

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 846 282**

51 Int. Cl.:

E01B 35/00 (2006.01)

E01B 27/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2017** **PCT/EP2017/001174**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2018** **WO18082796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2017** **E 17780308 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020** **EP 3535456**

54 Título: **Máquina de asiento de vía con sistema de medición de posición de vía**

30 Prioridad:

04.11.2016 AT 5052016

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

28.07.2021

73 Titular/es:

**PLASSER & THEURER EXPORT VON
BAHNBAUMASCHINEN GESELLSCHAFT M.B.H.
(100.0%)
Johannesgasse 3
1010 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**WOLLANEK, SAMUEL y
FRÜHWIRT, LEOPOLD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 846 282 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

Máquina de asiento de vía con sistema de medición de posición de vía

Ámbito de la técnica

- 5 La invención se refiere a una máquina de asiento de vía para la realización de correcciones de posición de vía con un bastidor de máquina que puede desplazarse sobre los carriles de una vía por medio de mecanismos de traslación sobre carriles y con un sistema de medición de posición de vía que comprende, con respecto a una dirección longitudinal de máquina, dos dispositivos de medición exteriores y un dispositivo de medición central con una base de referencia común, estando los dispositivos de medición determinados en su posición con respecto a los carriles. La
- 10 invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de una máquina de asiento de vía de este tipo.

Estado de la técnica

- 15 En el documento EP 1 650 348 A2 se describe una máquina de asiento de vía configurada como una máquina de limpieza. Ésta comprende un sistema de medición de posición de vía con dos cuerdas de medición dispuestas una detrás de otra como base de referencia. Con la cuerda de medición delantera se detecta la posición de la vía antes de un proceso de limpieza. Después del proceso de limpieza se lleva a cabo una corrección de la posición de vía por medio de la segunda cuerda de medición. En este caso, la posición de vía se reproduce sobre la base de la altura de flecha. Las alturas longitudinales de los carriles no se tienen en consideración.

- 20 Por la memoria de patente AT 382 410 B se conoce una máquina de asiento de vía configurada como una bateadora. Aquí, a cada carril de una vía se le asigna una cuerda de medición como base de referencia. En este caso, la respectiva posición de carril se detecta mediante dispositivos de medición exteriores y se transmite a la cuerda de medición correspondiente mediante un varillaje ajustable. De este modo, las cuerdas de medición sirven para determinar una altura longitudinal de carril respectiva (posición de altura) en la zona de un dispositivo de medición central. Con esta finalidad, los elementos sensoriales a modo de horquilla del dispositivo de medición central detectan la posición de las
- 25 dos cuerdas de medición. En esta solución debe estar disponible espacio libre suficiente para las cuerdas de medición dispuestas en la zona superior de la máquina y para los varillajes de transmisión.

Resumen de la invención

La invención se basa en la tarea de proponer una mejora para una máquina de asiento de vía y para un procedimiento del tipo citado al principio con respecto al estado de la técnica.

- 30 Según la invención, esta tarea se resuelve con las reivindicaciones independientes 1 y 11. Las reivindicaciones dependientes indican configuraciones ventajosas de la invención.

- 35 En este caso, entre los dispositivos de medición exteriores como base de referencia se extienden dos cuerdas de medición alineadas entre sí, comprendiendo el dispositivo de medición central un sensor de valores de medición para el registro de los datos de posición de las dos cuerdas de medición y aportándose los datos de posición a un dispositivo de evaluación, a fin de determinar una altura longitudinal para cada carril y una altura de flecha. Por consiguiente, dos cuerdas de medición son suficientes para detectar todos los parámetros de posición de vía. Las dos alturas longitudinales de carril pueden determinarse mediante una torsión registrada. De una detección de la posición lateral de las cuerdas de medición resulta la altura de flecha, proporcionando las dos cuerdas de medición una redundancia.

- 40 En una configuración ventajosa de la invención, las dos cuerdas de medición se alinean paralelamente la una a la otra en una posición neutra de los dispositivos de medición exteriores. La evaluación de las posiciones de altura de carril se realiza sobre la base de la distancia entre las cuerdas de medición en la zona del dispositivo de medición central. Debido al paralelismo de las cuerdas de medición, esta distancia se determina fácilmente. Además, en los dos dispositivos de medición exteriores se dispone un dispositivo de sujeción de cuerdas de medición de idéntica construcción.

- 45 Resulta además ventajoso que cada dispositivo de medición exterior comprenda un inclinómetro. En el caso más sencillo se trata de un péndulo con el que se detecta un peralte en la zona del respectivo dispositivo de medición. Así se simplifica considerablemente la evaluación de los datos de posición de las cuerdas de medición detectadas, llevándose a cabo una compensación del peralte respectivo.

- 50 Otra simplificación prevé que cada dispositivo de medición exterior comprenda un dispositivo de compensación de inclinación para mantener las dos cuerdas de medición en posición con respecto a un eje de rotación que se desarrolla en la dirección longitudinal de la máquina. Así, una inclinación transversal del dispositivo de medición central puede deducirse directamente de los datos de posición registrados de las cuerdas de medición, ya que los peraltes en la zona de los dispositivos de medición exteriores se compensan mecánicamente.

- 55 La evaluación se simplifica aún más si cada dispositivo de medición exterior comprende un dispositivo de guía lateral para mantener las cuerdas de medición en la zona del dispositivo de medición central en el centro de la vía durante la marcha en curva. En este caso, los extremos de las cuerdas de medición se desplazan en dirección lateral, resultando de los movimientos de desplazamiento y de los datos de posición de las cuerdas de medición la altura de flecha de la

vía. Además, en la zona del dispositivo de medición central las cuerdas de medición no corren el riesgo de colisionar con eventuales unidades de trabajo.

Para un registro fiable de los datos de posición resulta ventajoso configurar el sensor de medición como un sensor de medición óptico. En este caso se trata, por ejemplo, de un sensor de línea láser que está disponible en un diseño industrial robusto y que presenta una precisión de medición suficiente.

En una configuración adecuada de la invención, cada dispositivo de medición se realiza como un vagón dinamométrico guiado sobre carriles. Así, la posición de los dispositivos de medición con respecto a los carriles se determina por medio de rodillos de pestaña que pueden presionarse lateralmente contra los carriles.

Según la invención, los dispositivos de medición exteriores se configuran como plataformas de medición que están dispuestas respectivamente en un mecanismo de traslación sobre carriles o en el bastidor de máquina y que comprenden respectivamente dos sensores de medición de posición asignados respectivamente a un carril. En este caso se suprimen los componentes propensos al desgaste como los rodillos de pestaña, realizándose la determinación de la posición del dispositivo de medición con respecto a los carriles con una gran precisión.

En una realización de la máquina de asiento de vía como bateadora resulta ventajoso disponer el dispositivo de medición central en una unidad de elevación y enderezamiento de vía que puede desplazarse en relación con el bastidor de máquina. De este modo, el dispositivo de medición central se mantiene en el centro de la vía.

Para un aumento de la precisión de medición, las dos cuerdas de medición se alinean con respecto a un rayo láser emitido o recibido por la máquina de asiento de vía. Así, la base de referencia puede ampliarse de manera sencilla.

Además resulta conveniente que el dispositivo de evaluación incluya un filtro de paso bajo para filtrar las vibraciones de la respectiva cuerda de medición. De este modo se suprimen las vibraciones perturbadoras causadas, por ejemplo, por las unidades de trabajo de la máquina de asiento de vía.

El procedimiento según la invención prevé que la posición de las cuerdas de medición en la zona del dispositivo de medición central se detecte por medio del sensor de medición y que la altura longitudinal de cada carril y la altura de flecha se calculen por medio del dispositivo de evaluación. Así, todos los parámetros de la vía se pueden determinar con unos pocos pasos del procedimiento.

En este caso resulta conveniente detectar una inclinación para cada dispositivo de medición exterior e incluirla en el cálculo. Por lo tanto, es suficiente la detección de la posición en un punto de la respectiva cuerda de medición mediante el sensor de valores de medición.

En una configuración más avanzada del procedimiento se prevé la detección de un desplazamiento lateral para cada dispositivo de medición exterior y su inclusión en el cálculo. De este modo, las cuerdas de medición en la zona del dispositivo de medición central permanecen posicionadas en el centro de la vía.

Se consigue una mejora adicional del procedimiento si las oscilaciones de la respectiva cuerda de medición por encima de una frecuencia de corte predeterminada se atenúan por medio del dispositivo de evaluación. Las frecuencias de oscilación típicas de las unidades de trabajo se utilizan para determinar la frecuencia de corte.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica a continuación a modo de ejemplo con referencia a las figuras adjuntas. Se muestra en una representación esquemática:

Figura 1 una máquina de asiento de vía en una vista lateral

Figura 2 componentes del sistema de medición de posición de vía

Figura 3 un sistema de medición de posición de vía en una vista lateral

Figura 4 un detalle de un dispositivo de medición exterior

Figura 5 relaciones geométricas

Descripción de las formas de realización

Una máquina de asiento de vía 1 representada en la figura 1 para la realización de correcciones de posición de vía presenta un bastidor de máquina 3 que está apoyado en mecanismos de traslación sobre carriles 2 y que se puede desplazar sobre los carriles 4 de una vía 5. Entre los dos mecanismos de traslación sobre carriles 2 se dispone un bastidor de satélite 7 desplazable relativamente con respecto al bastidor de máquina 3 en una dirección longitudinal de máquina 6. A este bastidor de satélite 7 se une como unidad de trabajo una unidad de bateado 8 para el bateado inferior de la vía 5 y en una dirección de trabajo 9, inmediatamente delante de la misma, una unidad de elevación y enderezamiento de vía 10.

Para la determinación de errores de posición de vía se prevé un sistema de medición de posición de vía 11. Éste comprende, con respecto a la dirección longitudinal de máquina 6, dos dispositivos de medición exteriores 12, 13 que pueden verse en la dirección de trabajo 9 como un dispositivo de medición delantero 12 y un dispositivo de medición trasero 13. Entre los mismos se dispone un dispositivo de medición central 14 para la detección de la posición de vía

en la zona de las unidades de trabajo 8, 10. Como base de referencia común 15 se extienden, entre los dos dispositivos de medición exteriores 12, 13, una primera cuerda de medición 16 y una segunda cuerda de medición 17 alineada con la primera.

5 En una realización ventajosa, la alineación de las dos cuerdas de medición 16, 17 se lleva a cabo de manera que sus extremos se sujeten en un plano a la misma distancia el uno del otro en el respectivo dispositivo de medición 12, 13. Así, las cuerdas de medición 16, 17 se desarrollan paralelas entre sí en una posición neutra (sin torsión) de los dispositivos de medición exteriores 12, 13.

10 El sistema de medición de posición de vía 11 comprende además un dispositivo de evaluación 18 que está configurado, por ejemplo, como un ordenador y que está conectado a los dispositivos de medición 12, 13, 14 a través de un sistema de bus. Opcionalmente, en el dispositivo de medición delantero 12 se dispone un receptor láser 19 para recibir un rayo láser 20. Dicho rayo láser se emite desde un transmisor de referencia remoto, a fin de extender la base de referencia 15.

15 En la figura 2, las dos cuerdas de medición 16, 17 se disponen paralelamente entre sí en un plano horizontal. Las mismas se sujetan de forma lateralmente desplazable en los dos dispositivos de medición exteriores 12, 13. Para ello, por ejemplo, un dispositivo de sujeción respectivo 21 se conecta a un motor 23 a través de un husillo 22. En las marchas en curva se produce un desplazamiento lateral, a fin de mantener las cuerdas de medición 16, 17 en la zona del dispositivo de medición central 14 en el centro de la vía 24. Los motores 23 se controlan en dependencia de la evaluación de la posición de las cuerdas de medición que se detecta por medio de un sensor de valores de medición 25 dispuesto en el dispositivo de medición central 14.

20 El sensor de valores de medición 25 se configura ventajosamente como un escáner de línea láser y detecta la posición de las cuerdas de medición 16, 17 en una dirección horizontal y en una dirección vertical. Así se definen dos ejes de coordenadas z, y para la determinación de los puntos de medición de carril 26 en un sistema de coordenadas tridimensional. El tercer eje de coordenadas x determina la posición del respectivo punto de medición de carril 26 en la dirección longitudinal de máquina 6. Con esta finalidad se utilizan las distancias conocidas de los dispositivos de medición 12, 13, 14 entre sí y se evalúan los datos de un odómetro.

25 En los dispositivos de medición exteriores 12, 13 se dispone respectivamente un inclinómetro 27. Así, en caso de un peralte de la vía 5, se detecta la inclinación respectiva del dispositivo de medición asignado 12, 13 y la misma se incluye en el cálculo de la posición de la vía. Ventajosamente se lleva a cabo una compensación de la inclinación de los dispositivos de medición exteriores 12, 13. En tal caso, las cuerdas de medición 16, 17 siempre permanecen alineadas en un plano, de manera que la inclinación del dispositivo de medición central 14 pueda deducirse directamente de la medición de la posición de las dos cuerdas de medición 16, 17.

30 En el ejemplo de realización según la figura 2, el dispositivo de medición central 14 se configura como un vagón dinamométrico. Se lleva a cabo un guiado a lo largo del respectivo canto de carril por medio de dos rodillos de pestaña 28 que se presionan contra las superficies interiores del carril para evitar una holgura. En el canto de carril respectivo se detecta la posición de los puntos de medición de carril 26. Durante un movimiento de avance de la máquina de asiento de vía 1 se determina la posición de la vía en función de los puntos de medición de carril variables 26. Uno de los rodillos de pestaña 28 puede utilizarse además como rueda de odómetro para la medición del desplazamiento.

35 Los dos dispositivos de medición exteriores 12, 13 se realizan como plataformas de medición sin contacto con respecto a los carriles 4. En este caso, un sensor de medición de posición 29 se dirige contra cada carril 4 para detectar la posición de la respectiva plataforma de medición con respecto a cada carril 4. Aquí también se utilizan ventajosamente los escáneres de línea láser.

40 Los dispositivos de medición exteriores 12, 13 se montan en el bastidor de máquina 3 o en el mecanismo de traslación sobre carriles delantero o trasero 2. Durante una marcha en curva, este último requiere un dispositivo de sujeción modificado 21 con una compensación de longitud para las cuerdas de medición 16, 17. Alternativamente, todos los dispositivos de medición 12, 13, 14 pueden realizarse también como vagones dinamométricos.

45 En la figura 3, las cuerdas de medición 16, 17 se disponen en un plano vertical. El dispositivo de medición delantero 12 fijado al mecanismo de traslación sobre carriles delantero 2 comprende el receptor láser 19, el inclinómetro 27, dos sensores de medición de posición 29 y el dispositivo de sujeción 21 para la sujeción de las cuerdas de medición 16, 17.

50 En el mecanismo de traslación sobre carriles trasero 2 se dispone el dispositivo de medición trasero 13. Dicho dispositivo también se realiza sin contacto con respecto a la vía 5 y se une al dispositivo de medición delantero 12 por medio de las cuerdas de medición tensadas 16, 17. El dispositivo de medición 14 dispuesto en el medio se guía en la vía 5 por medio de rodillos de pestaña 28, detectándose la posición de las cuerdas de medición 16, 17 mediante el sensor de valores de medición 25.

55 La altura de flecha en el arco circular puede determinarse fácilmente, dado que los dispositivos de medición delantero y trasero 12, 13 comprenden respectivamente un dispositivo de guía lateral (seguimiento lateral según la figura 4). Para ello, en primer lugar se evalúa la posición del dispositivo de medición 12 con respecto al carril interior 4 por medio del sensor de medición de posición 29 situado en el interior del arco circular. En concreto, el sensor de medición de posición 29, configurado como un escáner de línea láser, se diseña para la detección bidimensional de la superficie de carril. Mediante el dispositivo de evaluación 18 se realiza el cálculo de una distancia 30 con respecto al carril 4.

Junto con los datos de medición del sensor de medición de posición 29 situado en el exterior en el arco circular, se puede detectar además el ancho de vía de la vía 5.

La posición lateral de las cuerdas de medición 16, 17 en relación con el dispositivo de medición central 14 permanece inalterada por el seguimiento lateral del dispositivo de sujeción 21 en el dispositivo de medición delantero y/o trasero 12, 13. Con esta finalidad se evalúan de forma continua los datos del sensor de valores de medición 25 y se controlan debidamente los motores 23 para el seguimiento lateral. A partir de los desplazamientos 31 de los dispositivos de sujeción 21 y de las distancias detectadas 30 con respecto a la vía 5 se determina de un modo en sí conocido la altura de flecha de un arco circular atravesado. Además, se determina y evalúa la posición de las cuerdas de medición 16, 17 con respecto al dispositivo de medición central 14.

En la figura 5 se representan dos cuerdas de medición 16, 17 dispuestas paralelamente una sobre otra, cuya posición se detecta mediante el sensor de valores de medición 25. Como sistema de referencia sirve, por ejemplo, un sistema de coordenadas x, y, z conectado al dispositivo de medición central 14, estando el origen de la coordenada situado por encima del centro de vía 21. De este modo se determinan las alturas longitudinales de los carriles 4. Además, en relación con el seguimiento lateral de los dispositivos de medición exteriores 12, 13 se lleva a cabo una determinación más precisa de la altura de flecha.

Partiendo de una torsión de la vía 5, expresada en las coordenadas z registradas z_1 , z_2 , se determinan fácilmente las alturas longitudinales de los carriles 4. Se conocen la distancia del carril 30, la distancia de las cuerdas de medición 32 y las coordenadas z_1 , z_2 de las cuerdas de medición 16, 17. De aquí resulta una altura relativa 33 de un carril 4 con respecto a una altura longitudinal media del carril 5 mediante la siguiente relación geométrica:

Altura = distancia de carril • ($z_1 - z_2$) / distancia de cuerdas de medición.

El peralte de un carril 4 también puede determinarse de manera sencilla con la misma relación geométrica por medio del ancho de vía conocido. La altura longitudinal media de la vía 5 puede determinarse con las coordenadas y y_1 , y_2 de las cuerdas de medición 16, 17. Teniendo en cuenta el seguimiento lateral de los dispositivos de medición exteriores 12, 13 se puede determinar la altura de flecha con las coordenadas z z_1 , z_2 .

Todas las evaluaciones descritas se llevan a cabo mediante el dispositivo de evaluación 18 configurado como un ordenador y diseñado para la realización de los cálculos. Para ello se pueden recuperar de una unidad de memoria todas las magnitudes geométricas necesarias de la máquina de asiento de vía 1 como las distancias entre los dispositivos de medición 12, 13, 14. A través de un sistema de bus, el ordenador recibe las señales de medición de los sensores de medición de posición 29, de los inclinómetros 27 y del sensor de valores de medición 25.

Con estos datos, el ordenador calcula en tiempo real las señales de control para el control de los motores 23 para el seguimiento lateral y, en su caso, para la compensación de la inclinación de los dispositivos de sujeción 21. En este caso se detectan las trayectorias de ajuste actuales o los ángulos de ajuste de los dispositivos de sujeción 21 y se comunican al ordenador. Con estos datos y los datos del sensor se realiza el cálculo descrito de la posición de la vía.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de asiento de vía (1) para la realización de correcciones de posición de vía con un bastidor de máquina (3) que puede desplazarse sobre los carriles (4) de una vía (5) por medio de mecanismos de traslación sobre carriles (2) y con un sistema de medición de posición de vía (11) que presenta al menos una cuerda de medición (16, 17) y un sensor de valores de medición (25) y que, con respecto a una dirección longitudinal de máquina (6), comprende dos dispositivos de medición exteriores delantero y trasero (12, 13) en dirección de trabajo (9) y un dispositivo de medición central (14) situado en medio con una base de referencia común (15), estando los dispositivos de medición (12, 13, 14) determinados en su posición con respecto a los carriles (4), caracterizada por que entre los dispositivos de medición exteriores (12, 13) como base de referencia (15) sólo se extienden dos cuerdas de medición (16, 17) alineadas entre sí, por que los dos dispositivos de medición exteriores (12, 13) comprenden respectivamente un dispositivo de guía lateral para mantener las cuerdas de medición (16, 17) en la zona del dispositivo de medición central (14) en el centro de la vía durante una marcha en curva, comprendiendo los dispositivos de medición exteriores (12, 13), configurados como plataforma de medición y dispuestos respectivamente en uno de los mecanismos de traslación sobre carriles (2) o en el bastidor de máquina (3), respectivamente dos sensores de medición de posición (29) asignados respectivamente a un carril (4), por que el dispositivo de medición central (14) comprende el sensor de valores de medición (25) para el registro de los datos de posición de las dos cuerdas de medición (16, 17) en una dirección horizontal y en una dirección vertical y por que los datos de posición se aportan a un dispositivo de evaluación (18) conectado a los dispositivos de medición (12, 13, 14), a fin de determinar una altura longitudinal para cada carril (4) y una altura de flecha.
2. Máquina de asiento de vía (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que las dos cuerdas de medición (16, 17) se alinean paralelamente la una a la otra en una posición neutra de los dispositivos de medición exteriores (12, 13).
3. Máquina de asiento de vía (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que cada dispositivo de medición exterior (12, 13) comprende un inclinómetro (27).
4. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que cada dispositivo de medición exterior (12, 13) comprende un dispositivo de compensación de inclinación para mantener las dos cuerdas de medición (16, 17) en posición con respecto a un eje de rotación que se desarrolla en la dirección longitudinal de máquina (6).
5. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el sensor de valores de medición (25) se configura como un sensor de medición óptico.
6. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que cada dispositivo de medición (12, 13, 14) se realiza como un vagón dinamométrico guiado por carriles.
7. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que al menos un dispositivo de medición (12, 13, 14) se configura como una plataforma de medición que se dispone en un mecanismo de traslación sobre carriles (2) o en el bastidor de máquina (3) y que comprende dos sensores de medición de posición (29) asignados respectivamente a un carril (4).
8. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que el dispositivo de medición central (14) se dispone en una unidad de elevación y enderezamiento de vía (10) que puede desplazarse con respecto al bastidor de máquina (3).
9. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que las dos cuerdas de medición (16, 17) se alinean con respecto a un rayo láser (20) emitido o recibido por la máquina de asiento de vía (1).
10. Máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que el dispositivo de evaluación (18) comprende un filtro de paso bajo para filtrar las oscilaciones detectadas de la respectiva cuerda de medición (16, 17).
11. Procedimiento para el funcionamiento de una máquina de asiento de vía (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que mediante el sensor de valores de medición (25) se detecta la posición de las cuerdas de medición (16, 17) en la zona del dispositivo de medición central (14) y por que mediante el dispositivo de evaluación (18) conectado a los dispositivos de medición (12, 13, 14) se pueden calcular la altura longitudinal para cada carril (4) y la altura de flecha.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que para cada dispositivo de medición exterior (12, 13) se registra una inclinación, incluyéndose la misma en el cálculo.
13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, caracterizado por que para cada dispositivo de medición exterior (12, 13) se detecta un desplazamiento lateral (31), incluyéndose el mismo en el cálculo.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que mediante el dispositivo de evaluación (18) se atenúan las oscilaciones de la respectiva cuerda de medición (16, 17) por encima de una frecuencia de corte predeterminada.

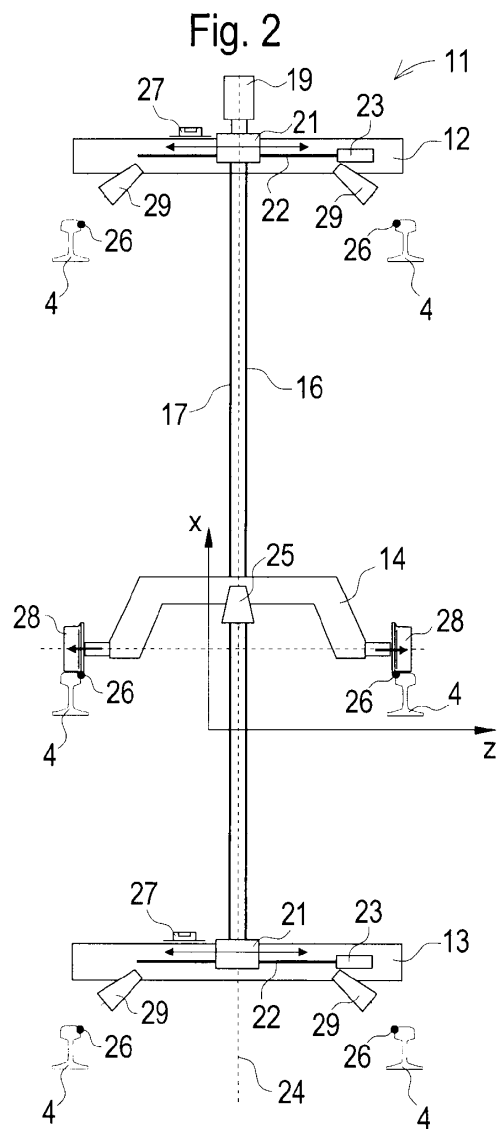
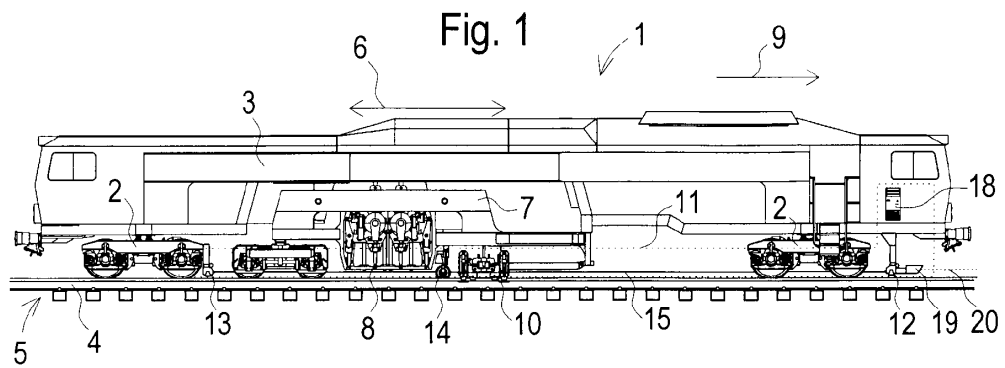


Fig. 3

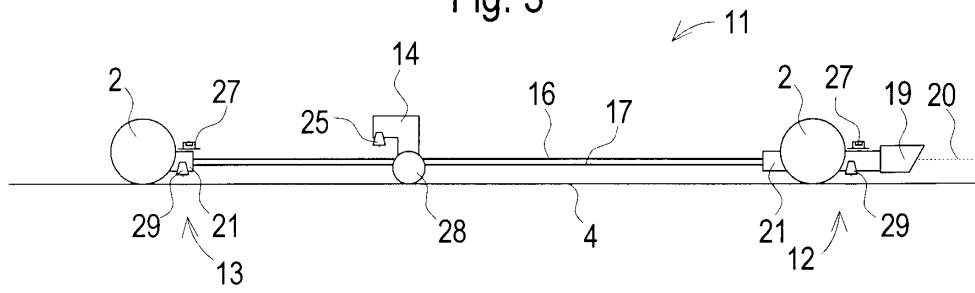


Fig. 4

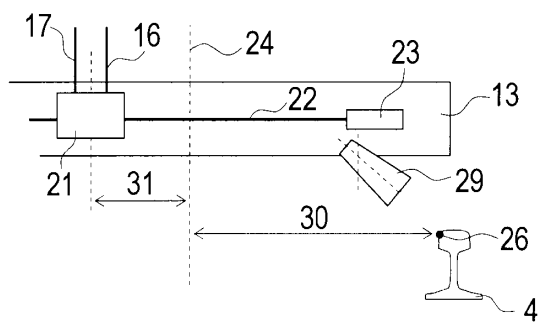


Fig. 5

