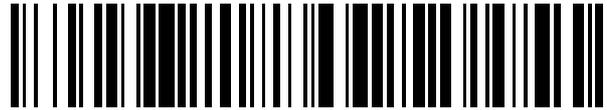


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 924**

51 Int. Cl.:

G01M 17/08 (2006.01)

G01M 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2019** **E 19157165 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 3531102**

54 Título: **Dispositivo de inspección de los bastidores auxiliares de un vehículo ferroviario y método de inspección correspondiente**

30 Prioridad:

22.02.2018 FR 1851507

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

19.02.2021

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

BEHETY, NORBERT

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 806 924 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

Dispositivo de inspección de los bastidores auxiliares de un vehículo ferroviario y método de inspección correspondiente

5 La presente invención se refiere al campo de las inspecciones de mantenimiento de vehículos ferroviarios, que deben realizarse a intervalos regulares, para garantizar su integridad y, por lo tanto, la seguridad de las personas y mercancías transportadas. Estas inspecciones son inspecciones visuales realizadas por operadores humanos. Estas requieren la instalación de vehículos ferroviarios en vías férreas de inspección dedicadas (rieles en pozos, rieles elevados, etc.), lo que afecta la disponibilidad de los vehículos ferroviarios, les provoca desplazamientos específicos y contribuye a la saturación de las infraestructuras, al tiempo que impone a los operadores humanos condiciones de trabajo difíciles, que no son muy favorables en términos de salud y seguridad. Además, dado que se determina que el 90 % de los miembros inspeccionados están de conformidad con el resultado de la inspección, se puede temer una relajación de la concentración necesaria para estas inspecciones.

15 El documento EP3192716 describe un dispositivo de detección de acuerdo con el estado de la técnica.

Para este fin, de acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un dispositivo de inspección de bastidor auxiliar para un vehículo ferroviario, adaptado para moverse debajo de un vehículo ferroviario entre los rieles de la vía férrea de dicho vehículo ferroviario, caracterizado porque comprende :

- 20 – un sistema de motor adaptado para desplazar el dispositivo de inspección a lo largo de los rieles;
- un bloque de aplicación que comprende al menos un elemento de un sensor de imágenes adaptado para capturar imágenes debajo del bastidor del vehículo ferroviario inspeccionado y un dispositivo de medición adaptado para realizar mediciones relacionadas con dicho bastidor auxiliar, dicho bloque de aplicación se adapta para entregarlo a un bloque de procesamiento de los datos capturados o medidos por el elemento;
- 25 – el bloque de procesamiento, adaptado para procesar los datos entregados por el bloque de aplicación y determinar un estado de inspección del vehículo ferroviario inspeccionado en función de al menos dichos datos procesados.

30 Tal dispositivo de inspección del bastidor auxiliar del vehículo ferroviario permite un fácil acceso a las áreas del bastidor auxiliar que comprenden todos los equipos y miembros que se encuentran debajo del bastidor (ejemplos: ruedas, ejes, reductores, miembros de freno, cableado, discos, etc.), sin requerir desplazamientos específicos del vehículo ferroviario, o de las vías especiales de mantenimiento, al tiempo que permite a los operadores humanos trabajar en un ambiente confortable. Este también permite sistematizar las tareas de inspección y el proceso de toma de decisiones, y acelerarlas, reduciendo así el tiempo de inspección y el riesgo de error. Solo se puede generar una alarma en caso de que se detecte una falla o error del proceso de inspección.

35

En las realizaciones, el dispositivo de inspección del bastidor de vehículos ferroviarios de acuerdo con la invención comprende además una o más de las siguientes características:

- 40 – el bloque de procesamiento se adapta además para controlar el sistema del motor, de acuerdo con un modo de funcionamiento, en función de los comandos de control recibidos en tiempo real desde una estación de supervisión a través de un receptor de telecomunicaciones inalámbrico o en función de secuencias de comandos predefinidas almacenados en una memoria del dispositivo de inspección o en función de los comandos entregados al bloque de procesamiento por el bloque de aplicación;
- 45 – el dispositivo de inspección comprende además un brazo articulado extraíble y adaptado para detectar una circunstancia potencialmente peligrosa y, en caso de tal detección, cambiar a un modo de seguridad que comprende detener el desplazamiento del dispositivo de inspección a lo largo de los rieles y la retracción del brazo articulado cuando este último está instalado en el dispositivo de inspección;
- el dispositivo de inspección está adaptado para detectar cualquier circunstancia potencialmente peligrosa de uno o más de los siguientes tipos: pérdida de comunicación con la estación de supervisión, nivel insuficiente de suministro de energía, movimiento del vehículo ferroviario inspeccionado, pérdida de la capacidad del dispositivo de inspección para ubicarse, la presencia de un obstáculo en la dirección del desplazamiento del dispositivo de inspección;
- 50 – el dispositivo de inspección comprende un bloque de transmisión y recepción de telecomunicaciones inalámbricas, adaptada para transmitir imágenes capturadas o procesadas destinadas a una estación de supervisión;
- el bloque de procesamiento se adapta además para identificar qué componente del vehículo ferroviario se encuentra en una imagen capturada, para seleccionar, en función del componente identificado, un programa informático de inspección que detecte anomalías en dicho componente, para proporcionar, como resultado de la ejecución de dicho programa, el estado de inspección y enviar a la estación de supervisión, a través del bloque de envío y recepción, los datos de imágenes asociados con un campo de información que indica dicho estado de inspección;
- 60

- dicho programa informático de inspección detecta si el componente presenta una anomalía en función de la imagen capturada, caracteriza una anomalía detectada e indica en dicho campo de información o en los datos de imágenes a transmitir, la anomalía detectada y su caracterización;
- el dispositivo de inspección comprende una interfaz especificada con el bloque de aplicación, en el cual el bloque de aplicación montado en el dispositivo de inspección es extraíble e intercambiable con cualquier bloque de aplicación de un conjunto de bloques de aplicación que tienen una interfaz adecuada para interactuar con dicha interfaz especificada, y en el cual los comandos de un bloque de aplicación de dichos bloques de aplicación que está montado en el dispositivo de inspección, y que están destinados al bloque de procesamiento o viceversa desde el bloque de procesamiento destinado al bloque de aplicación, y en relación con el procesamiento de imágenes o medición o desplazamiento, son implementados por su destinatario solo después de completar con éxito un proceso de emparejamiento entre dicho bloque de aplicación y el bloque de procesamiento donde el bloque de aplicación debe presentar un código almacenado en el bloque de procesamiento y en el bloque de aplicación antes de montar dicho bloque de aplicación en el dispositivo de inspección;
- el dispositivo de inspección es portátil.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención proporciona un método para inspeccionar un bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario utilizando un dispositivo de inspección de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, adaptado para moverse debajo de un vehículo ferroviario entre los rieles de la vía férrea de dicho vehículo ferroviario, dicho método comprende las siguientes etapas:

- desplazamiento a lo largo de los rieles del dispositivo de inspección;
- captura, por el bloque de aplicación, de imágenes debajo del bastidor del vehículo ferroviario inspeccionado o mediciones, por el bloque de aplicación, relacionadas con dicho bastidor auxiliar por dicho dispositivo; y entrega de dichos datos capturados o mediciones al bloque de procesamiento;
- procesamiento por el bloque de procesamiento del dispositivo de inspección, de los datos entregados por el bloque de aplicación y determinación, por el bloque de procesamiento, de un estado de inspección del vehículo ferroviario inspeccionado en función de al menos dichos datos procesados.

Estas características y ventajas de la invención aparecerán al leer la descripción a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo, y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa una vista esquemática de un dispositivo de inspección de bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario en una realización de la invención;
- la figura 2 es una vista funcional de un dispositivo de inspección de bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario en una realización de la invención;
- las Figuras 3 y 4 son vistas esquemáticas de situaciones de despliegue del brazo de un dispositivo de inspección de bastidor auxiliar de vehículo ferroviario en una realización de la invención;
- la figura 5 es un diagrama de flujo de etapas implementadas en una realización de la invención.

La figura 1 representa una vista esquemática posterior de un dispositivo de inspección 10 para un bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario en una realización de la invención.

En este caso, este dispositivo de inspección 10 comprende un robot 1 y un bloque de aplicación 2. Este se adapta para inspeccionar el bastidor de un vehículo ferroviario (no mostrado) colocado en los rieles de una vía férrea 7. El vehículo inspeccionado, alimentado eléctricamente o no, es, según sea el caso, una locomotora o un automóvil o vagón de un tren o tranvía, etc.

La vía férrea 7, en el caso considerado, se extiende perpendicular al plano de la figura 1, a lo largo del eje X. Esta vía de circulación 7 en la que los vehículos ferroviarios circulan a lo largo del eje X, o se estacionan en particular durante una inspección de mantenimiento, comprende dos rieles 8 que se extienden paralelos al eje X.

El robot 1 comprende una base 9 y, en el caso considerado, un brazo 3, en el caso considerado, que se articula con 6 ejes de rotación.

La base 9 aloja elementos (no mostrados) tales como un motor, una batería, una unidad de inercia, tarjetas inteligentes que llevan uno o más microcontroladores y memorias utilizados para realizar diferentes procesamientos algorítmicos, en particular el procesamiento de imágenes y detección de anomalías. La base 9 tiene ruedas 6, por ejemplo cuatro ruedas, cada una impulsada en rotación por el motor a través de un eje 5.

En el caso considerado, las ruedas 6 están dispuestas en los soportes de los rieles 8, dos ruedas están en el soporte del riel izquierdo, las otras dos ruedas en el soporte del riel derecho. El desplazamiento del dispositivo de inspección 10 bajo

ES 2 806 924 T3

el efecto del accionamiento de las ruedas 6 por el motor a través de los ejes 5 tiene lugar a lo largo de los rieles, entre los rieles, el dispositivo de inspección 10 es guiado así por los soportes de los rieles que los soportan.

5 En otra realización, se instalan miembros de guía, adaptados para cooperar con los rieles para guiar el dispositivo de inspección a lo largo de los rieles, por ejemplo entre dichos rieles. Por ejemplo, las pistas de circulación de las ruedas, dedicadas a guiar el robot y paralelas a los rieles, se fijan a los rieles.

10 El brazo 3, un accesorio opcional del dispositivo de inspección, es un brazo articulado 3, extraíble, cuya posición es ajustable y controlable, mediante comandos que le son transmitidos por el robot 1 cuando está instalado en la base 9, para posicionar el bloque de aplicación 2, cuando este último se coloca en el brazo, en ubicaciones elegidas para inspeccionar los diversos componentes del vehículo ferroviario a inspeccionar.

15 En el caso mostrado en la figura 1, el brazo 3 está presente en el dispositivo de inspección 10 y el bloque de aplicación 2 está conectado al extremo del brazo 3 que está opuesto a la base 2. En otras configuraciones, el bloque de aplicación 2 se conecta directamente a un adaptador de montaje que toma el lugar del soporte 4 del brazo y el brazo 3 no se instala en la base 9 (las mismas interfaces a nivel de este adaptador de montaje se presentan en el bloque de aplicación 2 solo al nivel del extremo del brazo 3 opuesto a la base 9).

20 El bloque de aplicación 2 incluye, dependiendo del caso, un sensor, un dispositivo de medición, etc.

El bloque de aplicación 2 comprende, en este caso, un sensor de imágenes. En una realización, por ejemplo, esta es extraíble y puede reemplazarse, en el dispositivo de inspección 10, por otro bloque de aplicación provista de interfaces eléctricas, mecánicas y funcionales capaces de interactuar con el robot 1.

25 La base 9 también incluye una interfaz 15 adaptada para la telecomunicación inalámbrica con una estación de supervisión remota 30, en particular para transmitir a la estación 30 imágenes capturadas por el sensor de imágenes 2 (y/o mediciones si el bloque de aplicación 2 incluye un dispositivo de medición) y para recibir datos de la estación 30, por ejemplo, en un modo denominado manual, comandos destinados a los elementos del dispositivo de inspección 10 a través de un bloque de procesamiento del dispositivo de inspección, dichos comandos indican por ejemplo desplazamientos a realizar por el dispositivo de inspección, tomas de vistas -o mediciones o análisis- a realizar, etc.

30 La estación de supervisión 30 que comprende una interfaz hombre-máquina 32 (por ejemplo provista de una pantalla y un teclado), se adapta para ingresar, a través del teclado, comandos de un operador y para transmitir, mediante telecomunicaciones inalámbricas, dichos comandos al dispositivo de inspección 10. La estación de supervisión 30 está adaptada además para mostrar en la pantalla imágenes (y/o mediciones) y otros datos transmitidos por el dispositivo de inspección 10 y destinados al operador.

35 El dispositivo de inspección 10 es portátil, en la realización considerada: este tiene un peso que puede ser transportado fácilmente, en un solo conjunto o en subconjuntos fácilmente extraíbles, por un operador de mantenimiento (por ejemplo, el conjunto o cada uno de los subconjuntos que pesen menos de 20 kg: por ejemplo, de 10 a 20 kg).

El dispositivo de inspección 10 tiene dimensiones adaptadas para desplazarse debajo de un vehículo ferroviario ubicado en la vía férrea (por ejemplo 1200 x 1200 x 200 mm³, sin el brazo).

40 La figura 2 es una vista funcional parcial de un conjunto que comprende un dispositivo de inspección 10 para un bastidor de un vehículo ferroviario en una realización de la invención y una estación de supervisión 30.

45 Por lo tanto, un bloque de procesamiento 11 del dispositivo de inspección 10, ubicado en la base 9, comprende una interfaz 14 destinada en particular para intercambios con el bloque de aplicación 2, y también con el brazo 3 cuando el brazo está conectado a la base 9.

En el caso considerado, la interfaz 14 comprende una interfaz 14a del tipo de comunicación inalámbrica WiFi y una interfaz 14b del tipo USB.

50 El bloque de procesamiento 11 incluye una interfaz 15 destinada a intercambios con la estación de supervisión 30. En el caso considerado, la interfaz 15 comprende en particular una interfaz 15a de tipo telecomunicaciones inalámbricas WiFi y una interfaz 15b de tipo radio.

55 El bloque de procesamiento 11 comprende un microcontrolador 12 y una memoria 13. La memoria 13 está adaptada para almacenar datos, en particular programas informáticos que comprenden instrucciones de software, que cuando son ejecutadas mediante el microcontrolador 12, implementan varias operaciones de procesamiento como se indica a continuación.

60 El bloque de procesamiento 11 también incluye un conjunto 16 de módulos 16₁ a 16_m, incluido un módulo de alimentación 16₁, por ejemplo, una batería eléctrica, destinado a proporcionar energía eléctrica al dispositivo de inspección 10, un sistema motor 16₂ adaptado para accionar las ruedas 6 en rotación y permitir el desplazamiento del dispositivo de

inspección 10 de acuerdo con los comandos de desplazamiento que le son transmitidos por el microcontrolador 12, un módulo de geolocalización 16₃ que comprende una unidad de inercia, ..., un detector de obstáculos 16_m.

5 En una realización, la batería eléctrica 16₁ está adaptado para proporcionar una alarma de energía insuficiente al microcontrolador 12 cuando el nivel de energía disponible está por debajo de un umbral determinado.

10 El módulo de geolocalización 16₃ está adaptado para determinar la posición actual del dispositivo de inspección 10 en función de los datos suministrados regularmente por la unidad de inercia. El módulo de geolocalización 16₃ está adaptado además, en una realización, para proporcionar una alarma de no ubicación al microcontrolador 12 cuando no se pudo determinar la posición actual del dispositivo de inspección 10.

15 El detector de obstáculos 16_m está adaptado para detectar cualquier movimiento de un vehículo ferroviario inspeccionado y cualquier obstáculo en la dirección del desplazamiento del dispositivo de inspección, por ejemplo mediante telemetría láser, tal como los sensores Lidar®, y para proporcionar al microcontrolador 12 una alarma de movimiento cuando detecta un movimiento de un vehículo ferroviario inspeccionado y una alarma de obstáculo cuando detecta un obstáculo en la dirección del desplazamiento del dispositivo de inspección.

20 El brazo 3 comprende un sistema de actuadores 18 controlables y una interfaz 17 para los intercambios con la interfaz 14 del bloque de procesamiento 11. La interfaz 17 incluye una interfaz de tipo USB 17b.

25 En el caso considerado, el sistema de actuadores 18 comprende pivotes controlables en rotación y dispuestos entre las secciones consecutivas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 del brazo 3, cuyo sentido de rotación se indica mediante flechas en la figura 5. Además, la sección 3.1 acoplada con la base 2 y la sección 3.4 destinada a transportar el bloque de aplicación 2 están adaptadas para girar sobre sí mismas en la dirección indicada por las flechas en la figura 5. El sistema de actuadores 18 está adaptado para aplicar rotaciones al conjunto de estos elementos de acuerdo con los comandos que se le proporciona.

El bloque de aplicación 2 comprende en el caso considerado un microcontrolador 20, una memoria 21, una interfaz 22 para intercambios con la interfaz 14 del bloque de procesamiento 11 y un módulo de aplicación 23.

30 El módulo de aplicación 23 incluye n (n≥1) dispositivos 23₁, ..., 23_n: sensor(es), dispositivo(s) de medición ... en este caso, un sensor de imágenes.

35 La interfaz 22 incluye una interfaz de comunicación inalámbrica WiFi 22a y una interfaz de tipo USB 22b (esta última está conectada con la interfaz 14b a través del adaptador de montaje de la base 9 cuando el bloque de aplicación 2 está montado en la base 9; y esta está conectada con la interfaz 17b del brazo 3 si el bloque de aplicación 2 está montado en el brazo 3).

40 Las Figuras 3 y 4 ilustran vistas en sección perpendicular al eje X de algunas de las diferentes configuraciones de despliegue del brazo 3 montado en el soporte 4 de la base 2, de acuerdo con los comandos suministrados al sistema de actuadores 18.

45 La figura 3 representa el brazo 3 retraído al máximo (el volumen ocupado entonces por el robot 10 con el brazo 3 retraído se incluye dentro de los límites del gálibo estático del vehículo ferroviario/vía (el gálibo estático deja un espacio libre debajo del bastidor para evitar interferencia del vehículo con equipos que sobresalen en la vía). El brazo, en la posición plegada, no debe exceder el límite inferior del gálibo, mientras que la figura 4 muestra el brazo 3 parcialmente extendido (la altura del brazo más allá del pivote entre las secciones 3.1 y 3.2, para un brazo completamente extendido está, por ejemplo, dentro de un rango de [0,5 m, 1 m], por ejemplo igual a 80 cm).

50 El dispositivo de inspección 10 está adaptado para ejecutar, en una realización, los comandos de tareas elementales IR, VER, ANALIZAR:

55 IR(M): ordena un desplazamiento del dispositivo de inspección 10 a lo largo de la vía 8 - y/o una configuración de posicionamiento del brazo 3 si es necesario - a una posición "M" indicada como la ubicación de la tarea ordenada, desde la cual se puede llevar a cabo una inspección a través del dispositivo de aplicación 2 en particular; la respuesta esperada a este comando enviada al transmisor inicial del comando (el bloque de procesamiento 10, la estación de supervisión 30 o incluso el bloque de aplicación 2 dependiendo del modo de funcionamiento) es una confirmación del posicionamiento correcto una vez que este último ha sido ejecutado;

60 VER: ordena al sensor de vídeo 2 que capture una imagen de vídeo (o una secuencia de vídeo) y que el bloque de procesamiento 11 transmita a la estación 30 o a un servidor externo o a una memoria interna en el dispositivo de inspección 10, de acuerdo con los datos proporcionados como argumentos para este comando, la imagen o secuencia de vídeo capturados de esta manera de una calidad compatible con el análisis esperado del componente inspeccionado (se notará que si el bloque de aplicación 2 es un sistema de medición, un comando que se le enviará a este en lugar de VER, es MEDIR (.);

65 ANALIZAR(.): ordena al bloque de procesamiento 11 que compare la imagen o la secuencia de vídeo con una referencia ya conocida, para determinar un estado de inspección, por ejemplo, un estado de los siguientes 3 estados: OK, NO OK, sin especificar.

- Estas tareas, individualmente o combinadas en secuencias, se pueden ordenar al dispositivo de inspección 10 en función de los comandos enviados sobre la marcha por un operador desde la estación 30 y recibidos por el dispositivo de inspección 10 a través de la interfaz 15 (denominado "modo manual"). Estos comandos son procesados opcionalmente por el microcontrolador 12, luego transmitidos por este último a la entidad en cuestión (o a las entidades en cuestión) llevando a cabo la orden, por ejemplo, un módulo del conjunto 16 o el sensor de video 2 ... Estas tareas también se pueden ordenar al dispositivo de inspección 10 por el bloque de aplicación 2 a través de las interfaces 22 y 14 o incluso internamente por comandos previamente grabados en un programa informático almacenado en la memoria 13 y que se ejecuta automáticamente en el microcontrolador 12 (denominado "modo automático").
- En una realización, el microcontrolador 12 está adaptado para supervisar la interfaz 15 y, en función de esta supervisión, detectar una interrupción en la comunicación con la estación de supervisión 30 en modo manual. Este se adapta aún más para, cuando detecta una falla de comunicación, que recibe una alarma de energía insuficiente del módulo de alimentación 16₁, una alarma de movimiento u obstáculo del detector de obstáculos 16_m, o una alarma de no localización del módulo de geolocalización 16₃, cambiar a un modo de seguridad.
- Cuando el microcontrolador 12 activa el cambio al modo de seguridad, este suministra al sistema motor 16₂ un comando de parada, después del cual el motor se detiene, y las ruedas 6 se bloquean, y cuando el brazo articulado 3 está instalado en la base 2, el microcontrolador 12 envía los comandos necesarios al sistema de actuadores 18 para activar una posición baja y centrada del brazo 3, en una realización, para activar la retracción máxima del brazo articulado 3 correspondiente a la figura 3 en la realización considerada aquí.
- Una vez en el modo de seguridad, de acuerdo con las realizaciones, el dispositivo de inspección 10 debe permanecer inactivo hasta que el operador de la estación de supervisión 30 reanude su funcionamiento operativo y/o reanude automáticamente la tarea que tuvo lugar antes del cambio, dependiendo del evento que provocó el cambio, y/o después de un período de inactividad, por ejemplo, de 10 minutos en modo de seguridad, el dispositivo de inspección 10 está adaptado para cambiar automáticamente al modo de apagado.
- En una realización, el dispositivo de inspección 10 está adaptado para detectar otras circunstancias potencialmente peligrosas en lugar de o además de las establecidas anteriormente, y para el caso de tales detecciones, también iniciar el modo de seguridad.
- Dichas disposiciones permiten que el dispositivo de inspección 10 evite interferencias mecánicas con el vehículo ferroviario en las condiciones nominales de explotación como defectuosas.
- Además, en una realización, la memoria 13 comprende además una tabla de correspondencia de los componentes a inspeccionar del vehículo ferroviario, que indica la descripción del componente y su posición en comparación con un punto de referencia del vehículo ferroviario. La memoria 13 también incluye programas informáticos para detectar anomalías cada una específica para un componente entre dichos componentes de la tabla.
- Por lo tanto, en una realización, el dispositivo de inspección 10 está adaptado para asociar a los datos de imágenes de cada imagen capturada, por ejemplo en un campo de encabezado del archivo de imagen, las coordenadas x, y, z de localización del sensor de imágenes 2 correspondiente a la imagen capturada, determinados en función de la posición actual del dispositivo de inspección 10 determinada por el módulo de geolocalización 16₃ y de la posición correspondiente del brazo 3, y la orientación del sensor de imágenes 2.
- El dispositivo de inspección 10 está adaptado para identificar, en función de dichas coordenadas x, y, z y de la orientación del sensor de imágenes 2 asociadas con una imagen capturada y además de las posiciones de los componentes del vehículo ferroviario indicadas en la tabla de correspondencia de los componentes y de acuerdo con la posición efectiva del punto de referencia del vehículo ferroviario, qué componente de la tabla aparece en la imagen capturada (o qué equipo fue el objeto de la captura o la medición si se considera en lugar del sensor de imágenes, un sensor de otro tipo o un dispositivo de medición incorporado en el dispositivo de inspección 10).
- La posición del punto de referencia de un vehículo ferroviario es, por ejemplo, la del eje del primer eje delantero del vehículo ferroviario.
- La determinación de la posición efectiva del punto de referencia incluye, por ejemplo, la determinación de la orientación del vehículo ferroviario, ya que los vehículos ferroviarios no son simétricos. En una realización, esta se lleva a cabo automáticamente por el dispositivo de inspección 10, o por el operador desde la estación de supervisión 30, detectando la posición del identificador del primer vagón del vehículo ferroviario.
- La identificación del componente que aparece en una imagen capturada se puede llevar a cabo en una realización, mediante la detección de un identificador del componente que estaría presente en la imagen.
- El dispositivo de inspección 10 está adaptado además para, una vez que ha identificado qué componente aparece en la imagen capturada, seleccionar, cuando existe, el de los programas informáticos de detección de anomalías almacenados

en la memoria 13 que es específico para el componente así determinado y para aplicar este programa específico a la imagen.

5 Como parte de la ejecución por el microcontrolador 12 del programa seleccionado, el dispositivo de inspección 10 implementa las siguientes etapas: se lleva a cabo un análisis de la imagen específica del componente con el fin de detectar anomalías presentadas por el componente con imagen, al final del cual se emite un estado de salida de detección, por ejemplo, elegido entre los siguientes estados predeterminados:

- 10 A: cuando no se ha detectado ninguna anomalía;
B: anomalía detectada con la caracterización de la anomalía;
C: anomalía detectada sin caracterización de la anomalía;
D: procesamiento de imagen no disponible.

15 La caracterización de la anomalía incluye, por ejemplo, la identificación del tipo de anomalía entre un conjunto de anomalías predeterminadas para el programa de detección de anomalías seleccionado, por ejemplo: grietas, óxido ... ; las dimensiones de la anomalía se estiman, por ejemplo, y el programa puede resaltar su ubicación en la imagen delimitando la anomalía con un contorno de esta última. El estado se registra a continuación en un campo de datos asociado con la imagen, por ejemplo, en un campo de encabezado del archivo de imagen, así como en los datos de caracterización, si corresponde. Y si el estado de salida es B o C, se registra un código de falla en el registro electrónico de inspección.

20 Cuando el estado es C, el operador debe caracterizar la anomalía después de revisar la imagen.

25 Las causas de un estado D pueden ser varias, por ejemplo: no hay un programa informático específico para detectar anomalías, archivos de imagen corruptos, componentes no identificados. En tal caso, el operador deberá proporcionar un estado después de analizar la imagen.

30 Luego, el archivo de imagen, con sus campos de encabezado completados de esta manera, se envía a través de la interfaz 15 a la estación de supervisión 30 para, por ejemplo, guardarlo allí en una base o ser procesado allí por el operador, si corresponde.

35 Por lo tanto, el procesamiento de imagen o medición específica se lleva a cabo automáticamente por el dispositivo de inspección 10, lo que evita la adición de tiempos de transmisión de imágenes.

40 Además, el dispositivo de inspección 10 es tal que un bloque de aplicación 2 puede conectarse al brazo 3 o a la base 9 a través de un adaptador de montaje, y que este bloque de aplicación 2 funciona bajo el control del robot 1 o bien controla el robot 1. Se propone un sistema de interfaz abierto estándar del dispositivo de inspección 10, que comprende interfaces mecánicas, eléctricas, de comunicación especificadas, así como protocolos especificados para controlar el dispositivo de inspección y/o ser controlado desde este, para permitir que cualquier bloque de aplicación 2 compatible interactúe con este (después de firmar un acuerdo de licencia) y para operar en modo "Bloque de aplicación pasivo" o "Bloque de aplicación activo".

45 De hecho, en un modo de "Bloque de aplicación pasivo", el bloque de aplicación 2 ejecuta órdenes del robot 1 (que puede incluir el envío de datos), y el robot 1, por su parte, ejecuta órdenes, por ejemplo, provenientes de la estación de supervisión 30. En un modo de "Bloque de aplicación activo", el bloque de aplicación 2 envía órdenes y datos al robot 1 y puede recibir órdenes provenientes de la estación de supervisión 30 a través de las interfaces 15, luego 14 y luego 22. El modo "Bloque de aplicación activo" se acopla mediante una orden específica proveniente del robot 1 y se cancela automáticamente al cambiar al modo de seguridad.

50 El robot 1 está, por ejemplo, adaptado para intercambiar 3 tipos de información tanto con la estación de supervisión 30 como con el bloque de aplicación 2:

- 55
- datos, por ejemplo, secuencia de imágenes (en inglés "image streaming");
 - órdenes: para controlar el posicionamiento del dispositivo de inspección 10, o lanzar funciones del robot 1 o del bloque de aplicación 2;
 - archivos: para transferir archivos a las memorias del robot 1 o del bloque de aplicación 2, a la estación de supervisión 30, a tarjetas de memoria USB o incluso a servidores remotos, generalmente para registrar las imágenes y videos.

60 La información del tipo de orden (también denominada comandos) es procesada por la estación de supervisión 30, el robot 1 y el bloque de aplicación 2 con la prioridad más alta, mientras que la información del tipo de archivo se procesa con la prioridad más baja.

El USB se puede usar en una realización para los 3 tipos de información, mientras que la WiFi se usa, por ejemplo, para la secuencia de imágenes y las transferencias de archivos.

65 El robot 1 tiene un servidor WiFi y es accesible a través de una conexión segura. Un código de acceso único está asociado con este. Este código y la inicialización de WiFi se transfieren al bloque de aplicación 2 a través de las interfaces USB 14b y 22b, utilizando una secuencia de emparejamiento en la primera conexión basada en el intercambio de códigos de

identificación. Una vez que el bloque de procesamiento 11 del robot 1 reconoce el bloque de aplicación 2, la etapa de emparejamiento ya no es necesaria. Si el emparejamiento falla, no puede realizarse ningún otro intercambio entre el bloque de aplicación 2 y el robot 1.

- 5 En una realización, a un bloque de aplicación 2 se le asocia un identificador único (ID), que comprende un ID de tipo y un ID de serie. El fabricante del bloque de aplicación 2 asigna el ID de serie. El fabricante del robot 1 proporciona el ID de tipo al fabricante del bloque de aplicación 2 mediante un acuerdo de licencia. En una realización, el ID de tipo es válido durante un tiempo determinado, y el emparejamiento ya no se realiza después de este tiempo.
- 10 El proceso de emparejamiento es, por ejemplo, el siguiente, con referencia al conjunto de etapas 100 que se muestran en la figura 5. Las etapas 101 a la 107 se implementan a través de USB, las etapas 108 y 109 se implementan a través de WiFi. En una etapa 101, el bloque de aplicación 2 se conecta al robot 1 a través de las interfaces USB 22b y 14b. El robot 1, bajo el control del bloque de procesamiento 11, solicita su ID al bloque de aplicación 2 en una etapa 102. En una etapa 103, el bloque de aplicación 2 suministra su ID al robot 1. El robot 1 verifica la validez del ID de tipo extraído del ID proporcionado en una etapa 104. Si este ID de tipo es válido, entonces el robot 10 genera un nuevo código WiFi en función del ID de serie extraído del identificador proporcionado en la etapa 105; y en una etapa 106, lo suministra al bloque de aplicación 2 y la conexión USB puede continuar. El bloque de aplicación 2 recibe el código WiFi generado en una etapa 107, y establece en una etapa 108 una conexión WiFi inicializada con este código WiFi recibido. El robot 10 comprueba en una etapa 109 que el código WiFi utilizado de esta manera para establecer la conexión WiFi es el generado en la etapa 105. En el caso positivo, el emparejamiento WiFi también se considera válido y las conexiones WiFi y USB pueden continuar, y la estación 30 puede enviar los comandos al bloque de aplicación 2 a través del bloque de procesamiento 11 en el contexto de un funcionamiento en modo de "Bloque de aplicación pasivo" o mediante el bloque de aplicación 2 al bloque de procesamiento 11 en modo "Bloque de aplicación activo".
- 25 Si en la etapa 104, se determina que la ID no es válida, el emparejamiento de USB y WiFi falla en una etapa 111 y no se puede implementar ninguna comunicación a través de WiFi o USB entre el bloque de aplicación 2 y el robot 10.
- Si en la etapa 109, la verificación falla, se considera que el emparejamiento WiFi no es válido, no puede tener lugar ninguna comunicación WiFi; La conexión USB puede continuar.
- 30 El dispositivo de inspección 10 es adaptable a los principales tipos de vías férreas (en pozos, lastres, camas de hormigón, traviesas de madera u hormigón, con eclisas, con rieles atornillados o unidos), en algunos casos que requieren un soporte dedicado o una vía de circulación.
- 35 Las interfaces de comunicación se han descrito anteriormente con USB y WiFi, pero, por supuesto, se pueden utilizar otros estándares de telecomunicaciones.

40

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de inspección (10) para un bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario, adaptado para desplazarse debajo de un vehículo ferroviario entre los rieles (8) de la vía férrea (7) de dicho vehículo ferroviario, que comprende
- un sistema de motor (9) adaptado para desplazar el dispositivo de inspección a lo largo de los rieles;
 - un bloque de aplicación (2) que comprende al menos un elemento entre un sensor de imágenes adaptado para capturar imágenes debajo del bastidor del vehículo ferroviario inspeccionado, y un dispositivo de medición adaptado para llevar a cabo las mediciones relacionadas con dicho bastidor auxiliar, dicho bloque de aplicación está adaptado para entregar a un bloque de procesamiento (11) los datos capturados o medidos por el elemento; en donde
 - el bloque de procesamiento está integrado en el dispositivo de inspección y está adaptado para procesar los datos entregados por el bloque de aplicación y determinar un estado de inspección del vehículo ferroviario inspeccionado en función de al menos dichos datos procesados,
- caracterizado porque:**
- el bloque de procesamiento (11) está adaptado además para identificar qué componente del vehículo ferroviario está en una imagen capturada, para seleccionar, en función del componente identificado, un programa informático de inspección que detecte anomalías en dicho componente, para proporcionar como resultado de la ejecución de dicho programa, el estado de inspección resultante de la ejecución de dicho programa.
2. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el bloque de procesamiento (11) está adaptado además para controlar el sistema de motor (9), de acuerdo con un modo de funcionamiento, en función de los comandos de control recibidos en tiempo real desde una estación de supervisión (30) a través de un receptor de telecomunicaciones inalámbrico o en función de las secuencias de comandos predefinidas almacenadas en una memoria del dispositivo de inspección o en función de los comandos entregados al bloque de procesamiento por el bloque de aplicación (2).
3. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además un brazo articulado extraíble (3), dicho dispositivo de inspección está adaptado para detectar una circunstancia potencialmente peligrosa y, en caso de tal detección, cambiar hacia un modo de seguridad que comprende detener el desplazamiento del dispositivo de inspección a lo largo de los rieles (8), y retraer el brazo articulado cuando este último está instalado en el dispositivo de inspección.
4. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con la reivindicación 3, adaptado para detectar cualquier circunstancia potencialmente peligrosa de uno o varios de los siguientes tipos: pérdida de comunicación con una estación de supervisión, nivel insuficiente de suministro de energía, movimiento del vehículo ferroviario inspeccionado, pérdida de la capacidad del dispositivo de inspección para ubicarse, presencia de un obstáculo en la dirección del desplazamiento del dispositivo de inspección.
5. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende un bloque de transmisión y recepción de telecomunicaciones inalámbricas (14), adaptado para transmitir las imágenes capturadas o procesadas destinadas a una estación de supervisión (30), y el bloque de procesamiento (11) está adaptado además para transmitir a la estación de supervisión, a través del bloque de transmisión y recepción, los datos de imágenes asociados con un campo de información que indica dicho estado de inspección.
6. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho programa informático de inspección detecta si el componente presenta una anomalía en función de la imagen capturada, caracteriza una anomalía detectada, e indica en dicho campo información o en los datos de imágenes a enviar, la anomalía detectada y su caracterización.
7. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una interfaz especificada con el bloque de aplicación (2), en donde el bloque de aplicación montado en el dispositivo de inspección es extraíble e intercambiable con cualquier bloque de aplicación de un conjunto de bloques de aplicación que tiene una interfaz adecuada para interactuar con dicha interfaz especificada, y en donde los comandos de un bloque de aplicación de dichos bloques de aplicación que están montados en el dispositivo de inspección, y que están destinados al bloque de procesamiento (11) o viceversa, desde el bloque de procesamiento al bloque de aplicación, y en relación con el procesamiento de una imagen o de mediciones o desplazamiento, son implementados por su destinatario solo a partir de la finalización exitosa de un proceso de emparejamiento entre dicho bloque de aplicación y el bloque de procesamiento, donde el bloque de aplicación debe presentar un código almacenado en el bloque de procesamiento y en el bloque de aplicación antes del montaje de dicho bloque de aplicación en el dispositivo de inspección.
8. Dispositivo de inspección (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, y con un peso inferior a 20 kg o que puede descomponerse en subconjuntos que pesen menos de 20 kg cada uno.

9. Método de inspección de un bastidor auxiliar de un vehículo ferroviario que utiliza un dispositivo de inspección (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, adaptado para moverse debajo de un vehículo ferroviario entre los rieles (8) de la vía férrea (7) de dicho vehículo ferroviario, dicho método comprende las siguientes etapas:
- desplazamiento del dispositivo de inspección a lo largo de los rieles;
 - 5 – captura, por el bloque de aplicación (2), de imágenes debajo el bastidor del vehículo ferroviario inspeccionado o medición, por el bloque de aplicación, de los datos relacionados con dicho bastidor auxiliar; y entrega al bloque de procesamiento (11) de dichos datos capturados o medidos;
 - procesamiento por el bloque de procesamiento del dispositivo de inspección, de los datos entregados por el bloque de aplicación y determinación, por el bloque de procesamiento, del estado de inspección del
 - 10 vehículo ferroviario inspeccionado en función de al menos dichos datos procesados, en donde dicho procesamiento comprende las siguientes etapas:
 - identificar qué componente del vehículo ferroviario aparece en una imagen capturada;
 - seleccionar, en función del componente identificado, un programa informático de inspección para detectar anomalías en dicho componente,
 - 15 – proporcionar al final de la ejecución de dicho programa el estado de inspección resultante de la ejecución de dicho programa.
10. Método de inspección (10) de acuerdo la reivindicación 9, el dispositivo de inspección (10) comprende un bloque de transmisión y recepción de telecomunicaciones inalámbricas (14), adaptado para transmitir imágenes
- 20 capturadas o procesadas a una estación supervisión (30), dicho método comprende las etapas de transmisión, por el bloque de procesamiento, a la estación de supervisión, a través del bloque de transmisión y recepción, los datos de imágenes asociados con un campo de información indicando dicho estado de inspección.

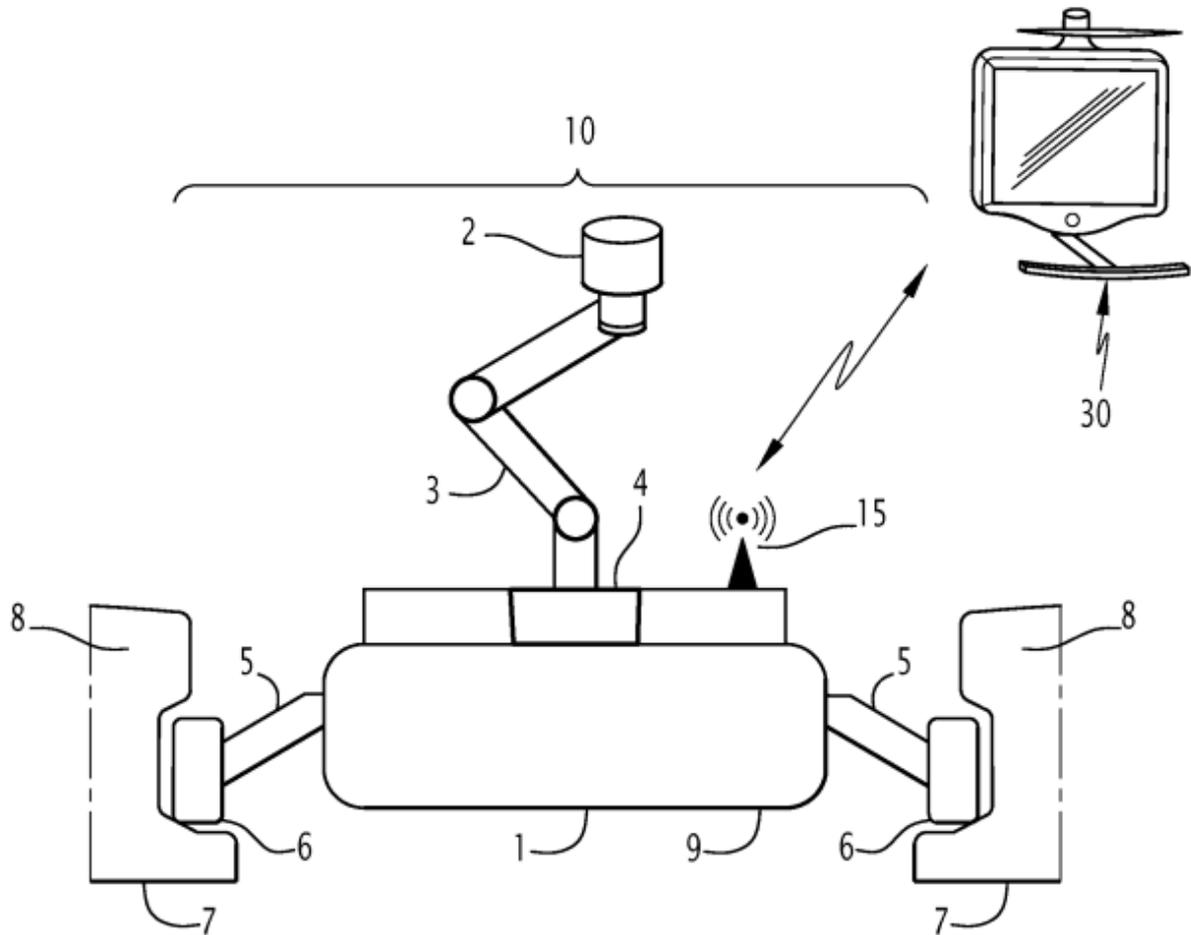


FIG.1

⊙ X

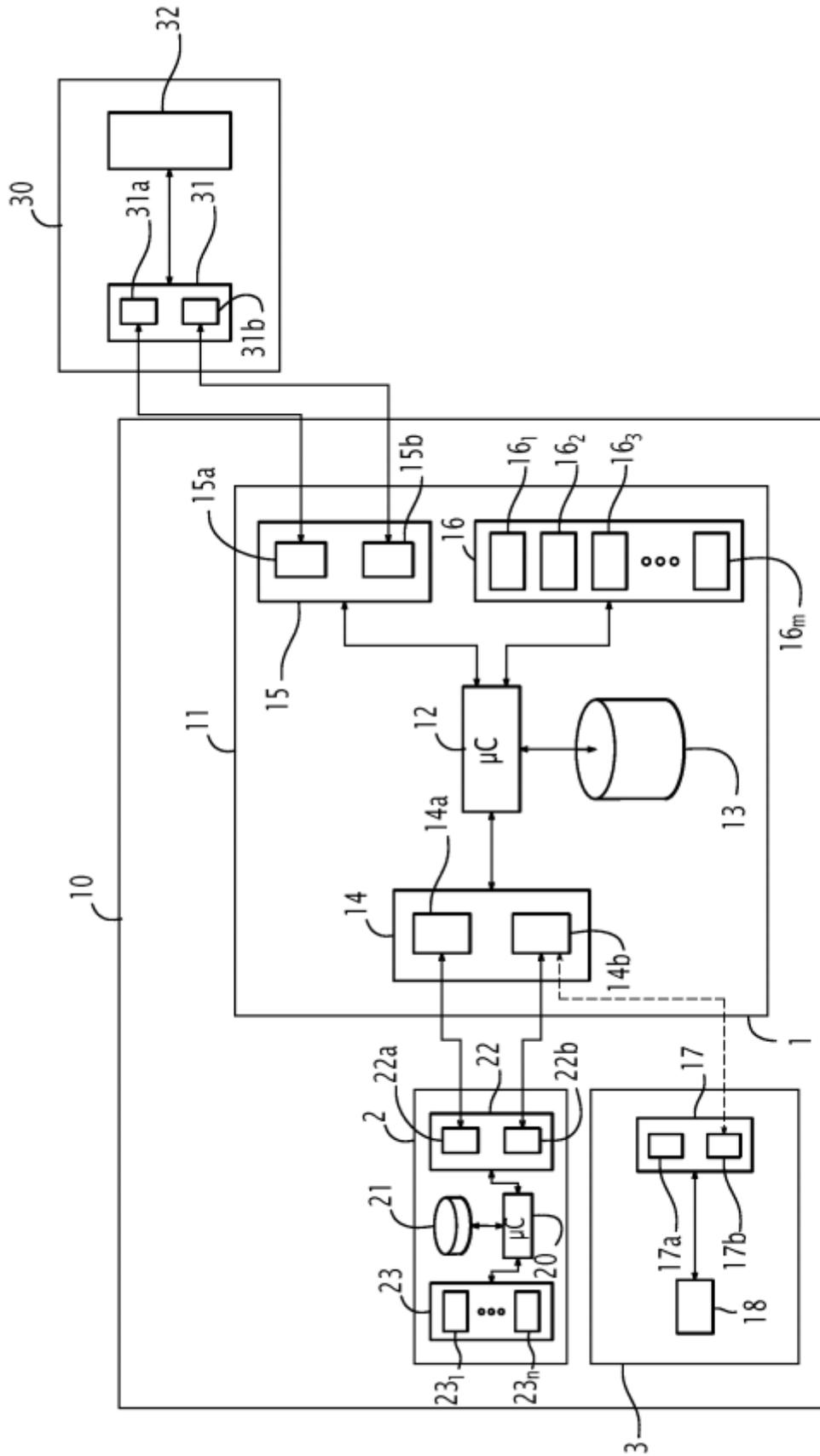


FIG. 2

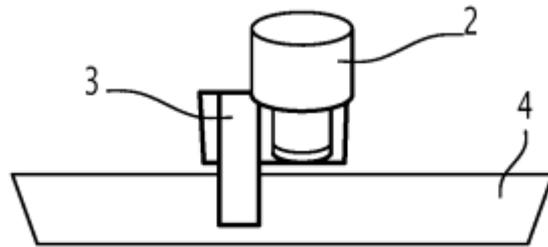


FIG. 3

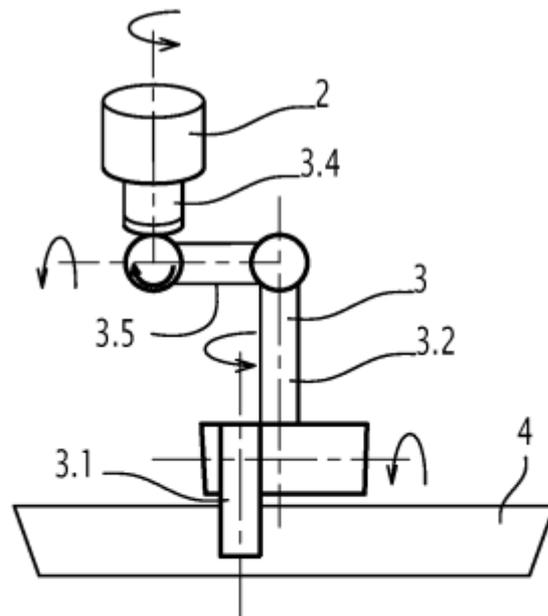


FIG. 4

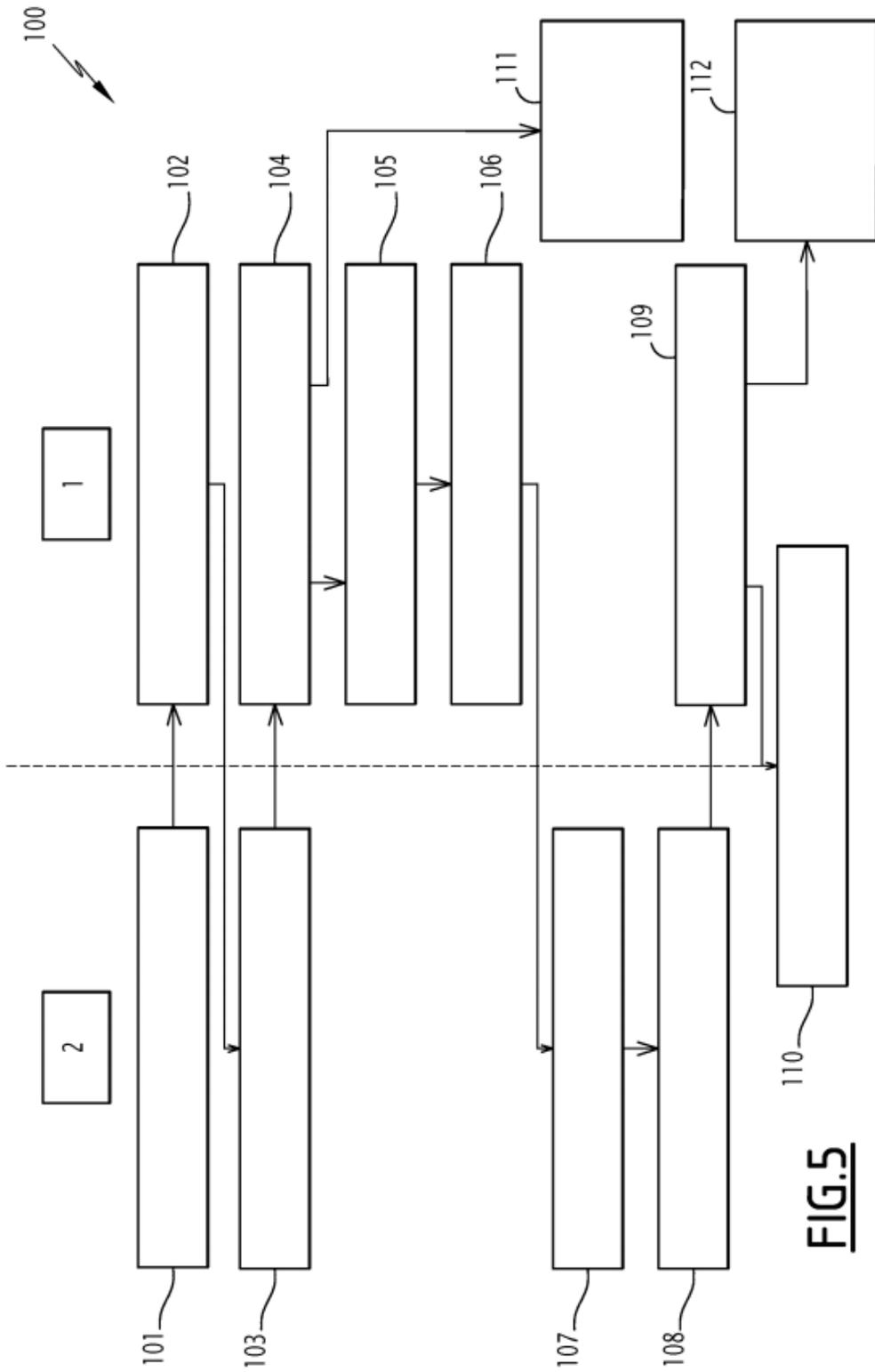


FIG.5