

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 339**

51 Int. Cl.:

G01B 5/14 (2006.01)

E01B 35/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2005** **E 05823484 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015** **EP 1955010**

54 Título: **Sistema y método para controlar y almacenar simultáneamente los parámetros físicos durante las operaciones de ajuste de las tensiones internas para la instalación del carril largo soldado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2015

73 Titular/es:

PISANI, GIORGIO (100.0%)
VIA PARETO 20
27058 VOGHERA (PV), IT

72 Inventor/es:

PISANI, GIORGIO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 554 339 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

- 5 Sistema y método para controlar y almacenar simultáneamente los parámetros físicos durante las operaciones de ajuste de las tensiones internas para la instalación del carril largo soldado
- La presente invención trata de un sistema y un método para controlar y almacenar simultáneamente los parámetros físicos que cambian durante el proceso de ajuste de la tensión interna para la instalación del denominado "carril largo soldado" (LWR)
- 10 Casi todos los ferrocarriles que operan, están contruidos con carriles de tipo 50 y 60 UNI soldados entre sí, con la expansión impedida por la resistencia opuesta del conjunto carril y balasto. Por lo tanto, las tensiones de compresión o de tracción se producen en los carriles, durante las operaciones, cuando cambia la temperatura. Las empresas ferroviarias establecen la temperatura de ajuste para cada tramo de vía y los carriles no deberían tener ningún tipo de tensión interno cuando se alcanza dicha temperatura. Esto permite garantizar el equilibrio de tensión necesario para la estabilidad los
- 15 equipos ferroviarios en cualquier condición ambiental. La operación para garantizar el equilibrio de tensión se llama "operación de ajuste de las fuerzas internas del carril largo soldado".
- Operativamente, las operaciones de ajuste de las fuerzas internas del carril largo soldado, se realizan al obligar a los carriles sin restricciones, es decir, desconectada de la traviesas, al ser estiradas mecánicamente - a temperaturas inferiores con respecto a la temperatura de ajuste - con el fin de llegar a la misma longitud causada por el calentamiento debido a la diferencia térmica equivalente.
- 20 Normalmente las operaciones de ajuste de las tensiones se realizan usando dispositivos llamados abrazaderas tramo ferroviario, capaces de llevar a cabo las extensiones mecánicas calculadas sobre tramos ferroviarios que tienen una longitud de hasta 864 m. Esta longitud es el valor máximo utilizado por la empresa ferroviaria italiana, pero otras compañías ferroviarias podrían utilizar diferentes valores. La longitud del carril entero se divide en dos semi-secciones, dentro cuyos "cuartos" de referencia se consideran fijados; para cada "cuarto", tiene que ser verificada la proporcionalidad de su elongación con respecto a toda la elongación calculada sobre la semi- sección del carril entero.
- 25 En la actualidad, la verificación de la proporcionalidad de estiramiento se realiza por varias personas de servicio encargadas, que se mueven en muchas ocasiones a lo largo de toda la longitud del riel durante el ajuste con el fin de evaluar a la vista de los desplazamientos de los signos dibujados en los carriles con respecto a las traviesas de la que dichos carriles han sido liberados temporalmente. La detección de defectos y la consiguiente comunicación a los equipos de trabajadores que realizan la liberación mecánica de los carriles de sus restricciones, son a menudo inoportunos, debido
- 30 al tiempo necesario para la circulación de uno a otro puesto de control.
- Varios sistemas para la medición de parámetros se dan a conocer en la técnica anterior. Por ejemplo el documento JP11172606 da a conocer un detector de un fenómeno indeseable: el deslizamiento de dispositivos de fijación, es decir, pernos, fijación del carril a las traviesas. El dispositivo está montado sobre un carro o camión que viaja sobre carriles, y al mismo tiempo detecta el punto de deslizamiento, en su caso, y la posición sobre los carriles donde este deslizamiento se produce utilizando un dispositivo de señalización de fijación que tiene una forma diferente y se encuentra en posiciones específicas a lo largo de la longitud del carril. El detector puede indicar, aproximadamente, donde y en qué intervalo de los carriles, un dispositivo de fijación se ha deslizado. A grandes rasgos, este dispositivo mide y almacena parámetros variables físicos del carril como el objeto de nuestra invención, pero, mas específicamente, se detecta la posición correcta de los
- 40 dispositivos de fijación de carril con el fin de señalar la integridad del carril. En lugar de ello, el objeto de nuestra invención es la medida exacta de el alargamiento de una sección de carril durante el ajuste de las tensiones internas durante la instalación de los rieles que, por definición, se hace sin dispositivos de fijación y sin trenes.
- 45 El documento SU939621 describe un dispositivo de medición para los carriles, pero que mide el desplazamiento lateral de un carril, es decir el ancho de la vía, o la distancia entre los carriles perpendicular a su longitud
- 50 El documento FR2539866 describe un dispositivo de medición de la holgura residual por debajo de los dispositivos de fijación elástica tipo "Nabla".
- 55 El documento JP2005-326372 se refiere a un dispositivo de medición de asentamiento y un método de medición de una vía férrea capaz de medición de subsidencia (que son esencialmente mediciones verticales) de una vía y de un asiento de la vía en el estado estático, en el que un vehículo no pasa, y la solución de medición de un carril en el estado dinámico en el tiempo de paso del vehículo.
- 60 El documento EP0592031 describe un sistema para la detección de uno o más vehículos, tales como un tren, en una vía férrea.
- El documento US 5205368 describe un aparato y un método para medir las fuerzas verticales ejercidas encima un par de carriles, soportados por las traviesas, por un vehículo ferroviario soportado por dichos carriles. Dicho carril ha insertado en ellos un dispositivo de medición de una fuerza y la señal es captada de forma remota desde la unidad de control.
- 65

5 Así el documento US 5205368 como los demás documentos que describen los parámetros más cercanos a las encuestas de la técnica anterior con respecto a los carriles y / o a los trenes que pasan en los carriles para preservar la seguridad de los ferrocarriles. Cada documento da a conocer la forma de la medida y el estudio de diferentes parámetros, que de acuerdo a sus características físicas, necesitan diferentes instrumentación para ser capturados por lo que cada evaluación de un parámetro determinado es un argumento para ser tratado como nueva por sí mismo y en el contexto en el que se mitiga. Ahora no es de interés y no se sabe cómo se hizo el estudio de los parámetros presentados en los documentos descritos, pero, en particular, es conocida la medida de las tensiones internas horizontales en correlación con la temperatura que nunca se ha propuesto antes y más en particular, la evaluación se ha hecho hasta ahora solamente por la evaluación a la vista.

10 Por tanto, es evidente que ninguno de los documentos antes mencionados cumple con los objetos de esta invención.

15 Es por tanto un objeto de la presente invención proporcionar un sistema y un método para controlar de forma simultánea y almacenar los parámetros físicos que cambian durante las operaciones de ajuste de la tensión interna en la instalación del llamado carril largo soldado y que permiten simultáneamente y de forma remota controlar las temperaturas y flexibilidades de dicho carril durante todas las etapas de regulación de la tensión, a través de un dispositivo mecánico, fácil de fijar, en posiciones predeterminadas, en el carril.

20 El sistema, de acuerdo con la presente invención, comprende una unidad de procesamiento principal remoto, que consta de un ordenador provisto de una tarjeta de interfaz adecuada de acuerdo con una realización preferida, y uno (o más) dispositivos mecánicos de detección dispuestos en posiciones predeterminadas sobre el riel, adaptados para detectar la temperatura y el equilibrio de tensión ejercidos en el carril, conectados a la unidad principal de procesamiento remoto a través de un sistema de comunicación inalámbrico o un sistema equivalente y capaz de funcionar al mismo tiempo en ambos carriles de una vía.

25 El sistema y método de acuerdo con la presente invención tienen las características expuestas en las reivindicaciones independientes 1 y 11. Otras características ventajosas de dicho sistema se exponen en las reivindicaciones dependientes.

30 Características y ventajas de la invención serán mejor descritos con mayor detalle en lo sucesivo, también con la ayuda de los dibujos anexos que muestran realizaciones ilustrativas pero no limitativas del componente principal del sistema para controlar simultáneamente y almacenar los parámetros físicos de la sección de carril. Obviamente, los mismos números de referencia en las diferentes figuras muestran los mismos o equivalentes componentes.

35 La Figura 1 es una vista esquemática axonométrica de un dispositivo de detección mecánico de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral del dispositivo de detección mecánica de la Figura 1.

40 La Figura 3 es una vista en sección lateral que muestra el dispositivo de detección mecánica de la Figura 1 posicionado en una sección de carril.

La Figura 4 es una vista en sección lateral que muestra el dispositivo de detección mecánica de la Figura 1 fijado a una traviesa de la vía.

45 Con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, se muestra una realización de un dispositivo de detección mecánica 1 para el control de la variación de los parámetros físicos (temperatura y / o tensión) durante las operaciones de ajuste de la tensión interna en la instalación del carril largo soldado. El propósito de cada dispositivo de detección 1 es comprobar, durante todas las etapas de liberación y de posterior ajuste de la tensión para una sección de carril genérico 3, todos los datos relacionados con los movimientos longitudinales del carril 3 con respecto a las traviesas subyacentes 5 (Figura 4), completamente no unidas de dicho carril 3, así como para enviar dichos datos a una unidad de procesamiento principal remota a través de un canal de comunicación apropiado. La unidad de procesamiento principal remota puede ser un ordenador provisto de una tarjeta de interfaz adecuada capaz de comunicarse con cada dispositivo de detección 1.

50 Cada dispositivo de detección 1 está hecho de dos componentes separados, un componente principal 7 que contiene los elementos de detección (Figuras 1 y 2) y está configurado para ser fijado a la traviesa (s) 5, y un componente de comprobación 9, adaptado para ser fijado al carril 3. El componente principal del dispositivo de detección 1 se proporciona con una barra de comprobación mecánica 11 mantenido en contacto permanente con el componente de comprobación de 9 a través de un dispositivo de resorte.

60 Por ejemplo, el componente de comprobación 9 se puede fijar al carril 3 a través de un soporte 13 montado sobre la brida 15 de dicho carril 3, y está dispuesta en una posición sustancialmente vertical. La barra de comprobación 11 del componente principal 7 es sustancialmente horizontal y perpendicular al eje de desarrollo del carril 3. La barra de comprobación 11 es integral con el cursor 17 por un transductor de posición electrónico montado en la traviesa 5 a través de un elemento de fijación apropiado, y que es capaz moverse en el interior del dispositivo de detección 1 a lo largo de una guía de deslizamiento lineal 19.

65

La posición de los elementos de comprobación 9 y 11, en contacto físico uno con el otro, tiene el propósito de detectar los movimientos longitudinales únicamente del carril 3, con respecto a las traviesas 5, sin alteraciones debidas a otro lado o desplazamientos verticales impuestas por los trabajos.

5 Además, un sensor termométrico adecuado para detectar la temperatura del carril 3, a ser dispuesto en un alojamiento correspondiente 21, puede ser conectado a cada dispositivo de detección 1.

10 Los datos de desplazamiento y de temperatura detectados por los transductores de posición y por los sensores termométricos, respectivamente, son procesados por una tarjeta electrónica adecuada dispuesta en el alojamiento 23 de cada dispositivo de detección 1 y posteriormente enviados, preferiblemente a través de un dispositivo de comunicación inalámbrico integrado en dicha tarjeta electrónica, a la unidad de procesamiento principal remota. La operación de todos los equipos incluidos en cada dispositivo de detección 1 está asegurada por un paquete de baterías adecuado 25.

15 En lugar del dispositivo descrito anteriormente para comprobar el desplazamiento relativo del carril, es posible sustituir los elementos mecánicos de comprobación y el transductor de posición de cada dispositivo de detección 1 con otros equipos de medición de distancia electrónicos como por ejemplo láser, radar, infrarrojos, ultrasonidos, etc., entrenados también en sus correspondientes elementos de comprobación.

20 Además, los dispositivos de detección descritos anteriormente también pueden estar dispuestos mediante la inversión de la posición de los elementos de comprobación, manteniendo así la misma funcionalidad: el dispositivo de detección 1 conectado al captador de posición se puede fijar al carril 3 en lugar de las traviesas 5, mientras que el elemento comprobación 9 se puede fijar a una de las traviesas 5.

25 La tarjeta electrónica y la batería 25 podrían también estar dispuestas en un cuadro independiente adecuadamente conectado con el dispositivo de detección 1.

30 Los datos de temperatura detectada son utilizados de forma automática por la unidad de procesamiento principal remota para calcular la expansión que debe imponerse a los cuartos de carril de acuerdo con la longitud de semi-sección.

35 La visualización de todos los datos detectados permite a un solo operador evaluar, en tiempo real, el instante en que los carriles pueden ser considerados como completamente libre de limitaciones y para empezar, con un comando simple, las operaciones de ajuste con el almacenamiento simultáneo de los datos de posición detectados por cada dispositivo de detección 1 en dicho instante. Estos datos almacenados se convierten en una referencia para las expansiones proporcionales impuestas.

40 La unidad remota de procesamiento principal continúa el procesamiento, en tiempo real, de los datos recibidos, verificando automáticamente la proporcionalidad de expansión en cada sección de carril, la inmovilidad de los puntos fijos y los desplazamientos con respecto a las tolerancias operativas.

El operador es así capaz de controlar, por sí mismo, todos los datos e indicar, en tiempo real, donde las actividades ferroviarias de sacudida tienen que intensificarse con el fin de obtener una verdadera proporcionalidad de las expansiones impuestas y por lo tanto la homogeneidad de la tensión.

45 La unidad remota de procesamiento principal también puede almacenar automáticamente los datos detectados, lo que permite la posterior visualización y la impresión de los datos de ajuste de la tensión principal que son útiles también para la certificación de la correcta ejecución de todas las operaciones.

50 En resumen, cada aparato para la formación del sistema de detección de acuerdo con la presente invención, funciona de la siguiente manera. Cada dispositivo de detección 1 detecta y sistemáticamente los movimientos longitudinales del carril - desde su aplicación en dicho carril - en cada intervalo de tiempo predeterminado, detectando así la temperatura de los carriles, si es necesario, a través del galgas termométricas adecuadas. Todos los datos detectados se envían, a través de un sistema de comunicación adecuado, a la unidad principal remota de procesamiento que, de antemano:

- 55
- recibe los datos de entrada sobre la línea, vía, dirección del tren y la distinción entre el carril derecho y el izquierdo (en líneas de doble vía ordinaria, el carril de la derecha es el lado de la línea central mientras que el carril izquierdo es el lado de la plataforma, siendo posible cambiar fácilmente esta configuración);
 - recibe los datos de entrada necesarios para definir las longitudes de las semi-secciones, la distancia entre las traviesas y la temperatura de ajuste;
 - 60 • calcula y inserta los datos que faltan de forma automática (los kilómetros progresivos, la longitud de cada semi-sección medida en metros o en el número de traviesas, el número de travieses de cada cuarto y otros datos por la opción inicial);
 - recibe los datos de entrada con respecto a cualquier movimiento de punto fijo detectado en ajuste de operaciones anteriores con el fin de tenerlas en cuenta en posteriores cálculos (este valor es igual a cero por
 - 65 la opción inicial).

Después de que cada dispositivo de detección 1 se ha colocado y activado, la unidad remota de procesamiento principal realiza las siguientes operaciones para cada sección individual de carril:

- 5
- almacena todos los datos enviados por los dispositivos de detección 1 y detecta cualquier falla de transmisión;
 - para cada dispositivo de detección 1, que muestra el desplazamiento del carril en ambas direcciones y la temperatura de los carriles si se ha instalado la galga termométrica;
 - para cada carril individual (izquierdo o derecho) y sobre un comando por parte del operador, se establece el instante para completar las operaciones de liberación de restricciones;
- 10
- almacena, al mismo tiempo, la posición y la temperatura detectada para cada dispositivo de detección 1, siendo estas las informaciones básicas para las operaciones posteriores de ajuste;
 - calcula los valores medios (T_m) de temperatura detectados en cada semi-sección del carril y, de acuerdo con la longitud de la sección del carril, calcula las extensiones de cada semi-sección y de sus cuartos; las extensiones calculadas (ΔL calculada) se muestran en mm en los diagramas de cada cuarto.
- 15

Durante las operaciones de ajuste, la unidad remota de procesamiento principal realiza en tiempo real las siguientes operaciones:

- 20
- procesa los datos de la elongación horizontal detectados por cada dispositivo de detección 1; los valores de los datos se expresan en milímetros, compara dichos datos con los calculados por el sistema, muestra en forma de % las extensiones detectadas en comparación con las teóricas que permitan un control de proporcionalidad (los cálculos se hacen deduciendo el valor de los desplazamientos de cada punto fijo a partir de los valores de elongación detectados) y muestra, con diferentes colores, los valores más allá de las tolerancias predeterminadas.
- 25

Cuando se alcanza la elongación completa de cada semi-sección del carril, se muestra un mensaje para notificar el final de las operaciones de tracción o de calentamiento.

30 El sistema conjunto de detección, de acuerdo con la presente invención, continúa en la adquisición de datos hasta su desconexión. Los datos se almacenan de forma automática, su visualización es rápida y permitida a través de menús posteriormente recuperables. Si se desea, los datos se pueden guardar y almacenar en sólo formato de lectura.

35 Por lo tanto, debe entenderse que el sistema y el método - para el control y el almacenamiento de los parámetros físicos que cambian durante las operaciones de ajuste de la tensión interna del carril descritos hasta ahora en una realización preferida - logra brillantemente los fines previstos porque permite de detectar, transmitir, recoger y calcular, en tiempo real, los datos físicos necesarios para establecer las tensiones en el carril largo soldado de una manera más precisa, fiable y rápida con respecto a la técnica anterior. El sistema permite así una reducción considerable del tiempo de la detección de datos, de su evaluación y de posibilidad de errores debida a una menor incidencia del factor humano.

40 Aunque el sistema y método para controlar las modificaciones de parámetros físicos de la sección de carril de acuerdo con la invención se ha descrito y mostrado sólo con referencia a una realización particular, quedará claro para una persona experta en la técnica que varios cambios, variaciones, sustituciones y adiciones de piezas con otros componentes funcionalmente equivalentes se podrían hacer, sin desviarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

45

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar y almacenar de manera simultánea los parámetros físicos que cambian durante las operaciones de ajuste de la tensión interna en la instalación del llamado carril largo soldado que comprende una unidad remota de procesamiento principal que consta de un ordenador con una tarjeta de interfaz adecuado, y uno o más dispositivos de detección (1) adaptados para ser dispuestos en posiciones predeterminadas sobre los carriles (3) y conectado con dicha unidad remota de procesamiento principal, cada dispositivo de detección (1) adaptado para comprobar, durante todas las etapas de liberación y ajuste la tensión subsiguiente para dicho carril (3) todos los datos relacionados con los movimientos longitudinales de una cierta sección de dicho carril (3) con respecto a las traviesas subyacentes (5) completamente no unido de dicho carril (3) y para enviar dichos datos a dicha unidad remota de procesamiento principal, **caracterizado por que** cada uno de dichos dispositivos de detección (1) está hecho de dos componentes separados, un componente principal (7) que contiene los elementos de detección y está configurado para ser fijado a por lo menos una de dichas traviesas (5), y al menos un componente de control (9) adaptado para ser fijado a dicho carril (3), dicho principal componente (7) de dicho dispositivo de detección (1) está provisto de al menos una barra de comprobación mecánica (11), dicha barra de comprobación mecánica (11) se mantiene en contacto permanente al menos con un dicho componente de control (9) a través de un dispositivo de resorte, comprendiendo dicho sistema una o más galgas termométricas o la detección de la temperatura de una o más secciones del carril (3), y dicho sistema comprende una tarjeta electrónica adaptada para procesar los datos de desplazamiento y la temperatura y enviar estos datos a la unidad remoto principal de procesamiento.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación funcional 1, **caracterizado por que** la barra (11) del componente principal (7) es integral con el cursor (17) de un transductor electrónico de posición montado encima la traviesa (5) a través de un elemento de fijación apropiado, y es capaz de moverse dentro del dispositivo de detección (1) a lo largo de una guía de deslizamiento lineal (19).
3. El sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada componente de control (9) está fijado al carril (3) a través de un soporte (13) montado en la brida (15) de dicho carril (3), y está dispuesto en una posición sustancialmente vertical.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** una o más galgas termométricas están dispuestas en una carcasa adecuada (21), que pueden ser conectados a cada dispositivo de detección (1).
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** cada dispositivo de detección (1) está provisto de un alojamiento (23) para una tarjeta electrónica capaz de procesar los datos de desplazamiento y temperatura detectada por dicho dispositivo de detección (1) respectivamente de posición y de temperatura.
6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** la tarjeta electrónica de cada dispositivo de detección (1) comprende un dispositivo radioeléctrico de comunicación inalámbrica capaz de enviar los datos de desplazamiento y de temperatura a la unidad remota principal de procesamiento.
7. El sistema según las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la operación de todos los equipos incluidos en cada dispositivo de detección (1) está asegurada por una batería adecuada (25).
8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la posición de los dispositivos de detección mecánicos (1, 9) se puede invertir, el dispositivo de detección (1) puede estar conectado al transductor de posición en el carril (3) en lugar de las traviesas (5) y el elemento de control (9) esta fijados a una de las traviesas (5) en lugar de estar fijado al carril (3).
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** los elementos de comprobación mecánica (9, 11) y el transductor de posición de cada dispositivo de detección (1) pueden ser reemplazados con otros equipos de medición de distancia electrónica como el láser, radar, infrarrojos, ultrasonidos, etcétera.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** la tarjeta electrónica y la batería (25) podrían estar dispuestos en una caja independiente correctamente conectada con el dispositivo de detección (1).
11. Un método para controlar y almacenar de forma simultánea los parámetros físicos que cambian durante las operaciones de ajuste de la tensión Interna en la instalación del llamado carril largo soldado, dicho método usando el sistema de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, que comprende los siguientes pasos:
- (a) detectar los datos de desplazamiento y de temperatura por medio de uno o más dispositivos de detección (1),
 - (b) procesar los datos detectados por cada dispositivo de detección (1) en tiempo real,
 - (c) verificar automáticamente la proporcionalidad de expansión en las diferentes secciones del carril (3), y la inmovilidad de los puntos fijos y los desplazamientos con respecto a las tolerancias operativas en tiempo real,
 - (d) y suministrar al operador los datos para la intensificación de las actividades de sacudida en dicho carril (3) con el fin de obtener una verdadera expansión proporcional con respecto a la expansión impuesta y por lo tanto la homogeneidad de la tensión en cada sección de carril (3) en tiempo real.

12. El método según la reivindicación 11, en el que la unidad remota de procesamiento principal puede almacenar automáticamente los datos detectados, permitiendo la visualización posterior y la impresión de los datos principales de ajuste de la tensión para certificar la correcta ejecución de todas las operaciones.

5

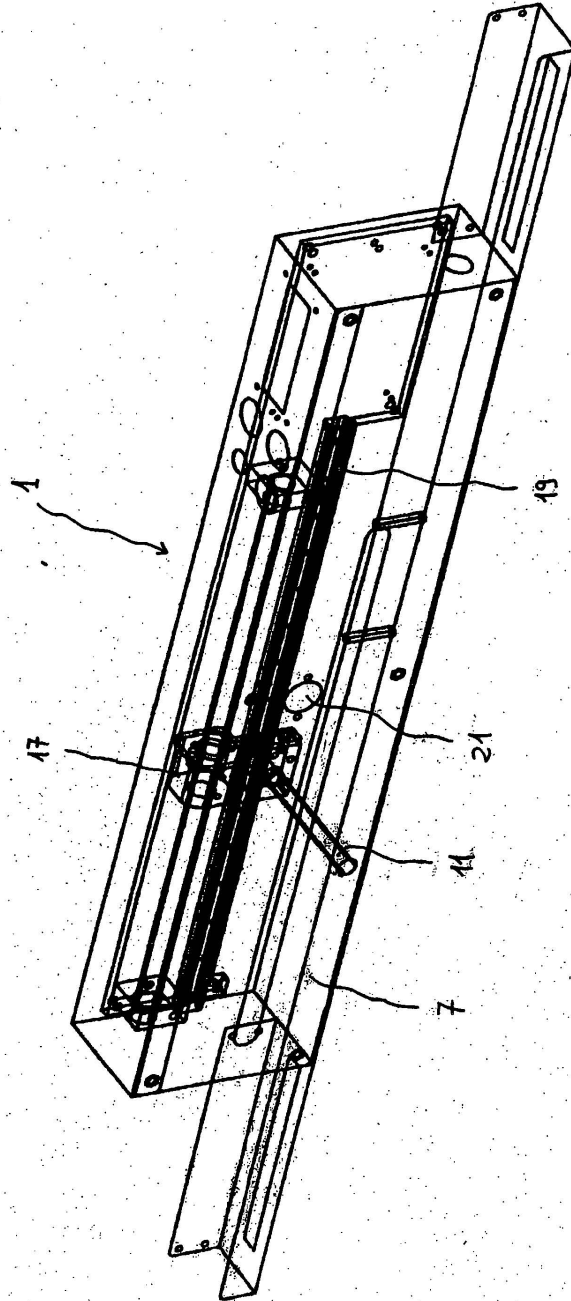


Fig. 1

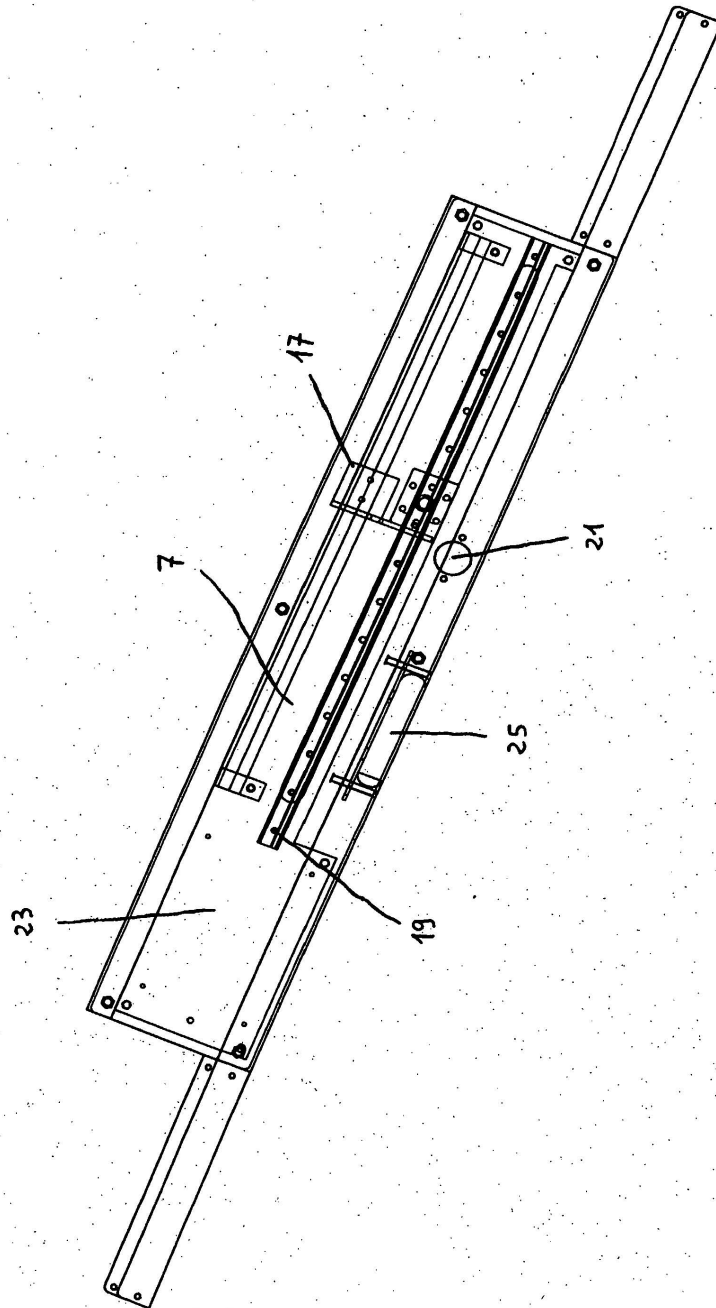


Fig. 2

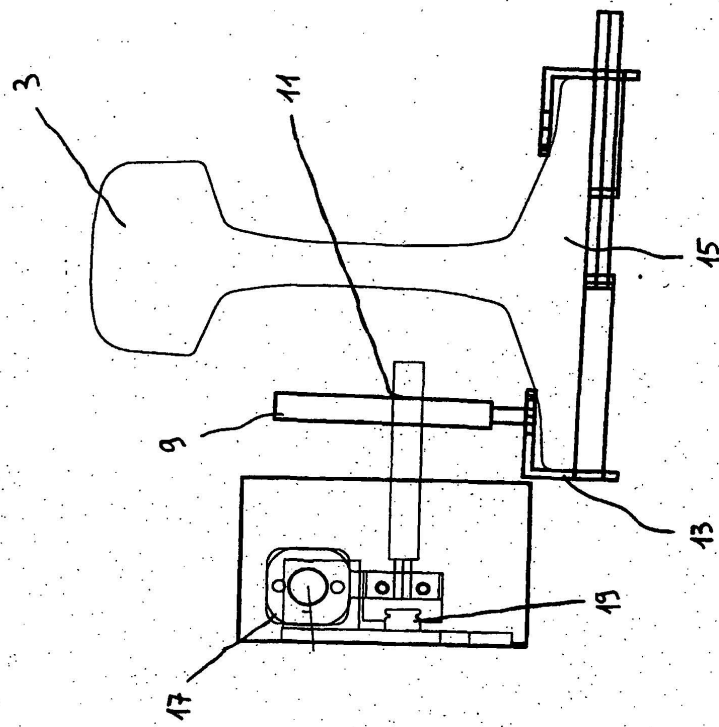


Fig. 3

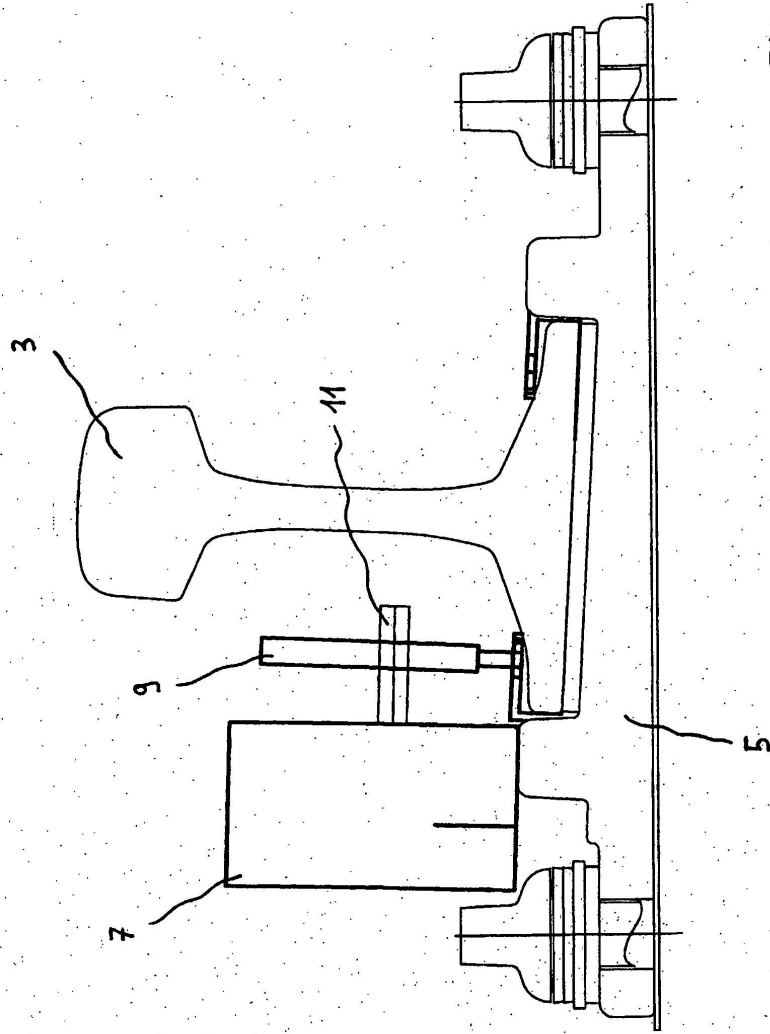


Fig. 4