de provisión consiste, por ejemplo, en un medio de almacenamiento de datos que almacena y/o proporciona el producto de programa informático. De forma alternativa y/o adicional, el dispositivo de provisión 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 del programa informático, preferentemente en forma de un flujo de datos.

15 Esta provisión se realiza, por ejemplo, como descarga (Download) en forma de bloque de datos de programa y/o bloque de datos de comandos, preferentemente como un archivo, en particular, como un archivo de descarga, o en particular como flujo de datos de descarga del producto completo de programa informático. Sin embargo, esta provisión también se puede realizar, por ejemplo, como una descarga parcial, que consta de varias partes y se descarga en particular a través de una red peer-to-peer o se proporciona como un flujo de datos. Dicho producto de programa informático se lee, por ejemplo, en un sistema que utiliza el dispositivo de provisión en forma del soporte de datos y ejecuta los comandos del programa de modo que el procedimiento según la invención se ejecute en un ordenador o el dispositivo de creación está configurado de tal manera que genera la pieza de trabajo según la invención.

20 Otras particularidades de la presente invención se describen a continuación con referencia al dibujo. Los elementos de dibujo idénticos o correspondientes están provistos cada uno de ellos de los mismos números de referencia y sólo se explican varias veces en la medida en que existen diferencias entre las figuras individuales.

25 Los ejemplos de ejecución que se explican a continuación son formas de ejecución preferidas de la presente invención. En los ejemplos de ejecución, los componentes descritos de las formas de ejecución representan cada uno de ellos características individuales de la presente invención que se pueden considerar por separado y las cuales también perfeccionan la invención independientemente entre sí y, por lo tanto, deben considerarse como parte de la invención individualmente o en una combinación distinta a la mostrada. Además, las formas de ejecución descritas se pueden complementar con otras características de la invención ya descritas.

Las figuras muestran:

35 Figura 1: un diagrama de flujo esquemático para un ejemplo de ejecución del procedimiento según la invención, en donde el proceso se ejecuta en paralelo para ambos subsistemas, es decir, para el subsistema 1 y el subsistema 2.

Figura 2: un ejemplo de ejecución esquemático de un contador de ejes según la invención con el que se puede ejecutar un procedimiento según la figura 1, en donde se muestran ambos subsistemas, es decir, el subsistema 1 y el subsistema 2.

40 La figura 1 muestra un paso del procedimiento 1 VS1 con una sección de vía GA, mostrada como base, que consiste en que el sensor SEN1, SEN2 recibe un impulso de rueda IPR de las ruedas de un tren TREN que circula por la sección de vía GA (influencia física de la rueda). El sensor SEN1, SEN2 convierte este impulso de rueda IPR en una tensión direccional RSP.

45 La figura 1 también muestra un paso del procedimiento 2 VS2, que consiste en leer la tensión direccional RSP en un procesador PRC como datos brutos RDT a través de un convertidor analógico-digital ADU.

Además, en la Figura 1 se puede observar un paso del procedimiento 3 VS3, que consiste en que se elimina una influencia de la temperatura mediante un paso de procesamiento de los datos sin procesar RDT, en donde se generan datos compensados KDT que resultan relevantes en el posterior desarrollo del procedimiento para la evaluación de un estado de influencia 1 y 2 BZ1, BZ1.

50 La figura 1 muestra además un paso del procedimiento 4 VS4, que consiste en que el procesador PRC puede disponer de un algoritmo que, tras comprobar los datos brutos RDT, realiza una valoración sobre la existencia o no de una influencia de la rueda. El aprendizaje por refuerzo (VSL) utilizado en el algoritmo sirve para

## ES 3 024 957 T3

optimizar la determinación del resultado del recuento de ejes a partir de los datos obtenidos durante la circulación del tren (más información al respecto a continuación). El proceso de aprendizaje por refuerzo se puede realizar, por ejemplo, mediante una red neuronal (no mostrada en detalle).

5 La figura 1 también muestra que el resultado del estado de influencia 1 y 2 BZ1, BZ2 se puede transmitir al dispositivo de evaluación AWE a través de una salida OUT. En función de la evaluación generada por el dispositivo de evaluación, se puede determinar el estado de ocupación de la sección de vía GA.

El dispositivo de evaluación AWE está integrado en un ordenador contador de ejes AZR. El ordenador contador de ejes AZR está disponible a través de la infraestructura de un enclavamiento. Puede funcionar en una red de ordenadores y considerar también otras entradas que se describen a continuación.

10 La figura 1 muestra además que el dispositivo de evaluación AWE puede determinar el estado de influencia 3, 4 y, por lo tanto, el estado de ocupación real de la sección de vía GA, a partir de datos externos, en particular, datos del horario FPD, ya que el resultado del estado de ocupación BZ1, BZ2 se puede comparar con el patrón del tren previsto en el horario FP. Además, los otros estados de influencia 3 y 4 BZ3, BZ4 pueden ser considerados por el dispositivo de evaluación AWE a través de las salidas OUT, en donde estos  
15 estados de influencia adicionales fueron determinados por contadores de ejes adicionales no mostrados aquí. Estos contadores de ejes se pueden disponer, por ejemplo, en el otro extremo de la sección de vía, ya que las secciones de vía requieren contadores de ejes tanto al inicio como al final para generar y comprobar mensajes de ocupación y de no ocupación.

20 En la figura 2 se puede observar que el impulso eléctrico generado por el tren TREN que circula por la sección de vía GA debido a la influencia física de las ruedas puede ser convertido por los sensores SEN en una tensión direccional RSP. Los sensores SEN están diseñados como parte de un dispositivo contador de ejes AZE, que está conectado al ordenador contador de ejes AZR a través de una interfaz 3.

25 La tensión direccional RSP se transmite desde los sensores SEN al convertidor analógico-digital ADU a través de la interfaz S1. Los datos sin procesar RDT llegan desde el convertidor analógico-digital ADU al procesador PRC a través de la interfaz S2. A través de la interfaz S3 se transmiten estos datos para la detección de las influencias/estados de influencia de las ruedas, es decir, los estados de influencia BZ1 y BZ2, al ordenador contador de ejes AZR. Los datos sobre el estado de ocupación de la sección de vía GA se envían a través de la interfaz S4 al centro de control y allí el ordenador contador de ejes los utiliza para generar el mensaje de ocupación o de no ocupación de la sección de vía GA.

30 Lista de símbolos de referencia:

GA Sección de vía

TS1 Subsistema 1

TS2 Subsistema 2

AZR Ordenador contador de ejes

35 IPR Impulso de la rueda

SEN Sensor

VS1 Paso del procedimiento 1

RSP tensión direccional

ADU Convertidor analógico-digital

40 VS2 Paso del procedimiento 2

RDT Datos sin procesar (en bruto)

PRC Procesador

VS3 Paso del procedimiento 3

KDT Datos compensados

VS4 Paso del procedimiento 4

VSL Aprendizaje por refuerzo

OUT Salida

5 BZ1 Estado de influencia 1

BZ3 Estado de influencia 2

AWE Dispositivo de evaluación

BZ3, BZ4 Estados de influencia (de otro dispositivo contador de ejes)

FP Horario

10 FPD Datos de los horarios

TREN Tren

AZE Dispositivo contador de ejes

LZ Centro de control

S1... S4 Interfaces

15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la determinación asistida por ordenador del estado de ocupación de una sección de vía (GA) con los siguientes pasos:

- 5           • la influencia física de las ruedas de los trenes (TREN) que circulan por la sección de la vía (GA) se convierte en una tensión direccional (RSP);
- la tensión direccional (RSP) se lee en un procesador (PRC) como datos sin procesar (RDT) a través de un convertidor analógico-digital (ADU);
- con ayuda de al menos un algoritmo se realiza una evaluación para verificar si hay influencia de la rueda o no, y de ello se deriva un estado de influencia;
- 10          • el estado de influencia se envía para determinar el estado de ocupación.

caracterizado porque

para la detección de influencias de ruedas, el algoritmo utiliza el aprendizaje por refuerzo para optimizar los parámetros considerados para la detección, en donde

- el algoritmo de aprendizaje por refuerzo (VSL) utiliza redes neuronales
- 15          • los pasos del proceso se ejecutan en paralelo en un primer subsistema (TS1) y en un segundo subsistema (TS2), y tanto el primer subsistema (TS1) como el segundo subsistema (TS2) envían el estado de influencia a un dispositivo de evaluación (AWE), y el dispositivo de evaluación (AWE) compara un estado de ocupación real con el estado de influencia;
- 20          • el dispositivo de evaluación (AWE) determina el estado de ocupación real mediante la evaluación de los datos de los dispositivos sensores, en particular, los contadores de ejes, en la sección de vía (GA) o de datos externos, en particular, los datos de los horarios (FPD);
- el dispositivo de evaluación (AWE) comunica el estado de ocupación real o la información sobre la correspondencia del estado de ocupación real con el estado de influencia de salida a las redes neuronales del primer subsistema (TS1) y del segundo subsistema (TS2);
- 25          • en el caso de que uno de los subsistemas del primer subsistema (TS1) y del segundo subsistema (TS2) haya alcanzado un mayor nivel de seguridad contra interpretaciones erróneas en la determinación del estado de influencia a través del aprendizaje por refuerzo (VSL) que el otro, los parámetros considerados para la detección se transfieren al otro subsistema (TS1, TS2).

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

30    caracterizado porque

el, al menos un, algoritmo realiza la detección de un valor umbral y/o un filtrado temporal y/o la consideración de una histéresis entre la detección del inicio y el final de la rueda.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque

35    en un paso del procesamiento de los datos sin procesar (RDT) se elimina la influencia de la temperatura, en donde se generan datos compensados (KDT) para la evaluación.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque

40    se ejecuta un ciclo de prueba por intervalos con un conjunto de variables de entrada para las cuales el resultado de la determinación del estado de influencia es predecible, y porque el estado de influencia determinado se compara con un estado de influencia esperado y predecible.

5. Dispositivo contador de eje (AZE) para detectar las influencias de las ruedas en una sección de vía (GA) con:

- un sensor (SEN) que convierte la influencia física de las ruedas de los trenes (TREN) que circulan por la sección de la vía (GA) en una tensión direccional (RSP);
- 5
- un convertidor analógico-digital (ADU), con el que se pueden generar datos brutos sin procesar (RDT) a partir de la tensión direccional (RSP);
  - un procesador (PRC) con el que se pueden procesar y evaluar los datos brutos o sin procesar (RDT) con respecto a un estado de ocupación mediante al menos un algoritmo implementado en el procesador (PRC);
- 10
- una interfaz (S3) para el envío de un estado de ocupación.

caracterizado porque

el procesador presenta una red neuronal para detectar influencias de las ruedas en el marco de la evaluación, en donde el dispositivo contador de ejes está configurado con las redes neuronales para ejecutar un procedimiento para la determinación asistida por ordenador del estado de ocupación de una sección de vía (GA) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

15

6. Dispositivo contador de ejes (AZE) según la reivindicación 4 ó 5,

caracterizado porque

en el procesador (PRC) se almacena un conjunto estandarizado de parámetros para la ejecución del algoritmo.

20 7. Producto de programa de ordenador con comandos de programa para ejecutar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 - 4 cuando éste se ejecuta mediante el procesador (PRC) de un dispositivo contador de ejes (AZE) según la reivindicación 5.

DIBUJOS

FIG 1

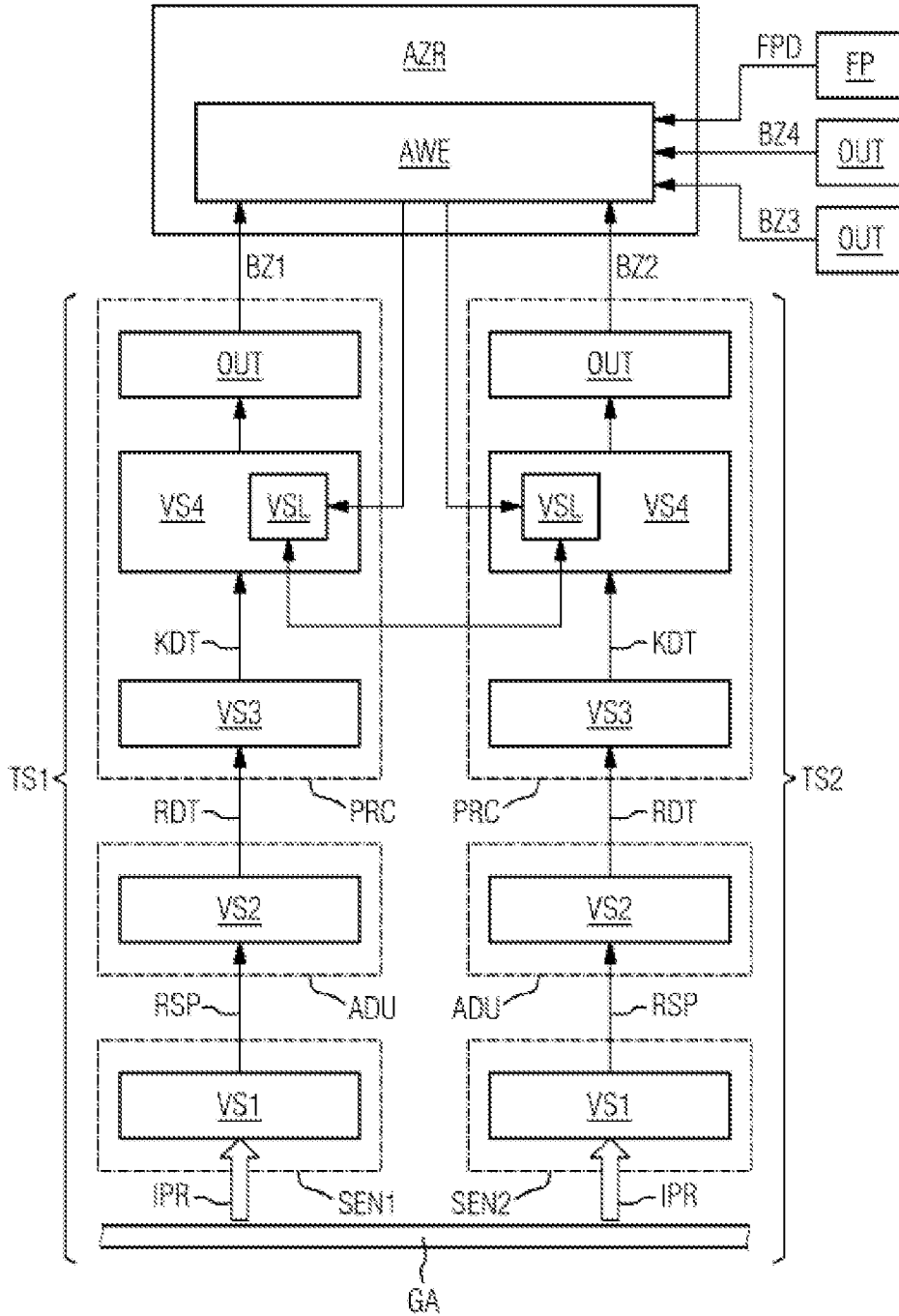


FIG 2

