

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 262**

51 Int. Cl.:

E01B 35/00 (2006.01)

E01B 35/08 (2006.01)

E01B 27/17 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2021 PCT/AT2021/060092**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2021 WO21203149**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2021 E 21713876 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023 EP 4133129**

54 Título: **Procedimiento para el calibrado de un sistema de medición integrado en una máquina**

30 Prioridad:

07.04.2020 AT 502962020

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

19.06.2024

73 Titular/es:

**HP3 REAL GMBH (100.0%)
Lainzer Straße 16/5
1130 Wien, AT**

72 Inventor/es:

LICHTBERGER, BERNHARD

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 973 262 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el calibrado de un sistema de medición integrado en una máquina

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un procedimiento para el calibrado de un sistema de medición integrado en una máquina, para medir la posición de una vía, de una bateadora de vías férreas equipada con un grupo de bateo y con un equipo de elevación y alineación de vías, estando equipado el sistema de medición con una cuerda de medición (I) que presenta una división de cuerda (a, b) para determinar una posición de altura y una posición lateral de la vía.

Estado de la técnica

Un procedimiento para el calibrado de un dispositivo de medición de vías con al menos un carro de medición de vías desplazable por la vía, asignado a un equipo de elevación y alineación y con sensores de medición de posición de vía para medir la posición de altura, la dirección y el peralte de los carriles de la vía con el bastidor de máquina como línea cero de referencia, en el cual, al carro de medición de vías está asignado un dispositivo de elevación y descenso de carro de medición, se conoce, por ejemplo, por el documento WO2016090401A1. Además, se describe un dispositivo para medir vías con un equipo de calibrado. Para evitar imprecisiones y permitir un calibrado sencillo y rápido, está previsto un dispositivo de calibrado asignado al bastidor de máquina, y para calibrar los sensores de medición de posición de vía, el carro de medición de vía se desciende primero desde una posición de estacionamiento, levantada de la vía, a la vía o a una posición intermedia, tras lo cual los topes de calibrado son desplazados mediante un actuador desde una posición de reposo a una posición de calibrado, contra cuyos topes de calibrado es levantado y aplicado seguidamente el carro de medición de vía, tras lo cual los valores resultantes de los sensores de medición de posición de vía son leídos y son almacenados como valor de calibrado en una instalación de medición, tras lo cual el carro de medición de vías es descendido a la vía y tras lo cual, dado el caso, los topes de calibrado son desplazados desde su posición de calibrado a su posición de reposo con el actuador.

Las bateadoras de vía son máquinas que corrigen la posición de la vía. Para ello, se utilizan sistemas de medición que pueden medir la posición real de altura de vía y la posición real de dirección de vía, así como la posición real de peralte de la vía durante el trabajo. Con la ayuda del grupo de elevación de vía / alineación de vía, la rejilla de la vía se levanta y se alinea lateralmente y se fija en la posición corregida compactando el balasto bajo las traviesas con la ayuda de un grupo de bateado de vías. Los valores reales de posición de vía medidos se comparan con los valores teóricos de posición de vía calculados por un ordenador maestro de geometría de vías según los planes teóricos de posición de vía de la administración ferroviaria y se utilizan para el control y la regulación del grupo de elevación / alineación de vías. La elevación y alineación del enrejado de vía se realiza a través de cilindros hidráulicos de elevación y alineación adecuados con un control proporcional o servocontrol.

Son habituales las instalaciones de medición que utilizan cuerdas de acero tensadas entre carros de medición, en particular, un carro de medición delantero, uno central y uno trasero. Sin embargo, también se conocen instalaciones de medición óptica con una cuerda de medición óptica. Ambos sistemas pueden utilizarse por igual en un procedimiento según la invención. Para una mejor comprensión, el modo de funcionamiento se explica con la ayuda de las instalaciones de medición con cuerda de acero, pero también es aplicable de forma análoga para equipos de medición óptica. Estas cuerdas de acero están tensadas en particular entre tres carros de medición, y el carro central lleva un transmisor de valores de referencia que es desviado por la cuerda. Para medir la posición de altura de las vías, sobre ambos carriles se tienden unos así llamados cables de nivelación. Los dos puntos de medición situados encima de los carriles generalmente son explorados a través de transmisores de ángulo (transmisores de valores de nivelación). Las cuerdas de nivelación deben colocarse arriba, ya que en la zona inferior estorban los grupos de bateo y los chasis de la bateadora. Sobre los carros de medición están montados inclinómetros para detectar la inclinación transversal de la vía.

Las desviaciones medidas por los transmisores de valores de medición de nivelación, los transmisores de valores de medición de alineación y los transmisores de valores de medición de peralte se convierten en una señal eléctrica proporcional. Para el control de la bateadora de vías férreas, para cada uno de los transmisores de valores de medición son de crucial importancia para su precisión las magnitudes que son el factor de escala (por ejemplo, mV/mm o mA/mm) y la posición cero de los transmisores de valores de medición. Para determinar la desviación de cero de los transmisores de valores de medición con respecto a la posición cero, es necesario un calibrado. Calibrado significa aquí generalmente el calibrado con respecto a una línea de referencia recta para determinar el valor cero de los transmisores de medición. Esto es necesario porque se producen imprecisiones debido a la realización constructiva. Estas imprecisiones resultan por tolerancias mecánicas, un montaje inexacto, holguras mecánicas, errores en la cadena de medición, etc. La amplificación (o el factor de escala en mV/mm o mA/mm) de los transmisores de valores de medición individuales puede determinarse mediante la desviación mecánica por un determinado valor de ajuste del transmisor de valores de medición o de la cuerda de acero en uno de los puntos de sujeción. Los inclinómetros pueden girarse mecánicamente en un ángulo determinado y de esta manera ser calibrados en cuanto a su ganancia. Este tipo de procedimientos y realizaciones son bien conocidos.

El problema es sobre todo el calibrado a cero de los transmisores de valores de medición. A continuación, se explica el caso ideal. En una vía recta ideal, los carros de medición de la instalación de alineación son presionados contra un lado y, a continuación, se determina el punto cero del transductor. Sin embargo, para los transductores en general, también debe calibrarse el lado opuesto. Para ello, en una vía ideal (vía ideal: ambos carriles forman rectas ideales con la misma distancia y se encuentran exactamente en un plano horizontal) contra el otro carril y se determinaría el punto cero para este lado. La razón radica en que la referencia direccional de la vía siempre se realiza en el carril exterior del arco y la referencia de altura longitudinal en el carril interior del arco. La necesidad de un calibrado a cero bilateral para los transductores resulta por las diferentes holguras mecánicas, los diferentes anchos de vía de los carros de medición y los diferentes trayectos de medición electrónica, etc. Esto también se realizaría de forma análoga para los sensores de altura longitudinal y el sensor de peralte.

Pero no existe una vía ideal. La vía está sujeta a errores de altura longitudinal, errores de peralte, torsiones, errores direccionales así como errores de ancho de vía. Se añaden los diferentes hundimientos de la vía bajo carga. Por lo tanto, para el calibrado a cero de una vía se necesita la llamada "vía cero". Para ello, se busca un tramo de vía de al menos la longitud de la instalación de medición que ha de ser ajustada y que tenga los menores errores posibles de posición de vía del tipo descrito anteriormente. Dado que las precisiones de ajuste requeridas son inferiores a 1 mm, las vías reales no son suficientes para ello. Por lo tanto, antes de proceder al ajuste en sí, debe medirse exactamente la posición real de la vía mediante aparatos de medición geodésica u otros procedimientos (cuerda). A continuación, la bateadora de vías férreas se desplaza a esta vía. Los errores de vía medidos por medio de procedimientos geodésicos u otros procedimientos se compensan ahora por medio de piezas distanciadoras debajo de las ruedas de medición para la altura o entre la pestaña y el carril. A continuación, se realiza el calibrado a cero. La medición de la posición de la vía se realiza generalmente en una vía real sin carga. Por la carga con la bateadora de vías férreas pueden producirse flexiones desconocidas del carril y de la rejilla de la vía, lo que afecta a la precisión del calibrado. Una vía fijamente asentada en hormigón es más fiable, pero no suele encontrarse normalmente durante el recorrido. Los métodos de calibrado a cero utilizados son costosos, requieren mucho tiempo, son solo condicionalmente precisos y solo pueden ser realizados por personal especializado cualificado. Una comprobación del sistema del sistema de medición durante el recorrido por el maquinista es prácticamente imposible.

Para determinar la posición de un sistema de medición en la vía se usan, por ejemplo, odómetros. También se conoce el modo de utilizar para este fin sistemas por satélite. Los sistemas de navegación inercial (INS) se componen de una unidad central de sensores con, por lo general, tres sensores de aceleración y de velocidad de giro. Mediante la integración de las aceleraciones y las velocidades de giro medidas por la unidad de medición inercial, son determinados continuamente el movimiento espacial del vehículo y, a partir de ello, la respectiva posición geográfica. Los sistemas de navegación inercial trabajan con velocidades de transmisión de datos de unos 100 a 1.000 Hz y una gran precisión y baja deriva ($< 0,01^\circ$ a $0,05^\circ/\text{hora}$). Se calibran automáticamente durante las pausas en las que no se mueven. La principal ventaja de estos sistemas es que pueden hacerse funcionar sin referencias. La aceleración puede medirse por medio de sensores de aceleración fijos al vehículo. Las ventajas de estos sistemas de medición son unos ángulos de balanceo que pueden medirse independientemente de la aceleración centrífuga, una función de transferencia del sistema de $=1$, aplicable en un amplio rango, es decir, la vía real del vehículo en el espacio se mide sin distorsiones de la forma, la ganancia o la posición de fase de los errores de la vía. A partir de este trazado tridimensional del vehículo en el espacio y de una medición de trayecto a través de odómetros u otros procedimientos de medición de trayecto se obtienen coordenadas 3D. Mediante la proyección al plano x-y, se obtiene la imagen local de la vía y la proyección al plano y-z produce la sección de altura. También se conocen los llamados sistemas de navegación inercial basados en el "Norte", que proporcionan desviaciones angulares absolutas de los ángulos de balanceo, de guiñada y de cabeceo en relación con un sistema orientado al norte. El vector de la unidad x apunta al Norte, el vector de la unidad z apunta en la dirección de la fuerza de gravedad y el vector de la unidad y está orientado entonces de tal manera que se forma un sistema ortonormal. Las desviaciones angulares absolutas representan un vector unitario que muestra la dirección del carro de medición sobre el que se encuentra el sistema INS.

La invención tiene, por tanto, el objetivo de proporcionar un procedimiento para el calibrado de un sistema de medición integrado en una máquina, del tipo descrito al principio, que elimine las imprecisiones, desventajas y esfuerzos de los métodos de calibrado conocidos en la "vía cero" y con el que sea posible un calibrado rápido y sencillo, en particular automático, del sistema de medición integrado en la máquina. Preferiblemente, en una variante, también debe poder ser comprobado y calibrado el factor de escala de los sistemas de medición.

Representación de la invención

La invención consigue el objetivo planteado, porque, en primer lugar, a través de cierto trayecto de medición, cuya longitud es mayor que la longitud de la cuerda de medición, a lo largo de una recta de vía al menos aproximada, por una parte, se mide y almacena un lugar geométrico con un sistema de medición de navegación inercial y, por otra parte, el mismo recorrido se mide y se almacena con el sistema de medición incorporado en la máquina. Después, se calculan las alturas de flecha y longitudinales a partir del lugar geométrico incluyendo la división de cuerda de la cuerda de medición en el lugar geométrico. Esto significa sustancialmente que la cuerda se desplaza matemáticamente sobre el lugar geométrico y, en lugar de la división de la cuerda, son leídas las alturas de flecha y longitudinales a partir del lugar geométrico. Además, las alturas de flecha y longitudinales calculadas a partir del lugar geométrico, dado el caso, se ponen en congruencia, en la dirección longitudinal de la curva, con las alturas de flecha y longitudinales medidas

con el sistema de medición integrado en la máquina, tras lo cual se forma una curva de diferencia a partir de las alturas de flecha y longitudinales calculadas a partir del lugar geométrico y las alturas de flecha y longitudinales medidas con el sistema de medición integrado en la máquina. A partir de esta curva de diferencia se calcula a través del trayecto de medición un valor medio que corresponde a una desviación de cero, por el cual se calibra seguidamente el sistema de medición integrado en la máquina.

Por medio del sistema de medición de navegación inercial montado, por ejemplo, en un carro de medición, se registra sin distorsión el lugar geométrico a lo largo de una recta aproximada de un tramo de vía. Las magnitudes de medición, como la altura de flecha o la altura longitudinal, se calculan a partir del lugar geométrico medido con el sistema de medición de navegación inercial. Para ello, se pueden incluir en el cálculo sistemas de medición de cuerdas con cualquier longitud de cuerda y cualquier división de cuerda y determinar a partir de ello las alturas de flecha y alturas longitudinales correspondientes. En particular, se incluyen en el cálculo la longitud de cuerda y la división de cuerda del sistema de medición integrado en la máquina.

Además, durante un recorrido de calibrado a lo largo de un trayecto de medición en una recta aproximada, las alturas de flecha y las alturas longitudinales son determinadas continuamente por medio del sistema de medición integrado en la máquina montado. Estas alturas de flecha y alturas longitudinales son almacenadas y se comparadas con las alturas de flecha y alturas longitudinales del sistema de medición de navegación inercial con un correspondiente desplazamiento de lugar.

A través de las diferencias entre las alturas de flecha y alturas longitudinales medidas con el sistema de medición de navegación inercial de alta precisión y las alturas de flecha y las alturas longitudinales del sistema de medición de la máquina se forma un valor medio a lo largo de una longitud de medición mínima. Este valor medio corresponde a la desviación de cero del sistema de medición de la máquina.

La medición se realiza una vez con el sistema de medición presionado a la izquierda y otra vez con el sistema de medición presionado a la derecha. Por tanto, los carros de medición son presionados contra el carril izquierdo o el carril derecho de una vía. Según la invención, se procede de la misma manera para el peralte. Sin embargo, al tratarse de un valor directamente medible (ángulo con respecto al vector de gravedad), los valores de medición del peralte pueden compararse directamente. Una vez determinada la desviación de cero, con las magnitudes de medición determinadas ahora alrededor de la desviación de cero determinada puede realizarse otro trayecto de medición a través de un arco completo.

A través de la comparación de las alturas de flecha, las alturas longitudinales y los peraltes medidos en un arco completo de radio constante puede comprobarse y calibrarse el factor de escala del sistema de medición incorporado en la máquina. Para ello, se realiza un recorrido de medición en un arco completo de una vía con un radio a lo largo de una longitud, siendo calculados respectivamente los valores medios para las alturas de flecha y longitudinales del sistema de medición incorporado en la máquina y las alturas de flecha y longitudinales del sistema de navegación inercial incorporado en la máquina, a través de la zona de medición, tras lo cual, a partir de estos valores medios, se

calcula un cociente, por el cual se corrige un factor de escala anterior con la fórmula ($S'_{fN} = v \cdot S_{fN}$), obteniendo un nuevo factor de escala. Esto permite comprobar el escalado (amplificación) del sistema de medición de la máquina (mA/mm o mV/mm) y calibrarlo.

La ventaja de esta realización según la invención es la supresión de una "vía cero" y el calibrado fácil de realizar del sistema de medición integrado en la máquina, por medio de un recorrido de medición por una vía real aproximadamente recta. También resulta ventajoso que las tres magnitudes de medición esenciales y necesarias para controlar la máquina, la altura de flecha, la altura longitudinal y el peralte, puedan calibrarse en una sola operación. De este modo, se puede comprobar rápidamente el funcionamiento del sistema de medición y su precisión antes de empezar a trabajar en la obra. Según la invención, el procedimiento también puede calibrar la escala de medición del sistema de medición de la máquina recorriendo un arco completo. Otras ventajas consisten en que no es necesario que el personal entre en la vía para realizar el calibrado, ya que esto frecuentemente conlleva peligros debidos al servicio ferroviario en la vía contigua. Además, la invención ofrece un enorme potencial de ahorro de costes y aumenta la seguridad de funcionamiento de la bateadora de vías férreas.

Breve descripción de la invención

La invención está representada esquemáticamente en el dibujo con la ayuda de un ejemplo de realización. Muestran:

- La figura 1, una bateadora de vías férreas 1 desplazable sobre carriles 2 a través de trenes de rodadura 3, con un grupo de bateo 5 y un grupo de elevación y alineación 6 para corregir las vías 2, con un sistema de medición I, 7a, 7b, 4 incorporado en la máquina y un sistema de medición de navegación INS
- la figura 2, una curva espacial RK registrada con un sistema de navegación, estando representadas en ésta una cuerda con la longitud l, la altura de flecha f_{INS} y la división de cuerda a, b
- la figura 3, las alturas de flecha f_M medidas por el sistema de medición de la bateadora y las alturas de flecha

f_{INS} calculadas a partir de la imagen del lugar, la figura 4, las diferencias calculadas entre f_{INS} y f_M y el valor medio calculado a partir de ellas, la figura 5, las alturas de flecha medidas o calculadas a partir de la imagen del lugar en el arco completo R con la longitud l_R .

5

Manera de realizar la invención

10 La figura 1 muestra una bateadora 1 que puede desplazarse sobre la vía 2 a través de un tren de rodaje 3. A través de un grupo de bateo 5 y un dispositivo para elevar y alinear 6 puede corregirse la posición de una vía 2 en el lecho de vía. El sistema de medición 8 incorporado en la máquina está formado por cuerdas de acero mecánicas o un sistema óptico. La cuerda de acero 8 o el sistema óptico se tensan entre el carro de medición trasero 4 y el carro de medición delantero 7a. En un carro de medición central 7b se encuentran equipos que miden la altura longitudinal, la altura de flecha y el peralte. La cuerda tiene la longitud l y la división de cuerda a, b . Sobre el carro de medición trasero 4 de dos ejes está montado un sistema de medición de navegación inercial INS. El sistema de medición de navegación inercial INS mide el ángulo de balanceo (correspondiente al ángulo de peralte), el ángulo de guiñada (correspondiente al ángulo de dirección) y el ángulo de cabeceo (correspondiente al ángulo de inclinación). A partir de estos ángulos se calcula un lugar geométrico RK y se almacena.

20 La figura 2 muestra un lugar geométrico RK medido por medio del sistema de medición de navegación inercial INS en el sistema de coordenadas x, y . A lo largo del lugar geométrico se muestra la longitud de arco s . En el lugar geométrico RK se incluye una cuerda con la longitud l (correspondiente al sistema de medición de cuerdas instalado en la bateadora) con la división de cuerda a, b . f_{INS} designa la altura de flecha calculada. De forma análoga se procede con la altura longitudinal.

25 La figura 3 muestra la altura de flecha f_M medida con el sistema de medición incorporado en la máquina y la altura de flecha f_{INS} medida con el sistema de medición de navegación inercial INS, la altura de flecha calculada a partir del lugar geométrico de la figura 2 a lo largo de la longitud de arco s . Las curvas son naturalmente muy similares entre sí y desplazadas por la desviación de cero ΔF .

30 La figura 4 muestra la diferencia entre f_{INS} y f_M . El valor de desviación de cero ΔF como corrección para el sistema de medición incorporado en la máquina resulta entonces a través de la formación de valores medios $MW_{f_{INS}-f_M}$ a través de las diferencias. $MW_{f_{INS}-f_M}$ corresponde al valor de desviación de cero ΔF que debe restarse constantemente de f_M para calibrar el sistema de medición 8 incorporado en la máquina.

35 La figura 5 muestra la altura de flecha f_M medida con un sistema integrado en la máquina, en el arco completo con el radio R y la correspondiente altura de flecha f_{INS} calculada a partir del lugar geométrico RK. En la zona del arco completo (longitud l_R) se forman los valores medios $\overline{f_{INS}}$ y $\overline{f_M}$ de las dos curvas. En el ejemplo mostrado, el factor de escala de la medición integrada en la máquina es demasiado pequeño. Para determinar el factor de corrección, el cociente v se calcula del siguiente modo:

40
$$v = \frac{\overline{f_{INS}}}{\overline{f_M}}$$

El nuevo factor de escala S'_{f_N} para la altura de flecha se forma entonces con el factor de escala antiguo no exacto S_{f_N} , resultando:

$$S'_{f_N} = v \cdot S_{f_N}$$

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el calibrado de un sistema de medición (8) integrado en una máquina, para medir la posición de una vía, de una bateadora de vías férreas (1) equipada con un grupo de bateo (5) y con un equipo de elevación y alineación de vías (6), estando equipado el sistema de medición (8) con una cuerda de medición (l) que presenta una división de cuerda (a, b) para determinar una posición de altura y una posición lateral de la vía, **caracterizado porque**, en primer lugar, a través de cierto trayecto de medición (>l) se mide y almacena un lugar geométrico (RK) con un sistema de medición de navegación inercial (INS), a lo largo de una recta de vía al menos aproximada, y por otro lado, se mide y almacena el mismo trayecto con el sistema de medición (8) integrado en la máquina, tras lo cual se calculan las alturas de flecha y longitudinales (f_{INS}) a partir del lugar geométrico (RK), incluyendo la división de cuerda (a, b) de la cuerda de medición (l) en el lugar geométrico (RK), y dado el caso, las alturas de flecha y longitudinales (f_{INS}) calculadas se ponen en congruencia con las alturas de flecha y longitudinales (f_M) medidas con el sistema de medición 8 incorporado en la máquina, en la dirección de la vía, tras lo cual se forma una curva de diferencia ($f_{INS}-f_M$) a partir de las alturas de flecha y longitudinales (f_{INS}) y las alturas de flecha y longitudinales (f_M) y a partir de esta curva de diferencia ($f_{INS}-f_M$) se calcula a través del trayecto de medición un valor medio ($MW_{f_{INS}-f_M}$) que corresponde a una desviación de cero (ΔF), por la que se calibra seguidamente el sistema de medición (8) incorporado en la máquina.

2. Procedimiento para el calibrado según la reivindicación 1, **caracterizado porque** para escalar el sistema de medición (8) incorporado en la máquina se realiza un recorrido de medición por un arco completo de una vía con un radio (R) a lo largo de una longitud (lR), siendo calculados para las alturas de flecha y longitudinales (f_M) del sistema de medición (8) incorporado en la máquina y para las alturas de flecha y longitudinales (f_{INS}) del sistema de navegación inercial a través de la zona de medición (lR), respectivamente los valores medios ($f_{INS,M}$), tras lo cual se calcula, a

partir de estos valores medios ($f_{INS,M}$), un cociente $v = \frac{f_{INS}}{f_M}$ por el cual se corrige un factor de escalado (S_{fN}) anterior con la fórmula ($S'_{fN} = v \cdot S_{fN}$) obteniendo un nuevo factor de escalado (S'_{fN}).

FIG.1

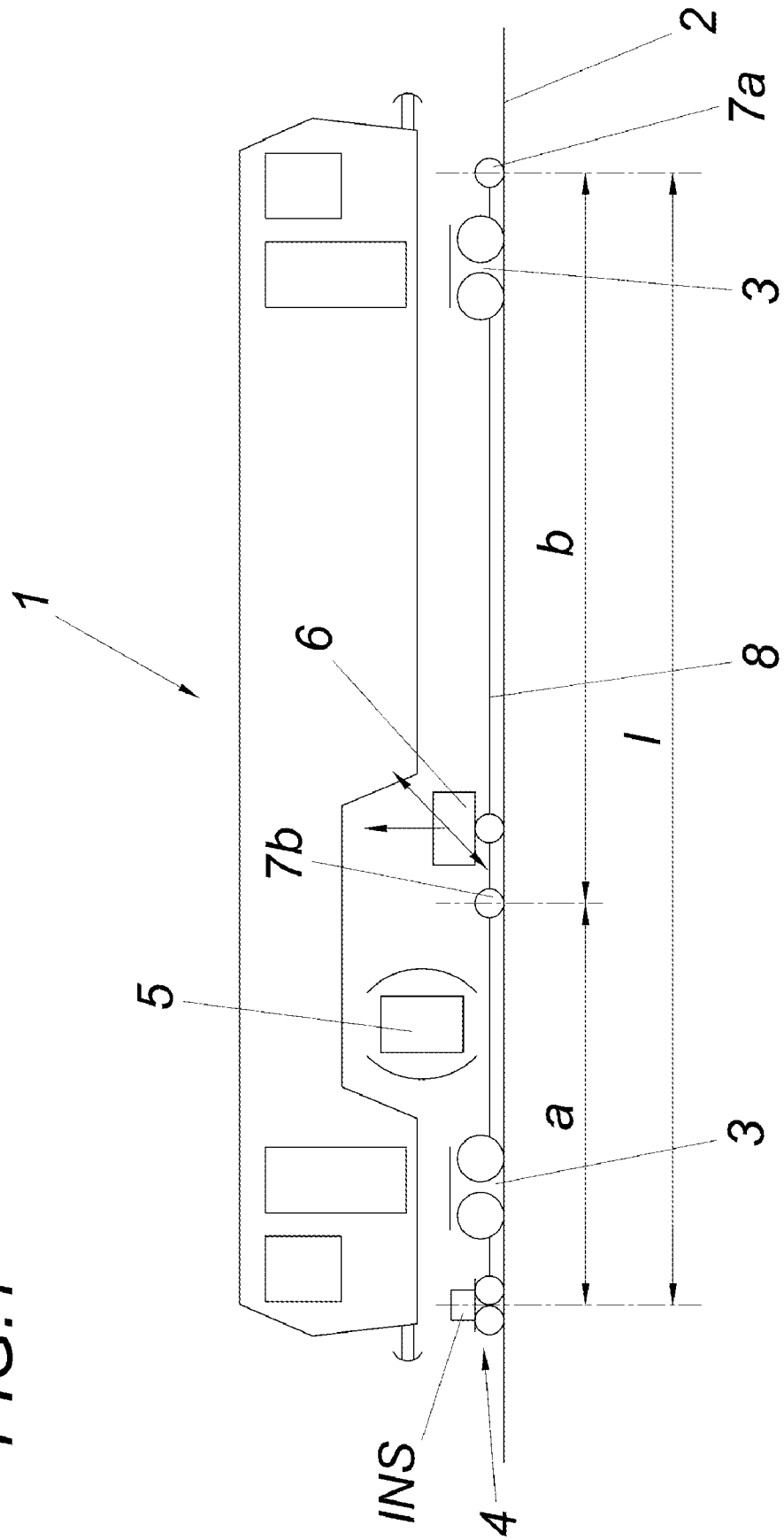


FIG.2

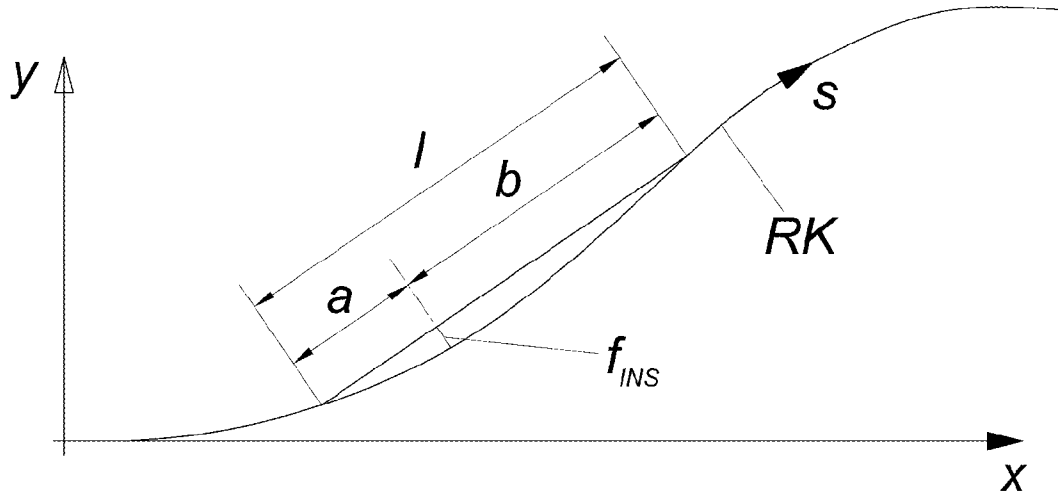


FIG.3

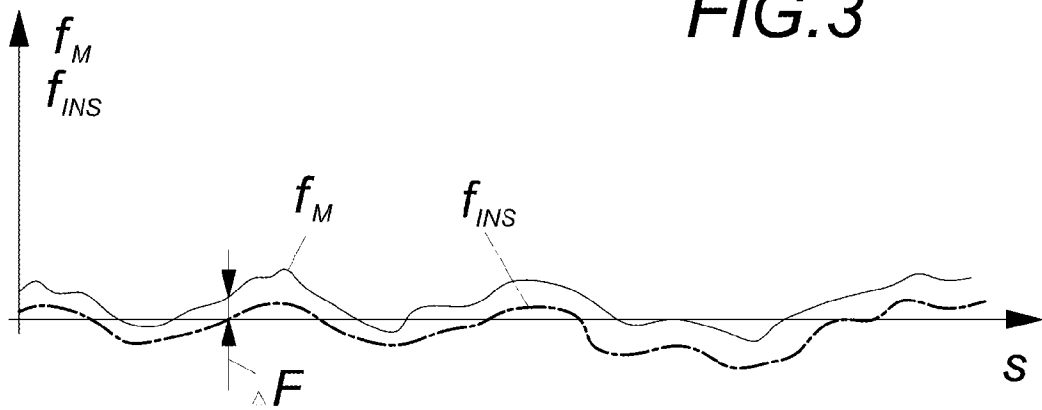


FIG.4

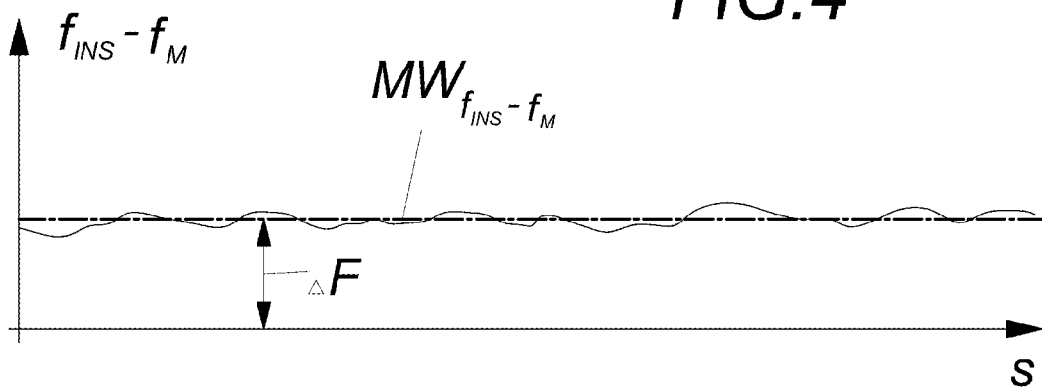


FIG.5

