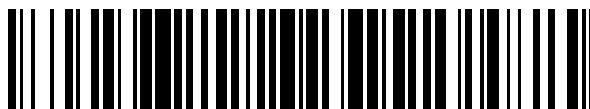


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 789 450**

51 Int. Cl.:

G01N 21/95 (2006.01)
B60M 1/28 (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)
G01B 11/245 (2006.01)
H04N 13/239 (2008.01)
H04N 13/254 (2008.01)
B61L 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2016** **PCT/IB2016/052626**
87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2016** **WO16181280**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2016** **E 16728385 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 3295158**

54 Título: **Sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea**

30 Prioridad:

12.05.2015 IT PR20150034

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2020

73 Titular/es:

CAMLIN ITALY S.R.L. (100.0%)
Via Budellungo 2
43123 Parma, IT

72 Inventor/es:

SACCHI, MATTEO;
SCIOCCHETTI, FRANCESCO;
ASCARI, LUCA;
CHIESI, LORENZO;
CUNNINGHAM, JOHN y
MCLLROY, COLIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 789 450 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

Sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea

5 Campo técnico

El objeto de la presente invención es un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea.

10 Como es conocido, los vehículos ferroviarios de tracción que recogen corriente de una línea de contacto aérea usualmente emplean un dispositivo conocido como un "pantógrafo".

Estado de la técnica

15 Un pantógrafo se compone de un sistema articulado, denominado un marco, montado por medio de aisladores en el techo del carro, y una cabeza equipada con tiras de contacto ubicadas en contacto directo con el cable o cables de la línea de contacto eléctrico. Las tiras de contacto consisten en barras hechas de un material conductor, por ejemplo cobre, acero, aluminio o carbono.

20 En este contexto, se hace referencia a los pantógrafos en forma de Y que comprenden dos tiras de contacto y dos cuernos laterales. Sin embargo, el objeto de la invención también es aplicable a otros modelos de pantógrafos.

La fricción mecánica inducida cuando se desliza a lo largo de la línea de contacto provoca el desgaste de las tiras de contacto, lo cual, a su vez, puede provocar daño a la locomotora y/o a la línea eléctrica aérea.

25 Para monitorizar el estado de desgaste de las tiras de contacto de tal manera que puedan ser reparadas o reemplazadas antes de que se dañe la línea férrea, se han desarrollado sistemas de inspección, que incluyen tanto sistemas manuales como automáticos, para la inspección del estado de desgaste de los pantógrafos.

30 Por ejemplo, la solución divulgada en la patente italiana No.1401952 es parte de este último grupo, y se refiere a un sistema de diagnóstico automático para imágenes de un pantógrafo capturadas por una pluralidad de cámaras situadas en un número igual de estaciones de adquisición de imágenes distribuidas a lo largo de una línea férrea. Las imágenes adquiridas por cada cámara son enviadas a un servidor remoto que lleva a cabo procedimientos de procesamiento adecuados y en presencia de daño en el pantógrafo (por ejemplo cuernos faltantes o doblados, desalineación, etc.), genera señales de alarma automáticas.

35 Aunque es más fiable que los sistemas de inspección que incorporan fibras ópticas, la solución descrita anteriormente no está exenta de varios problemas inherentes. En particular, todos los sistemas que se basan en el uso de una sola cámara de vídeo fallan en obtener buenas mediciones del grosor del material de contacto en toda el área de las tiras de contacto y en identificar y medir posibles grietas.

40 También hay sistemas disponibles en el mercado para la reconstrucción de un modelo tridimensional de un pantógrafo con base en el uso de cámaras de vídeo del tipo de escáner láser.

45 Aún, además de ser muy costosos, estos sistemas requieren una infraestructura compleja para la instalación. De hecho, para asegurar mediciones fiables, las cámaras de vídeo tienen que ser posicionadas sobre el pantógrafo en movimiento. Además, tienen que ser calibradas directamente en el sitio de instalación. No menos importante, la fiabilidad de las mediciones depende de la velocidad del pantógrafo, el cual puede alcanzar los 300 km/h y más.

50 Por ejemplo, el documento EP 1766326 divulga una solución de este tipo.

El documento WO 2011/035983 divulga un sistema para monitorizar varios elementos estructurales, entre los cuales están la catenaria y las tiras de contacto de un pantógrafo, con base en el uso de una pluralidad de cámaras de vídeo dispuestas en un portal sobre el pantógrafo.

55 Además de los problemas enumerados anteriormente, también debe anotarse la dificultad involucrada en la obtención de un modelo completo del pantógrafo, es decir, con respecto a las tiras de contacto y los cuernos laterales.

60 En el documento JP 2015017921 se emplean un par de cámaras de vídeo estéreo, las cuales están ubicadas por encima de la línea de contacto aérea, para adquirir imágenes de las tiras de contacto.

También el documento CN 104567729 divulga un sistema para adquirir imágenes de la catenaria y de las tiras de contacto, que es ubicado por encima de la línea de contacto aérea.

65 El sistema comercial conocido como "Pancam" divulga en vez el uso de dos cámaras, ubicadas respectivamente en el lado y por encima de la línea de contacto aérea.

El documento US 2010/253329 divulga un sistema de inspección por vídeo de pantógrafo que comprende una cámara ubicada en un poste lateral con el alcance de monitorizar el equipo durante el tránsito del coche que porta el pantógrafo.

Leonard G. C. Hamey et al. en "Pancam: In-service inspection of locomotive pantographs", Digital Image Computing Techniques and Applications: DICTA 2007, Proceedings, IEEE Computer Society, 3-5 de diciembre de 2007, páginas 493-499, divulga un sistema de inspección para la monitorización en servicio de desgaste y daño a los pantógrafos en locomotoras eléctricas.

Objetivo de la invención

En este contexto, la tarea técnica que subyace a la presente invención es ofrecer un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea que supere los inconvenientes mencionados anteriormente de la técnica anterior.

En particular, un objetivo de la presente invención es poner a disposición un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea que haga posible reconstruir un modelo tridimensional del pantógrafo que sea más fiable en comparación con soluciones conocidas y que funcione independientemente de la velocidad de la locomotora.

Otro objetivo de la presente invención es ofrecer un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea que proporcione una reconstrucción completa del pantógrafo, es decir, una reconstrucción que incluye las tiras de contacto y los cuernos laterales.

Un objetivo adicional de la presente invención es ofrecer un sistema para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea, con base en una infraestructura más simple, más segura y más económica en comparación con las soluciones de la técnica anterior.

La tarea técnica definida y los objetivos especificados se logran mediante un sistema para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea, de acuerdo con la reivindicación 1, y mediante un método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea de acuerdo con la reivindicación 6. Realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Características y ventajas adicionales de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción de una realización preferida de un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea, como se ilustra en los dibujos acompañantes, de los cuales:

- la figura 1 es una vista lateral esquemática de un tipo en forma de Y de pantógrafo, visto desde arriba;

- la figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de inspección por vídeo de acuerdo con la presente invención;

- la figura 3 ilustra esquemáticamente parte del sistema de inspección por vídeo de la figura 2, aplicado a una línea de doble vía;

- las figuras 4 y 5 ilustran una parte (primer poste) del sistema de inspección por vídeo de la figura 2, de acuerdo con una realización diferente, en una vista frontal y lateral, respectivamente;

- la figura 6 ilustra la disposición de las cámaras de vídeo y los telémetros del sistema de inspección por vídeo de la figura 2, en una realización variante;

- la figura 7 ilustra algunas señales características de la realización variante de la figura 6;

- la figura 8 es una vista en perspectiva de una parte (primer poste) del sistema de inspección por vídeo de la figura 2, de acuerdo con una realización adicional.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

Con referencia a las figuras, el número 1 indica un sistema para la inspección por vídeo de un pantógrafo 100 a lo largo de una línea de contacto aérea, por ejemplo instalado en una locomotora.

En las realizaciones descritas e ilustradas en este documento, el pantógrafo 100 es un pantógrafo en forma de Y que comprende dos tiras 101, 102 de contacto en contacto con la línea aérea y dos cuernos 103, 104 laterales.

El sistema 1 comprende una pluralidad de estaciones 2 de monitorización que son distribuidas a lo largo de la línea de contacto aérea.

5 Cada estación 2 de monitorización comprende:

- medios 3 de detección para detectar el paso del pantógrafo 100;

10 - un primer medio 4 de iluminación para iluminar una primera zona aérea en la cual pasa una porción del pantógrafo 100;

- un primer medio 5 de adquisición para adquirir imágenes de la primera zona aérea.

15 Originalmente, el primer medio 5 de adquisición para adquirir imágenes comprende al menos un par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo. Preferiblemente, las dos cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo son cámaras de vídeo matriciales y tienen una resolución de 2-20 Mpíxeles.

20 Cada una de las cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo tiene un sensor del tipo CMOS (acrónimo de "Semiconductor Complementario de Óxido Metálico") o tipo CCD (acrónimo de "Dispositivo acoplado por carga").

Los medios 3 de detección para detectar el paso del pantógrafo 100 comprenden un telémetro 3 láser de un tipo conocido.

25 El primer medio 4 de iluminación para iluminar la primera zona aérea se realiza con tecnología LED.

El primer medio 4 de iluminación comprende un primer panel 6 que tiene una extensión plana y porta una pluralidad de fuentes 7 de LED. Preferiblemente, cada fuente 7 de LED puede ser orientada a lo largo de dos ejes (en óptica, esto se conoce como rotación de "paneo/inclinación").

30 En particular, el primer panel 6 está situado a una altura preestablecida con respecto al suelo T y orientado de tal manera que emita un haz de luz que inunda dicha primera zona aérea.

35 De acuerdo con la invención, la porción del pantógrafo 100 que pasa y es iluminada y adquirida en la primera zona aérea de cada estación 2 de monitorización corresponde a la porción central superior (dos tiras 101, 102 de contacto) y a una porción de extremo (uno de los cuernos 103, 104).

40 En cada estación 2 de monitorización, el primer panel 6 y el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo están dispuestos y orientados de tal forma que las imágenes adquiridas de la primera zona aérea correspondiente son marcos de las dos tiras 101, 102 de contacto y uno de los cuernos 103, 104 del pantógrafo 100 en tránsito, visto desde arriba.

Preferiblemente, las dos cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo son posicionadas de acuerdo con una línea base horizontal. Como se conoce, el término "línea base" indica la distancia entre los ejes ópticos de un par de cámaras de vídeo estéreo. En este caso, la línea base está comprendida entre 10 y 50 cm.

45 Más preferiblemente, los medios 3 de detección para detectar el paso del pantógrafo 100 comprenden dos telémetros 3a, 3b láser de un tipo conocido dispuestos de acuerdo con una línea base horizontal a una distancia preestablecida d_{el} entre sí. Los dos telémetros 3a, 3b láser también yacen en el mismo eje horizontal como las dos cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo y están interpuestos entre estas cámaras de vídeo (véase figura 6).

50 De acuerdo con la invención, un primer poste 8 está ubicado en cada estación 2 de monitorización y porta los telémetros 3 láser, el primer panel 6 y el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo.

55 Cada estación 2 de monitorización comprende un primer procesador 9a local o maestro, el cual está configurado para calcular la disparidad entre las imágenes adquiridas por cada par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo.

Preferiblemente, la disparidad es calculada usando algoritmos de un tipo conocido.

60 Dado que no es posible obtener una alineación horizontal perfecta del par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo, el primer procesador 9a local también está configurado preferiblemente para realizar la rectificación de las imágenes adquiridas. En particular, la rectificación se lleva a cabo por medio de algoritmos conocidos. Por último, dado que las lentes de las cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo introducen distorsiones, el primer procesador 9a local también está configurado preferiblemente para realizar la corrección de distorsión de las imágenes adquiridas (esto también por medio de algoritmos conocidos).

65 Preferiblemente, un módulo de almacenamiento de datos (no se ilustra) también está presente en cada estación 2 de monitorización.

Los datos meteorológicos tales como temperatura del aire y dirección y velocidad del viento detectados por una estación meteorológica (de un tipo conocido) están entre los datos significativos almacenados en el módulo de almacenamiento.

Además, es posible registrar datos relativos a:

- diagnósticos relacionados con la operación de las cámaras de vídeo, fuentes de LED y baterías;

- posición de la línea de contacto aérea del pantógrafo;

- dirección de desplazamiento y velocidad del vehículo ferroviario;

- identificación del vehículo.

El sistema 1 comprende además un procesador 11 central que se comunica con las estaciones 2 de monitorización por medio de una conexión cableada o inalámbrica. Preferiblemente, el procesador 11 central es un servidor remoto adaptado para recibir datos (entre los cuales está el mapa de disparidad) de los procesadores 9a maestros locales de las estaciones 2 de monitorización, que funcionan como clientes.

Cada estación 2 de monitorización comprende:

- un segundo medio 14 de iluminación para iluminar una segunda zona aérea en la cual pasa la porción restante del pantógrafo 100;

- una cámara 15 de vídeo adicional para adquirir imágenes de la segunda zona aérea.

Preferiblemente, la cámara 15 de vídeo adicional es una cámara de vídeo matriz y tiene una resolución de 2-16 Mpíxeles.

El segundo medio 14 de iluminación para iluminar la segunda zona aérea se realiza con tecnología LED.

El segundo medio 14 de iluminación comprende un segundo panel 16 que tiene una extensión plana y porta una pluralidad de fuentes 17 de LED. Preferiblemente, cada fuente 17 de LED puede ser orientada a lo largo de dos ejes (ejes de "paneo/inclinación").

En particular, el segundo panel 16 está situado a una altura preestablecida con respecto al suelo T y orientado de tal manera que emita un haz de luz que inunda la segunda zona aérea.

De acuerdo con la invención, la porción restante del pantógrafo 100 que pasa y es iluminada y adquirida en la segunda zona aérea corresponde a la porción de extremo que no está cubierta por la primera zona aérea (es decir, el otro de los dos cuernos 103, 104).

En cada estación 2 de monitorización, el segundo panel 16 y la cámara 15 de vídeo adicional están dispuestos y orientados de tal forma que las imágenes adquiridas de la segunda zona aérea correspondiente son marcos aún no adquiridos del cuerno 103, 104 del pantógrafo 100 en tránsito, visto desde arriba.

De acuerdo con la invención, un segundo poste 18 está ubicado en cada estación 2 de monitorización y porta el segundo panel 16, la cámara 15 de vídeo adicional y un segundo procesador 9b local que se comunica con el primer procesador 9a local. En particular, el primer procesador 9a local funciona como el "maestro" y el segundo procesador 9b local como el "esclavo". La comunicación entre los dos procesadores 9a, 9b locales es preferiblemente inalámbrica.

En particular, el primer poste 8 y el segundo poste 18 están ubicados en lados opuestos con respecto a la línea de contacto aérea.

El sistema para la inspección 1 por vídeo descrito hasta aquí está adaptado para monitorizar el pantógrafo 100 para una línea de vía única.

En el caso de una línea de doble vía, se deben monitorizar las condiciones de dos pantógrafos 100, un pantógrafo 100 que está asociado con la locomotora de la vía Ba de salida y uno asociado con la locomotora de la vía Br de llegada.

La estructura del sistema 1 para una línea de doble vía es similar a la de una línea de vía única, con la necesaria duplicación de algunos elementos.

En particular, cada estación 2 de monitorización de la vía Ba de salida resulta ser "distribuida" en el primer poste 8 y en el segundo poste 18 como sigue:

- el primer poste 8, que está ubicado al lado de la vía Ba de salida, soporta el telémetro 3 láser (o los dos telémetros 3a, 3b láser), el primer panel 6, el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo y el primer procesador 9a local;

- el segundo poste 18, que está ubicado al lado de la vía Br de llegada, soporta el segundo panel 16, la cámara 15 de vídeo adicional y el segundo procesador 9b local.

De una manera similar, cada estación 2 de monitorización de la vía Br de llegada es distribuida en los mismos dos postes 8, 18, pero con funciones invertidas. De hecho, en este caso es el segundo poste 18 que porta el telémetro 3 láser (o los dos telémetros 3a, 3b láser), el primer panel 6, el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo y el primer procesador 9a local para la vía Br de llegada. El primer poste 8 en vez porta el segundo panel 16, la cámara 15 de vídeo adicional y el segundo procesador 9b local.

Preferiblemente, el primer poste 8 comprende una caja 19 de alojamiento para el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo que están operativamente activas en el pantógrafo 100 para la vía Ba de salida y para la cámara 15 de vídeo adicional que está operativamente activa en el pantógrafo 100 para la vía Br de llegada.

El telémetro 3 láser (o los dos telémetros 3a, 3b láser) que está operativamente activo en el pantógrafo 100 para la vía Ba de salida también está dispuesto en esta caja 19 de alojamiento.

El segundo poste 18 comprende una caja 29 de alojamiento para el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo que están operativamente activas en el pantógrafo 100 para la vía Br de llegada y para la cámara 15 de vídeo adicional que está operativamente activa en el pantógrafo 100 para la vía Ba de salida.

El telémetro 3 láser (o los dos telémetros 3a, 3b láser) que está operativamente activo en el pantógrafo 100 para la vía Br de llegada también está dispuesto en esta caja 29 de alojamiento.

En cada poste 8, 18, los paneles 6, 16 pueden estar dispuestos a diferentes alturas (como en la figura 3) o a la misma altura (como en las figuras 4 y 5). En el caso en el cual los paneles 6, 16 están a la misma altura, están inclinados en diferentes ángulos, con respecto al suelo, (como se muestra en la figura 5) debido a que necesitan iluminar una primera zona aérea de paso del pantógrafo para la vía más cercana y una segunda zona aérea de paso del pantógrafo para la vía más lejana, respectivamente.

En vez de emplear cuatro paneles, una realización variante (no se ilustra) emplea:

- solo un panel en el primer poste 8, comprendiendo dicho panel varias fuentes de LED que pueden orientarse de tal manera que iluminen la primera zona aérea en la cual pasa la porción de extremo superior y externa del pantógrafo 100 asociado con la vía Ba de salida, y varias fuentes de LED que pueden orientarse de tal manera que iluminen la segunda zona aérea en la cual pasa una porción de extremo interna del pantógrafo 100 asociado con la vía Br de llegada;

- solo un panel en el segundo poste 18, comprendiendo dicho panel varias fuentes de LED que pueden orientarse de tal manera que iluminen la primera zona aérea en la cual pasa la porción de extremo superior y externa del pantógrafo 100 asociado con la vía Br de llegada, y varias fuentes de LED que pueden orientarse de tal manera que iluminen la segunda zona aérea en la cual pasa la porción de extremo interna del pantógrafo 100 asociado con la vía Ba de salida.

Preferiblemente, la instalación de los diversos componentes (cajas 19, 29 de alojamiento, paneles 6, 16, etc.) en los postes 8, 18 es posible debido a una estructura 20 de soporte montada de manera deslizante en cada poste 8, 18 por medio de un mecanismo de polea. De esta manera, los procedimientos de instalación y mantenimiento se hacen más fáciles.

Por ejemplo, una instalación de este tipo, con un panel 26 de iluminación adicional, se muestra en la figura 8.

El módulo 13 de comunicación inalámbrica y los procesadores 9a, 9b locales en vez están ubicados preferiblemente en la base de cada poste 8, 18 para facilitar el acceso a ellos.

Realizaciones alternativas prevén el uso de estructuras de soporte que difieren de los postes 8, 18, pero en cualquier caso, preferiblemente ubicadas al lado de las vías Ba, Br.

El método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea se describe en este documento a continuación.

En aras de la simplicidad, aquí se hace referencia a una línea de vía única en la cual pasa una locomotora con el relativo pantógrafo 100.

En cada estación 2 de monitorización, el telémetro 3 láser posicionado en el primer poste 8 detecta el paso del pantógrafo 100 y genera una señal S1 de activación para una unidad 12 de control que controla las fuentes 7 de LED del primer panel 6 de tal manera que se activen estas fuentes 7 y así iluminar la primera zona aérea.

La unidad 12 de control que controla las fuentes 7 de LED, a su vez, envía una señal S2 de sincronización al par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo (previamente calibradas de acuerdo con técnicas conocidas), las cuales adquieren imágenes de la primera zona aérea.

En particular, las imágenes adquiridas son de las tiras 101, 102 de contacto y el cuerno 103 externo (el más cercano al primer poste 8) del pantógrafo 100 en tránsito, visto desde arriba.

El primer procesador 9a local calcula la disparidad entre las imágenes adquiridas y la envía al procesador 11 central.

La señal S2 de sincronización también es enviada a las fuentes 17 de LED del segundo panel 16 y a la cámara 15 de vídeo adicional, todas las cuales están situadas en el segundo poste 18. En otras palabras, el primer panel 6 realiza la función del "maestro", y el segundo panel 16 realiza la función del "esclavo". En una realización variante, la función del "maestro" se realiza directamente por el par de cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo. La señal S2 de sincronización es enviada desde el primer poste 8 al segundo poste 18 por medio de un módulo 13 de comunicación inalámbrica ubicado en el primer poste 8. En una realización variante, el módulo 13 de comunicación es incorporado en el primer panel 6. En respuesta a la señal S2 de sincronización, las fuentes 17 de LED del segundo panel 16 se encienden y la cámara 15 de vídeo adicional adquiere imágenes de la segunda zona aérea. En particular, las imágenes adquiridas son del cuerno 104 interno (el más cercano al segundo poste 18) del pantógrafo 100 en tránsito, visto desde arriba.

Estas imágenes también son enviadas al procesador 11 central, el cual está configurado para reconstruir el modelo tridimensional del pantógrafo 100.

El procesador 11 central está configurado además para comparar el modelo reconstruido del pantógrafo 100 para cada estación 2 de monitorización con un modelo ideal del pantógrafo 100 de tal manera que se obtenga información sobre el estado de desgaste del pantógrafo 100.

Además, la vista estereoscópica de las dos cámaras 5a, 5b de vídeo hace posible tomar mediciones espaciales absolutas y no solo mediciones relativas.

Por lo tanto, el procesador 11 central está configurado para procesar el modelo reconstruido y obtener dimensiones de posibles grietas, áreas afectadas por el desgaste, etc., sin la necesidad de comparación con el modelo ideal.

Preferiblemente, para cada estación 2 de monitorización, se selecciona la primera zona aérea que va a ser iluminada de tal manera que se incluya también una sección de la línea de contacto aérea. De esta manera, la información relativa a la posición de esta sección durante el paso del pantógrafo 100 es obtenida a partir del cálculo de disparidad realizado por el procesador 9a local.

Preferiblemente, el procesador 11 central también está configurado para comparar la posición de la sección de la línea de contacto aérea durante el paso del pantógrafo 100 y la posición de esta sección en la ausencia del pantógrafo 100, es decir, en reposo.

La realización que emplea dos telémetros 3a, 3b láser interpuestos entre las cámaras 5a, 5b de vídeo estéreo hace posible detectar el paso del pantógrafo 100 y calcular velocidad del mismo (y por lo tanto también la velocidad del tren).

En particular, en cada estación 2 de monitorización, uno de los dos telémetros - al cual se llamará el "primer telémetro 3a" - posicionado en el primer poste 8 es el primero en detectar el paso del pantógrafo 100 y genera una primera señal activadora TGR1. El otro telémetro - al cual se llamará el "segundo telémetro 3b" - posicionado en el mismo poste 8 detecta el paso del pantógrafo 100 subsecuentemente, generando una segunda señal activadora TGR2 la cual se retrasa con respecto a la primera señal activadora TGR1. Se conoce la distancia preestablecida d_{tel} entre los dos telémetros 3a, 3b (esto es una restricción de diseño) y es medible el retraso de tiempo Δt_{tel} entre la primera y la segunda señales activadoras TGR1, TGR2. Por lo tanto, la velocidad V del pantógrafo 100 (y del tren) se puede obtener usando la siguiente relación:

$$V \text{ (km/h)} = d_{tel} \text{ (mm)} / \Delta t_{tel} \text{ (ms)} * 3,6.$$

Habiendo calculado la velocidad V del pantógrafo 100, luego se genera la señal S1 de activación para activar las fuentes 7 de LED y las cámaras 5a, 5b de vídeo son sincronizadas como se explica anteriormente. La ventaja de usar los dos telémetros 3a, 3b yace en el hecho de que conocer la velocidad V del pantógrafo 100 hace posible calcular el instante exacto en el cual se debe generar la señal de activación para activar las fuentes 7 de LED y cámaras 5a, 5b

de vídeo, de tal manera que las porciones del pantógrafo 100 adquiridas en la primera zona aérea siempre caigan dentro de la misma área de la imagen, independientemente del modelo del pantógrafo 100. Las características de un sistema y método para la inspección por vídeo de un pantógrafo a lo largo de una línea de contacto aérea, de acuerdo con la presente invención, resultan ser claras a partir de la descripción proporcionada, al igual que las ventajas de los mismos.

En particular, el uso de un par de cámaras de vídeo estéreo para cada estación de monitorización hace posible reconstruir un modelo tridimensional muy preciso del pantógrafo, el cual no está comprometido por la velocidad de la locomotora (la cual puede alcanzar una velocidad de hasta 300 km/h por ejemplo).

Al comparar el modelo tridimensional así reconstruido con el modelo ideal del pantógrafo, por lo tanto es posible obtener información fiable relativa a las condiciones reales del pantógrafo (áreas afectadas por desgaste, grietas, desbastado, defectos, etc.) y así planificar procedimientos de mantenimiento o reemplazo.

Además, el uso de una cámara de vídeo adicional hace posible completar el modelo reconstruido del pantógrafo debido a la adquisición de imágenes del cuerno más lejano.

El método propuesto también permite la monitorización de la presión del pantógrafo en la línea aérea (cable), evitando así el uso de instrumentos adicionales a bordo de la línea.

Adicionalmente, a diferencia de las soluciones que emplean sensores del tipo "escáner láser", que requieren colocación en marcos por encima de las vías, en este caso el par de cámaras de vídeo estéreo y las fuentes de LED pueden ser posicionadas en sitios más seguros junto a la línea.

Por ejemplo, pueden ser posicionadas en postes u otros soportes laterales sin afectar la calidad de las imágenes adquiridas.

Adicionalmente, se pueden usar infraestructuras ya existentes a lo largo de las líneas férreas, con ventajas obvias en términos del espacio ocupado, eficiencia y costes.

Esto también hace posible simplificar la instalación y mantenimiento del sistema de inspección por vídeo.

Además, la misma infraestructura de soporte se puede usar para el sistema aplicado a líneas de vía única y para el sistema aplicado a líneas de doble vía.

El uso de tecnología de iluminación LED satisface las necesidades relacionadas con la duración y fiabilidad de estos tipos de sistemas. Además, la redundancia de las fuentes de LED proporciona la continuidad de uso del sistema incluso en el caso de falla de algunas fuentes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la inspección (1) por vídeo de un pantógrafo (100) que comprende tiras (101, 102) de contacto en la porción central superior y cuernos (103, 104) en las porciones de extremo a lo largo de una línea de contacto aérea en una vía de ferrocarril, que comprende:

una pluralidad de estaciones (2) de monitorización, cada una de las cuales comprende:

- medios (3) de detección para detectar el paso del pantógrafo (100) que comprende al menos un telémetro láser;

- un primer medio (4) de iluminación para iluminar una primera zona aérea en la cual pasa una porción del pantógrafo (100), comprendiendo dicho primer medio (4) de iluminación un primer panel (6) que tiene una extensión plana y porta una pluralidad de fuentes (7) de LED;

- al menos un par de cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo para adquirir imágenes de dicha primera zona aérea;

- un primer procesador (9a) local configurado para calcular la disparidad entre las imágenes adquiridas por cada par de cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo;

- un segundo medio (14) de iluminación para iluminar una segunda zona aérea en la cual pasa la porción restante del pantógrafo (100), comprendiendo dicho segundo medio (14) de iluminación un segundo panel (16) que tiene una extensión plana y porta una pluralidad de fuentes (17) de LED;

- una cámara (15) de vídeo adicional para la adquisición de imágenes de dicha segunda zona aérea;

- una primera y una segunda estructuras (8, 18) de soporte situadas al lado de la vía y en lados opuestos con respecto a dicha línea de contacto aérea,

en donde la primera estructura (8) de soporte porta dicho telémetro (3) láser,

dicho primer panel (6) y dichas cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo, mientras que la segunda estructura (18) de soporte porta dicho segundo panel (16) y dicha cámara (15) de vídeo adicional, estando dichas cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo y dicho primer panel (6) dispuestos y orientados de tal forma que las imágenes adquiridas de la primera zona aérea son marcos de la porción central superior y una porción de extremo del pantógrafo (100) visto desde arriba en tránsito, estando dicha cámara (15) de vídeo adicional dispuesta y orientada de tal forma que las imágenes adquiridas de la segunda zona aérea correspondiente son marcos de la porción de extremo restante del pantógrafo (100) visto desde arriba en tránsito;

comunicándose un procesador (11) central con las estaciones (2) de monitorización por medio de una conexión cableada o inalámbrica, estando dicho procesador (11) central configurado para recibir el cálculo de la disparidad del primer procesador (9a) local de cada estación (2) de monitorización y las imágenes adquiridas de la cámara (15) de vídeo adicional, para reconstruir el modelo tridimensional del pantógrafo (100) y comparar dicho modelo reconstruido con un modelo ideal del pantógrafo (100) de tal manera que se obtenga información sobre el estado de desgaste del pantógrafo (100) en sí.

2. Sistema para inspección (1) por vídeo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichas cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo están dispuestas de acuerdo con una línea base horizontal.

3. Sistema para inspección (1) por vídeo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dichos medios (3) de detección para detectar el paso del pantógrafo comprenden dos telémetros (3a, 3b) láser interpuestos entre dichas cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo y dispuestos de acuerdo con la misma línea base horizontal.

4. Sistema para inspección (1) por vídeo de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho primer panel (6) está situado a una altura preestablecida con respecto al suelo (T) y está orientado de tal manera que emita un haz de luz que inunda dicha primera zona aérea.

5. Sistema para inspección (1) por vídeo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho segundo panel (16) está situado a una altura preestablecida con respecto al suelo (T) y está orientado de tal manera que emita un haz de luz que inunda dicha segunda zona aérea.

6. Método para la inspección por vídeo de un pantógrafo (100) que comprende tiras (101, 102) de contacto en la porción central superior y cuernos (103, 104) en las porciones de extremo a lo largo de una línea de contacto aérea en una vía de ferrocarril usando el sistema para inspección (1) por vídeo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las etapas de:

detectar el paso del pantógrafo (100) en una pluralidad de estaciones (2) de monitorización;

en cada estación (2) de monitorización, en respuesta a la detección del paso del pantógrafo (100), iluminar una primera zona aérea en la cual pasa una porción del pantógrafo (100) e iluminar una segunda zona aérea en la cual pasa la porción restante del pantógrafo (100);

5 en cada estación (2) de monitorización, durante la etapa de iluminar la primera zona aérea, adquirir imágenes de dicha primera zona aérea por medio de dicho par de cámaras (5a, 5b) de vídeo estéreo y durante la etapa de iluminar la segunda zona aérea, adquirir imágenes de dicha segunda zona aérea por medio de dicha cámara (15) de vídeo adicional;

10 calcular la disparidad entre las imágenes adquiridas para la primera zona aérea en cada estación (2) de monitorización;

reconstruir el modelo tridimensional del pantógrafo (100) partiendo de la disparidad calculada para cada estación (2) de monitorización y de las imágenes adquiridas por dicha cámara (15) de vídeo adicional;

15 comparar dicho modelo tridimensional reconstruido con un modelo ideal del pantógrafo (100), de tal manera que se obtenga información sobre el estado de desgaste del pantógrafo (100).

FIG. 1

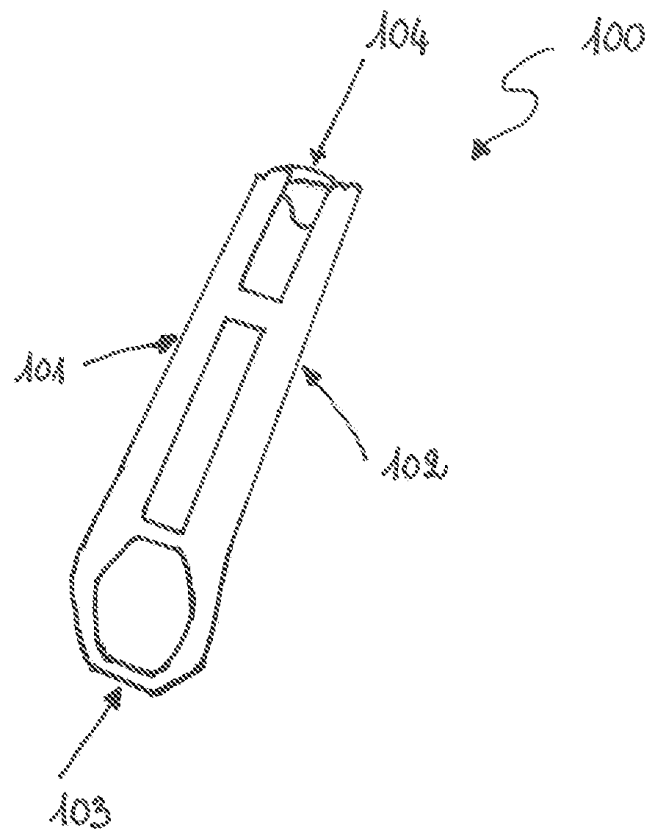


FIG. 2

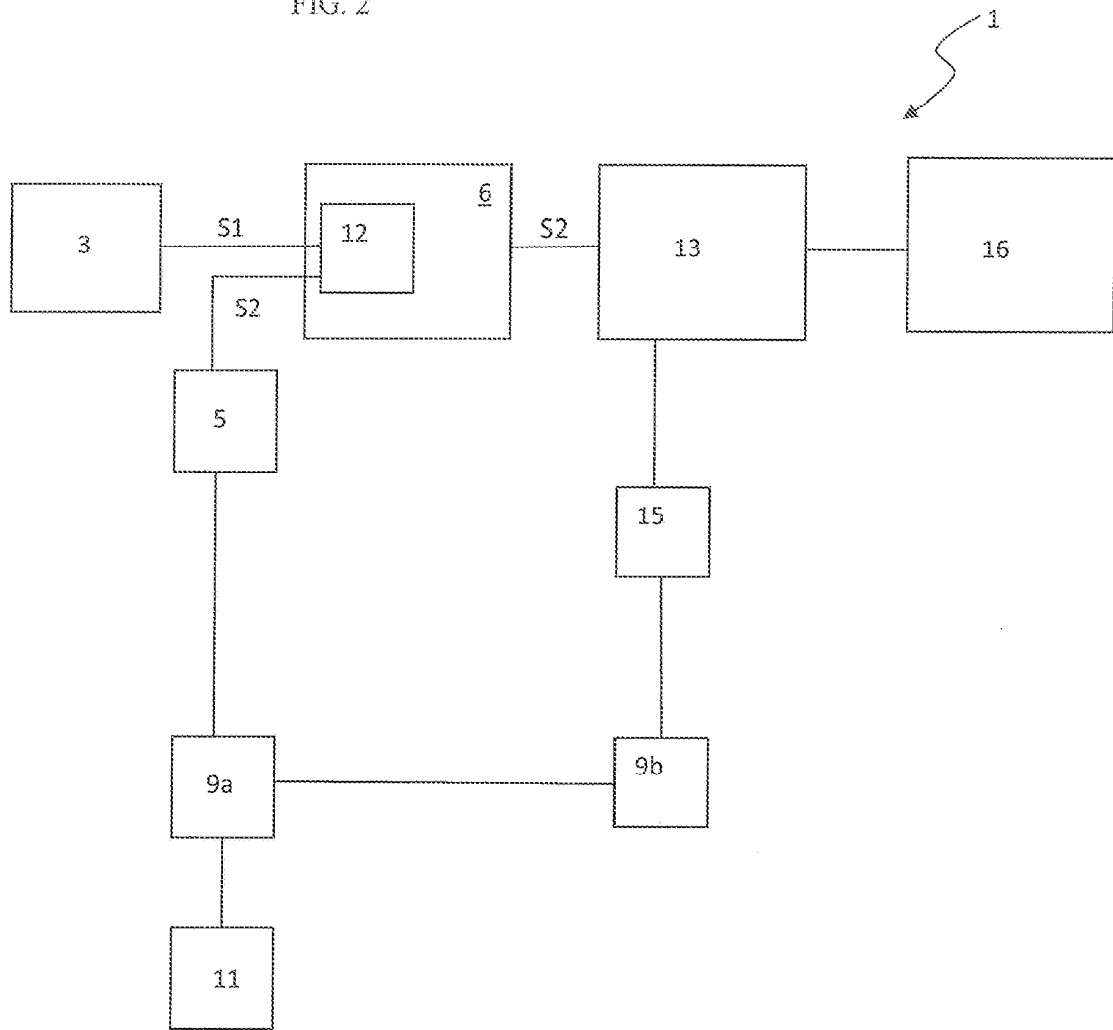


FIG. 3

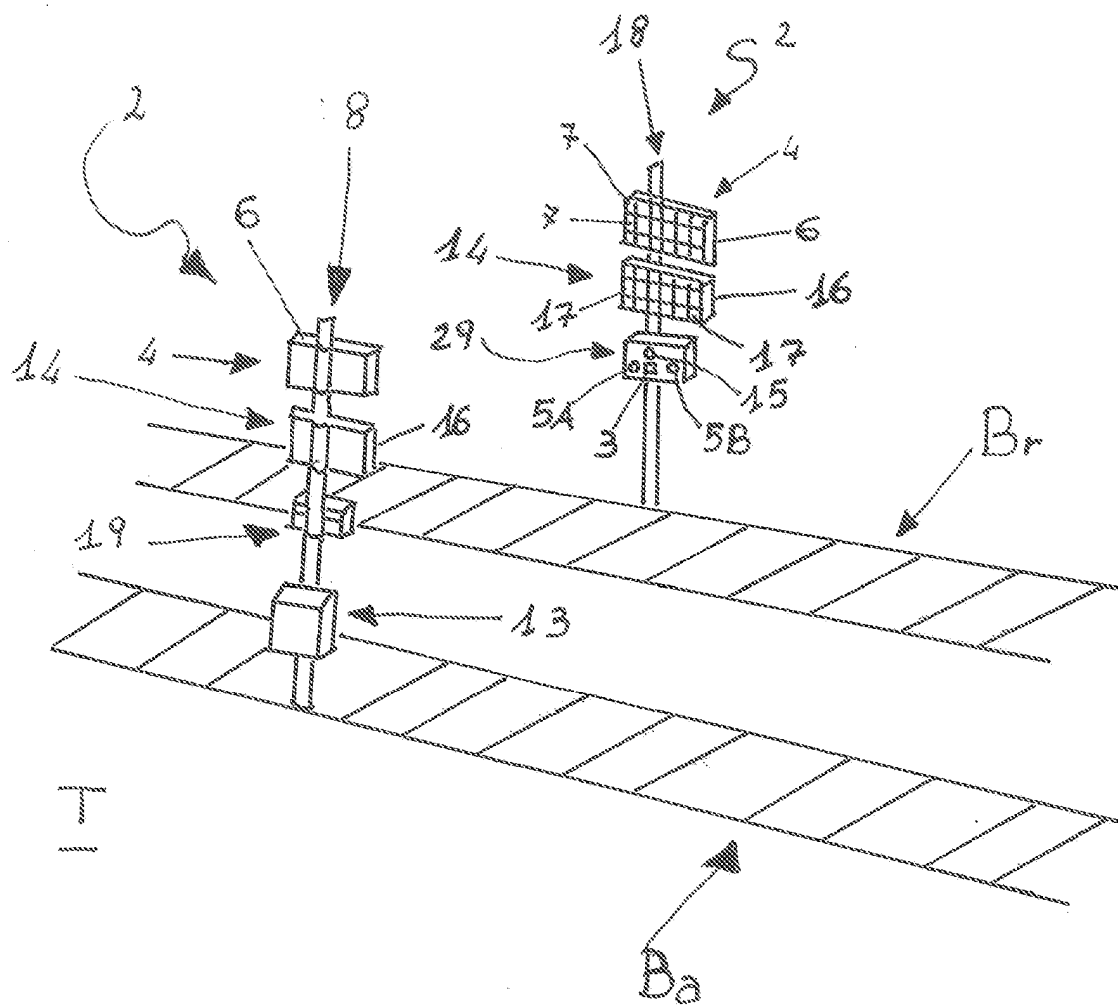


FIG. 4

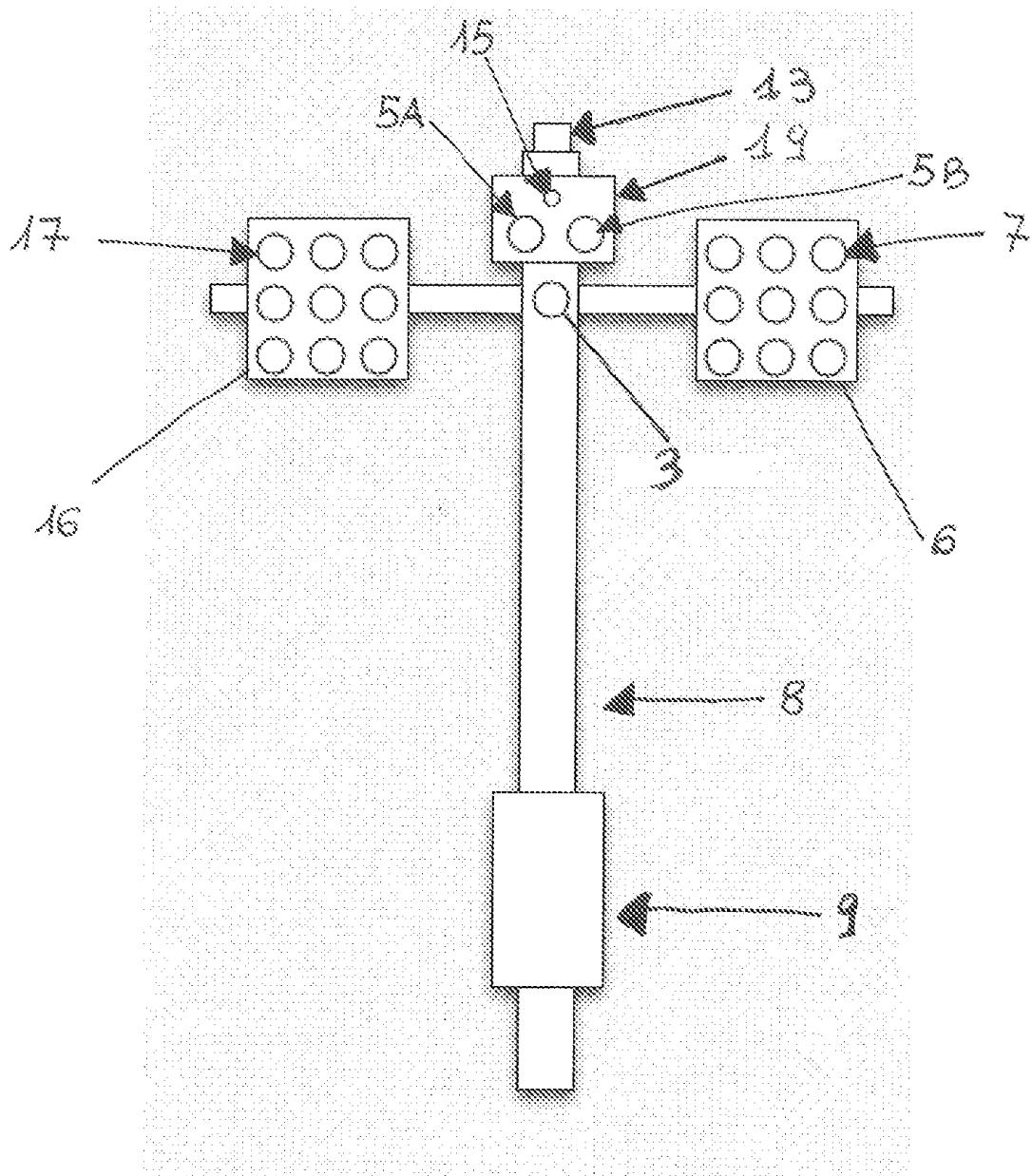


FIG. 5

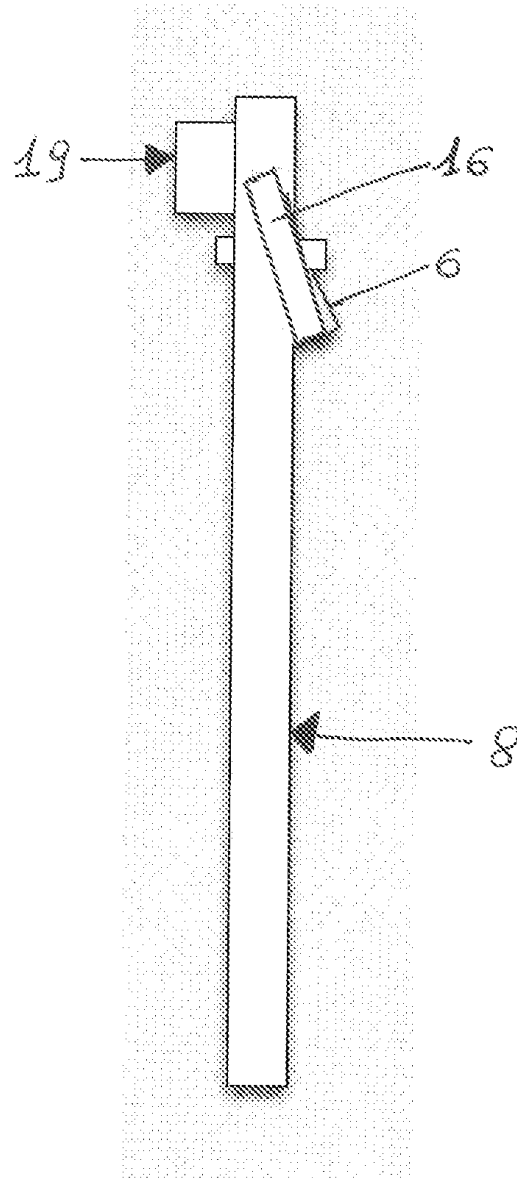


FIG. 6

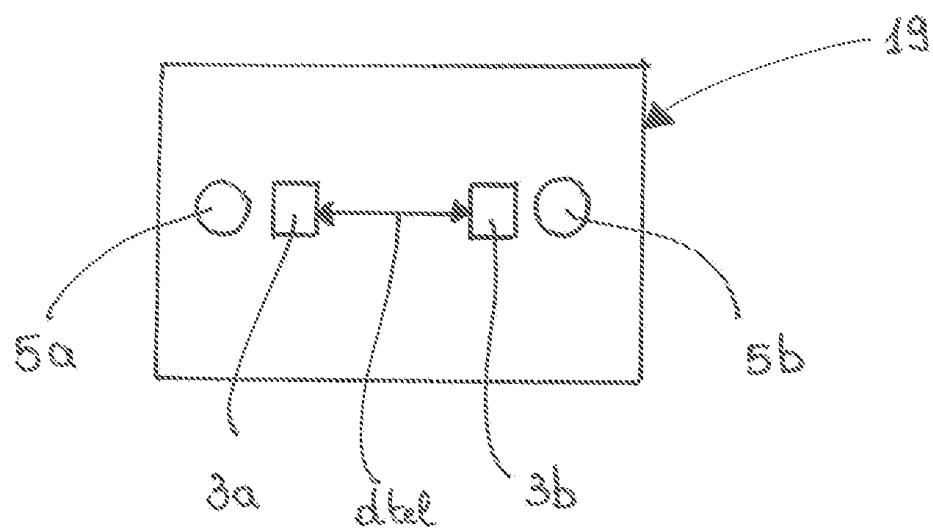


FIG. 7

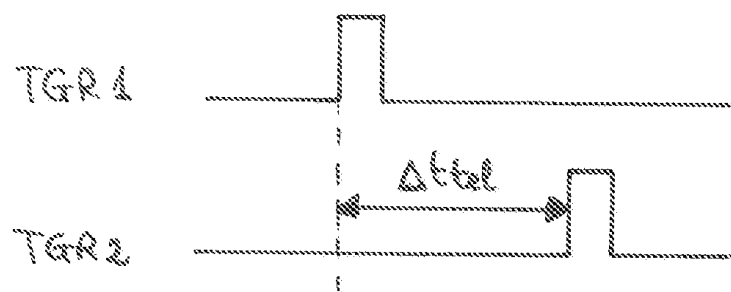


FIG. 8

