



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 148**

51 Int. Cl.:
B61L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871826 .9**

96 Fecha de presentación : **10.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2219931**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2010**

54

Título: **Dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73

Titular/es: **SIEMENS S.A.S.**
9 boulevard Finot
93200 Saint-Denis, FR

72

Inventor/es: **Maire, Alain y**
El Fassi, Said

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 366 148 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Varios métodos o dispositivos de medición del desplazamiento, la velocidad o la aceleración de un vehículo son hoy en día conocidos, en particular para los vehículos destinados al transporte público, como una unidad vagón de un tren, de un metro, un trolebús, un tranvía, un autobús o como cualquier otro vehículo arrastrado por tracción por lo menos en una pista de rodamiento o en un carril como un carril de guiado. En particular en el caso de un vehículo autoguiado por un sistema de tráfico (señales ferroviarias, autopilotado a bordo y/o a distancia del vehículo, etc.), las precauciones para garantizar un autoguiado seguro (contra una avería) y asegurado (para los pasajeros o las mercancías) es indispensable cualquiera que sean las propiedades de recorrido del vehículo. En este sentido, es primordial conocer bien en tiempo real la posición, la velocidad (y la aceleración) del vehículo, en particular para las situaciones donde el vehículo tiende a incurrir en pérdidas de adherencia inevitables como durante un patinaje (en el momento de una aceleración/tracción del vehículo) o de un bloqueo de las ruedas (durante un frenado del vehículo) de eje de medición libre o motriz.

15 Cuando el vehículo guiado dispone de un eje libre de todo esfuerzo de tracción o frenado, el movimiento del vehículo es dado directamente por la rotación del eje (o de una de las ruedas asociadas a este eje).

No obstante, esta solución reduce la potencia de tracción o de frenado, en consecuencia las posibilidades del vehículo, es por eso que la mayoría de los sistemas no ofrecen ejes libres.

20 En ausencia de eje libre y para evitar las consecuencias vinculadas al patinaje/bloqueo de las ruedas en la pérdida de adherencia de una de sus ruedas, existen varios dispositivos y utilizan:

- o medios de medición totalmente independientes de las ruedas, que permiten una medición de velocidad por vía óptica o por medio de un radar con efecto Doppler. Estos dispositivos de carácter costoso utilizan sin embargo la mayoría de las veces un tacómetro suplementario para el funcionamiento a velocidad baja y a la parada del vehículo, este último permite extraer la velocidad angular de una rueda o el número de revoluciones de la rueda por unidad de tiempo;

25 - o centrales de inercia que combinan acelerómetros, girómetros y sistemas de localización terrestre como un GPS. Éstos siguen siendo no obstante muy costosos debido a su tecnología de alto nivel, la mayoría de las veces para aplicaciones a los sistemas aeronáuticos;

- o, como en EP 0 716 001 B1, un sólo tacómetro dispuesto en un eje y un medio para tener en cuenta un margen de seguridad de los valores medidos en una o varias ruedas con el fin de intentar compensar los efectos de un eventual patinaje/bloqueo de las ruedas, lo que deteriora los resultados de la medición de desplazamiento ya que sigue siendo todavía demasiado aproximado. De esto se deduce también un anti-bloqueo de las ruedas de compensación que puede ser brutal para un vehículo y sus pasajeros o mercancías;

30 - o, como en US 2005/0137761 A1, un acelerómetro embarcado en el vehículo y un tacómetro sobre un eje cuyas señales de medición se conectan a una computadora central adaptada, aunque no explícitamente descrita, para tener en cuenta los errores introducidos en presencia de pérdida de adherencia y suministrando la velocidad y la posición del vehículo sobre su recorrido. En particular, el acelerómetro comprende dos ejes de medición con el fin respectivamente de determinar una aceleración siguiendo una dirección de trayectoria del vehículo, así como con el fin de determinar y en consecuencia tener en cuenta en el cálculo del desplazamiento una pendiente del vehículo con relación a un plano horizontal. Los valores de las señales de medición del acelerómetro y del tacómetro también se comparan a los valores umbrales de velocidad que, en caso de rebasar un umbral, permiten indicar una presencia de pérdida de adherencia (patinaje/bloqueo de las ruedas) del vehículo. Aunque tomando en consideración los efectos de pendiente sufridos por el vehículo, otros efectos vinculados a la trayectoria del vehículo en dependencia del emplazamiento del acelerómetro en el vehículo (y del posicionamiento de sus dos ejes de medición) son inevitables, porque una unidad de transporte ferroviario tiene la mayoría de las veces una geometría de carácter longilíneo a lo largo del cual un solo acelerómetro y un tacómetro colocados delante del vehículo no pueden asegurar un medio de medición revelador de los efectos que actúan sobre el conjunto completo del vehículo, tales como por ejemplo los efectos de curvatura o de aceleración lateral.

35 El documento US 2002/0088904 A1 divulga un sistema de localización que tiene acelerómetros en las tres dimensiones con ángulos rectos entre éstos.

40 Todos estos dispositivos permiten así calcular el movimiento de un vehículo guiado, no disponiendo de ejes libres de todo esfuerzo de frenado y de tracción, circulando sobre una vía de perfil cualquiera, sin embargo con una precisión bien inferior a esta de un sistema "ideal" de eje libre, ya que no se pueden liberar completamente de pérdidas de adherencia (patinaje y bloqueo de las ruedas inducidos por los esfuerzos de tracción/frenado) así como de los errores inducidos por aceleraciones laterales (curva, inclinación) o incluso también verticales (pendiente).

ES 2 366 148 T3

Un objetivo de la presente invención es proponer un dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado que presenta una mayor robustez de la medición, en particular en el momento de una pérdida de adherencia y cualquiera que sea el perfil de trayecto del vehículo en término de pendiente, de curva y de inclinación.

5 Con este fin, un dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado que incluye a bordo dos acelerómetros, cada uno provisto de dos ejes de medición y cuyas señales de medición se acoplan a una computadora de desplazamiento, se propone según la reivindicación 1.

10 Opcional, por lo menos un tacómetro puede montarse sobre uno de los ejes del vehículo y también acoplarse con las computadoras de procesamiento de datos resultantes así de todos los captadores (acelerómetros y tacómetro). Las señales de medición suministradas por el tacómetro pueden utilizarse para mejorar la precisión del dispositivo.

15 El dispositivo según la invención suministra, a partir de las aceleraciones medidas por los ejes de medición, los datos de velocidad y de desplazamiento longitudinal del vehículo (por ejemplo a lo largo de una vía ferroviaria). Se puede asociar con todo tipo de dispositivo embarcado susceptible de necesitar una medición precisa y continua de la velocidad y del desplazamiento del vehículo, independientemente de las condiciones de adherencia raíl/rueda y cualquiera que sea el perfil del trayecto en términos de pendiente, de curva y de inclinación.

20 Los acelerómetros y sus ejes de medición están dispuestos de tal manera que permiten, a partir de las mediciones realizadas en los distintos ejes de medición, calcular una aceleración longitudinal, una aceleración lateral y una aceleración en pendiente del vehículo, para a continuación determinar por integración en el tiempo sobre los valores de aceleración, la velocidad y el desplazamiento longitudinal del vehículo.

25 El dispositivo según la invención permite también ventajosamente detectar con seguridad una inmovilización del vehículo en su trayecto y producir a tal efecto una información de velocidad nula a partir de las informaciones suministradas por los captadores.

30 El dispositivo implica un medio de auto-calibración y de autotest que permite, cuando el vehículo está inmóvil, comprobar el buen funcionamiento de los captadores y por lo tanto garantizar con una gran seguridad los datos puestos a disposición por otros sistemas embarcados.

35 Una utilización adaptada del dispositivo según la invención cubre el ámbito de los vehículos guiados cualquiera que sea su tipo de guiado (mecánico o inmaterial, es decir sin enlace mecánico entre el suelo y el vehículo), en particular los trenes, los metros, el tranvía o autobús, y cualquiera que sea el tipo de rodamiento (ejes, bogies) con ruedas de hierro o neumáticas. Es necesario anotar aquí que para esta categoría de vehículo de geometría/bastidor longilíneo, los efectos de curvatura y de pendiente no son insignificantes según la posición (o el desvío) de los acelerómetros a bordo del vehículo. La invención permite entonces superar ventajosamente estos efectos con el fin de determinar más concretamente el desplazamiento del vehículo.

40 El dispositivo según la invención permite así calcular el movimiento de un vehículo guiado, no disponiendo de ejes libres de todo esfuerzo de frenado y de tracción, circulando sobre una vía de perfil cualquiera, conservando una precisión equivalente a la de un sistema con eje libre, evitando al mismo tiempo las pérdidas de adherencia (patinaje y bloqueo de las ruedas inducidos por los esfuerzos de tracción/frenado) y los errores inducidos por las aceleraciones laterales (curvatura) y verticales (pendiente).

Un conjunto de subreivindicaciones presenta también las ventajas de la invención.

Ejemplos de realización y de aplicación se proporcionan con la ayuda de las siguientes figuras que describen:

50 Figura 1 un vehículo provisto de un dispositivo de medición de desplazamiento del vehículo autoguiado según la invención,

Figura 2 un esquema de definición de los planos vinculados al vehículo en desplazamiento,

55

Figura 3 un esquema para tener en cuenta el efecto de pendiente sobre el dispositivo,

Figura 4 un esquema para tener en cuenta el efecto de curvatura sobre el dispositivo.

60 La figura 1 representa un vehículo VEH provisto de un dispositivo de medición del desplazamiento del vehículo autoguiado según la invención y puede estar asociada con la figura 2 que viene a clarificar cómo se definen los planos vinculados al vehículo en desplazamiento de acuerdo con las aceleraciones sufridas por el vehículo y medidas por dos acelerómetros 101, 102. Las figuras 3 y 4 muestran la disposición de los ejes de medición Acc1, Acc2, Acc3, Acc4 de los acelerómetros de acuerdo a los planos elegidos en función al tipo de aceleración Gx, Glat, Gpes (desplazamiento longitudinal, efecto de curvatura y/o de pendiente) sufrido por el vehículo en una referencia ortogonal [X, Y, Z] centrada sobre los acelerómetros y cuyo eje X indica la dirección de trayectoria longitudinal del vehículo.

ES 2 366 148 T3

El dispositivo de medición de desplazamiento (posición instantánea D_x) del vehículo autoguiado VEH comprende a bordo:

5 - un acelerómetro 101 provisto de dos ejes de medición $Acc1$, $Acc2$ en un plano longitudinal P_y definido por un primer eje X longitudinal siguiendo un principal desplazamiento V_{Ex} que se supone rectilíneo del vehículo y de un segundo eje Z perpendicular al piso del vehículo,

10 - una computadora 103 conectada a una señal de salida $S1$, $S2$ asociada a cada eje de medición $Acc1$, $Acc2$, donde cada señal de salida $S1$, $S2$ incluye una medición en proyección ortogonal $Gacc1$, $Gacc2$ de una resultante de aceleración global del vehículo sobre el eje de medición asociado $Acc1$, $Acc2$,

- un segundo acelerómetro 102 que esta provisto de al menos dos ejes de medición $Acc3$, $Acc4$ en un plano horizontal P_z definido por el primer eje X y un tercer eje Y perpendicular al primer y al segundo eje X , Z ,

15 - La computadora 103 está conectada a una señal de salida $S3$, $S4$ asociada con cada eje de medición $Acc3$, $Acc4$, donde cada señal de salida $S3$, $S4$ comprende una medida en proyección $Gacc3$, $Gacc4$ de la resultante de la aceleración global del vehículo sobre el eje de medición asociado $Acc3$, $Acc4$,

20 - El conjunto de ejes de medición $Acc1$, $Acc2$; $Acc3$, $Acc4$ del primer y del segundo acelerómetro 101, 102 presentan en su plano respectivo P_y , P_z un ángulo relativo $A1+A2$, $A3+A4$ que es ajustable por consiguiente ajustado, de forma que la computadora 103 suministra a partir de las cuatro mediciones de proyección $Gacc1$, $Gacc2$, $Gacc3$, $Gacc4$ por lo menos un valor instantáneo de aceleración longitudinal G_x del vehículo a cada punto de un trayecto que comprende pendiente y curva. En otras palabras, el valor de aceleración longitudinal G_x es un valor exacto de aceleración teniendo en cuenta los efectos de pendiente y de curvatura. Del mismo modo, una pérdida de adherencia
25 que lleva a falsear una medición de aceleración que sería deducida de la rotación de los ejes, puede compensarse aquí idealmente.

Principalmente, el dispositivo según la invención utiliza por lo tanto dos acelerómetros 101, 102 biaxiales fijados en la caja del vehículo y destinados a medir una aceleración longitudinal y una aceleración lateral del vehículo. El
30 vehículo está sometido a tres fuerzas que producen una aceleración longitudinal G_x (desplazamiento del vehículo sometido a los esfuerzos de tracción/frenado), una aceleración lateral G_{lat} (la curvatura de la trayectoria induce a una aceleración centrífuga) y una aceleración vertical G_{pes} debida a la gravedad que se ejerce en presencia de una pendiente (la pendiente de la trayectoria). El primer acelerómetro 101 cuyos dos ejes $Acc1$, $Acc2$ están situados en el plano vertical P_y y el segundo acelerómetro 102 cuyos dos ejes $Acc3$, $Acc4$ están situados en el plano horizontal
35 P_z , van a permitir medir una resultante de las aceleraciones (longitudinales, laterales, gravedad) proyectadas sobre cada uno de los cuatro ejes de medición. Los ángulos entre los diferentes ejes de medición de los acelerómetros son conocidos y fijos después del ajuste. La computadora 103 soluciona un sistema compuesto de cuatro ecuaciones con el fin de determinar cuatro incógnitas en la posición D_x del vehículo, a saber, un ángulo de pendiente A_x de trayectoria, un ángulo de aceleración lateral A_y (resultante de la fuerza centrípeta debida a la velocidad del vehículo y dependiente del radio de curvatura R de la trayectoria así como del desvío del acelerómetro con relación al centro del vehículo),
40 un valor de la aceleración lateral G_{lat} y el valor de la aceleración longitudinal G_x . Por integraciones sucesivas sobre la duración del trayecto, la computadora 103 determina la velocidad longitudinal V_x y el desplazamiento longitudinal D_x del vehículo VEH sobre su trayecto para cualquier pendiente y curva COURB.

45 Si es necesario, el dispositivo según la invención se completa con un tacómetro 108 para mejorar la precisión de la medición precedente de la velocidad V_x y de la distancia recorrida D_x . El tacómetro 108 se fija en uno de los ejes $R1a$, $R2a$, $R1b$, $R2b$ del vehículo VEH y su/sus señales de salida STb se transmiten a la computadora 103. La computadora 103 evalúa un desplazamiento D_xT y una velocidad V_xT a partir de la/las señales de medición del tacómetro. La computadora efectúa una comparación entre los resultados de la medición de desplazamiento resultantes
50 del tacómetro y los resultantes de los acelerómetros. Cuando para estos valores medidos, una divergencia de medición es inferior a un umbral, los valores de medición se reajustan en los resultantes del tacómetro. En el caso contrario (valor superior a un umbral), no hay corrección de los resultados procedentes de las mediciones de los acelerómetros.

55 Como se representa en la figura 1, una información de velocidad nula Op puede también entregarse con seguridad por la computadora 103 a partir de informaciones Im que proceden de un equipamiento del vehículo (señal de inmovilización, indicador de velocidad nula, etc.) o venir determinada por el dispositivo según la invención misma. Para esta determinación, la computadora 103 trata las informaciones procedentes del tacómetro y de los acelerómetros.

60 Cuando el dispositivo determina una velocidad nula y, gracias a las particularidades del montaje propuesto de los acelerómetros, el dispositivo tiene también la capacidad ventajosa de aplicar una función de autotest. Esta función de autotest permite evaluar las correcciones necesarias que hay que aportar a las mediciones de los acelerómetros (después auto-calibración) y de identificar los defectos de funcionamiento de los acelerómetros. La multiplicidad de los ejes de medición aporta una redundancia muy ventajosa de varias mediciones (debidas a los dos acelerómetros biaxiales) y permite por una comprobación periódica la fiabilidad de los acelerómetros (por ejemplo a cada parada
65 en estación) de garantizar las mediciones de test (y por tanto de desplazamiento ulterior) con una probabilidad muy débil de error, haciéndolas compatibles con las exigencias de seguridad de un sistema seguro tal como se requiere en el ámbito ferroviario.

ES 2 366 148 T3

De la consecuencia de esta descripción, se hace referencia a las dos figuras 3 y 4.

Al considerar los ejes de medición Acc1, Acc2 del primer acelerómetro 101 (ver figura 3 donde por deseo de claridad, la aceleración lateral Glat voluntariamente ha sido omitida), los componentes de las mediciones de proyección Gacc1, Gacc2 por adición de las proyecciones de las aceleraciones Gx, Glat, Gpes sobre cada uno de los ejes Acc1, Acc2 del acelerómetro 101 son:

- Sobre el eje Acc1

Gacc1 = proyección (Gx) - proyección (Gpes) - proyección (Glat)

$$(1) \quad Gacc1 = Gx \cos (Ay) \cos (AL) + Gpes \sin (A1-Ax) - Glat \sin (Ay) \cos (AL)$$

- Sobre el eje Acc2

Gacc2 = proyección (Gx) - proyección (Gpes) - proyección (Glat)

$$(2) \quad Gacc2 = Gx \cos (Ay) \cos (A2) - Gpes \sin (A2+Ax) - Glat \sin (Ay) \cos (A2)$$

Del mismo modo, considerando los ejes de medición Acc3, Acc4 del segundo acelerómetro 102 (véase figura 4 donde por deseos de claridad, la aceleración de pendiente Gpes voluntariamente ha sido omitida), los componentes de las mediciones de proyección Gacc3, Gacc4 por adición de las proyecciones de las aceleraciones Gx, Glat, Gpes sobre cada uno de los ejes Acc3, Acc4 del acelerómetro 102 son:

- Sobre el eje Acc3

Gacc3 = proyección (Gx) - proyección (Glat) - proyección (Gpes)

$$(3) \quad Gacc3 = Gx \cos (A3+Ay) - Glat \sin (A3+Ay) - Gpes \sin (Ax) \cos (A3)$$

- Sobre el eje Acc4

Gacc4 = proyección (Gx) - proyección (Glat) - proyección (Gpes)

$$(4) \quad Gacc4 = Gx \cos (A4-Ay) + Glat \sin (A4-Ay) - Gpes \sin (Ax) \cos (A4)$$

Como las ecuaciones (1) a (4):

- el ángulo A1 en el plano Py entre el eje X y el eje Acc1

- el ángulo A2 en el plano Py entre el eje X y el eje Acc2

- el ángulo A3 en el plano Pz entre el eje X y el eje Acc3

- el ángulo A4 en el plano Pz entre el eje X y el eje Acc4

- el ángulo Ax de trayectoria del vehículo en el plano Py (es decir el ángulo entre la horizontal y el eje X)

- la distancia del desvío Dx entre el centro del vehículo y el punto de fijación de los acelerómetros 101, 102 embarcados sobre el vehículo

- el ángulo Ay vinculado al radio de curvatura R en el plano Py.

El ángulo Ay se calcula por $\text{Arctg}(Lx/R)$, por lo tanto en primera aproximación Lx/R visto que el valor del radio de curvatura R es habitualmente más elevado que la distancia de desvío Lx.

La resolución del sistema formado por las cuatro ecuaciones (1) a (4) depende de técnicas matemáticas que no son descritas aquí y cuyo objetivo es calcular las cuatro variables Gx, Glat, Ax y Ay con arreglo a las mediciones de los valores de aceleración Gacc1, Gacc2, Gacc3, Gacc4 del que dispone la computadora 103.

No obstante la resolución del sistema se simplifica ventajosamente en ciertas hipótesis particulares de disposición de los acelerómetros 101, 102.

Entre estas hipótesis, se pueden elegir los ángulos relativos A1+A2, A3+A4 cada uno definiendo un ángulo ortogonal, es decir: $A1+A2 = 90^\circ$ y $A3+A4 = 90^\circ$. Así, el dispositivo según la invención puede prever que por lo menos uno de los ángulos relativos A1+A2, A3+A4 sea ortogonal.

ES 2 366 148 T3

5 El dispositivo según la invención se realiza de tal modo que cada ángulo relativo A1+A2, A3+A4 esta de hecho subdividido (o puede subdividirse) en un primer y un segundo ángulo A1, A2 y respectivamente A3, A4 correspondientes a los ángulos de proyección entre los cuatro ejes de medición Acc1, Acc2, Acc3, Acc4 del primer y del segundo acelerómetro 101, 102 y el primer eje X (eje longitudinal que sigue un principal desplazamiento que se supone rectilíneo del vehículo).

Bajo este aspecto, es también muy ventajoso elegir los ángulos A1, A2, A3, A4 tales como A1=A2 y A3=A4, y en particular tales como A1 =A2=A3=A4 = 45°.

10 Con referencia a la elección de los ángulos A1, A3, es también posible atribuirles valores ajustables que permiten estimar lo mejor posible los efectos de pendiente o de curvatura sin perjudicar a la precisión de la medición de la aceleración longitudinal.

15 A título de ejemplo, si se elige la opción, para la cual los ángulos de proyección A1, A2; A3, A4 de cada acelerómetro son iguales, es decir A1=A2 y A3=A4, el sistema de ecuaciones anterior se convierte en:

$$(1) \text{Gacc1} = G_x \cos(A_y) \cos(A1) + G_{\text{pes}} \sin(A1-A_x) - G_{\text{lat}} \sin(A_y) \cos(A1)$$

20

$$(2) \text{Gacc2} = G_x \cos(A_y) \cos(A1) - G_{\text{pes}} \sin(A1+A_x) - G_{\text{lat}} \sin(A_y) \cos(A1)$$

$$(3) \text{Gacc3} = G_x \cos(A3+A_y) - G_{\text{lat}} \sin(A3+A_y) - G_{\text{pes}} \sin(A_x) \cos(A3)$$

$$(4) \text{Gacc4} = G_x \cos(A3-A_y) + G_{\text{lat}} \sin(A3-A_y) - G_{\text{pes}} \sin(A_x) \cos(A3)$$

25 La resolución de este sistema permite determinar fácilmente las cuatro incógnitas buscadas y definidas por las variables Gx, Glat, Ax, Ay, después por la integración sobre una duración de desplazamiento al deducir la velocidad longitudinal Vx y la posición Dx asociada al trayecto del vehículo:

30

$$V_x = \int (G_x dt)$$

$$D_x = \int (V_x dt)$$

35 El dispositivo según la invención permite por lo tanto que la computadora 103 suministre un valor de ángulo de pendiente Ax, de un ángulo Ay de aceleración lateral (es decir que representa la rotación de la aceleración lateral en el punto de fijación del montaje del acelerómetro con relación a lo que estaría en el centro del vehículo para el radio de curvatura R) en cada punto del trayecto que incluye pendiente y curva.

40 Por extensión, la computadora 103 suministra una velocidad Vx y una posición Dx en cada punto del trayecto que incluye pendiente y curva integrando sucesivamente el valor de aceleración longitudinal Gx del vehículo.

Como se describió anteriormente, el dispositivo puede también incluir:

45 - un tacómetro 104 dispuesto al menos en un eje del vehículo y que suministra un valor taquimétrico de velocidad VxT y de posición DxT del vehículo,

50 - los valores taquimétricos VxT, DxT y los valores de velocidad y de posición Vx, Dx obtenidos y respectivamente suministrados por la computadora 103 se proporcionan a un comparador 106 incluido en la computadora 103,

55 - el comparador 106 determina las divergencias entre categorías de valores de velocidad y de posición, y si éstas están debajo de un umbral predefinido, un reajuste de los valores de velocidad y de posición Vx, Dx suministrados por la computadora 103 en cada punto del trayecto que incluye pendiente y curva se efectúa sobre los valores taquimétricos VxT, DxT. Si las divergencias están debajo del umbral, se inhibe el reajuste.

Esta posibilidad de reajuste presenta un aumento de la precisión de medición de velocidad y de desplazamiento basado en una simple medición suplementaria de velocidad y del desplazamiento proporcional al radio de la rueda.

60 El dispositivo según la invención puede también incluir un medio de detección de velocidad nula 107 del vehículo que esta comprendido o acoplado a la computadora 103 y al tacómetro 104. Éste comprende por lo menos un correlador de los valores de velocidad y posición Vx, Dx suministrados por la computadora 103 y de los valores taquimétricos correspondiente VxT, DxT.

65 De este hecho, se realiza una función de detección de velocidad nula muy segura o:

- tomando en consideración una información externa al dispositivo puesto a disposición por uno de los dispositivos del vehículo (por ejemplo por medio de una señal interna de vehículo inmovilizado,...)

ES 2 366 148 T3

- determinando una parada del vehículo por filtrado de las informaciones de velocidad y de desplazamiento V_x , D_x suministrados por la computadora 103. Esta determinación puede ser correlacionada así con los datos taquimétricos V_xT , D_xT correspondientes.

- 5 - a raíz de estos tratamientos, si el vehículo se asegura que realmente está parado, el dispositivo pone a disposición una información denominada de velocidad nula.

Una función denominada de autotest puede entonces ventajosamente utilizar la información denominada de velocidad nula. Cuando esta información se proporciona válidamente, significa que el vehículo es inmóvil y por lo tanto las aceleraciones longitudinales y laterales son entonces nulas.

El test asociado consiste así en verificar que los valores de medición suministrados por los acelerómetros 101, 102 verifican el sistema de ecuaciones (1), (2), (3), (4) anteriormente dado que se reduce entonces a:

- 15 (1) $G_{acc1} = G_{pes} \sin(A1 - Ax)$
(2) $G_{acc2} = - G_{pes} \sin(A2 + Ax)$
20 (3) $G_{acc3} = - G_{pes} \sin(Ax) \cos(A3)$
(4) $G_{acc4} = - G_{pes} \sin(Ax) \cos(A4)$

Un ejemplo de resolución de este sistema se da aquí en la hipótesis particular de disposición de los acelerómetros, por el cual los ángulos de proyección $A1$, $A2$; $A3$, $A4$, son iguales por pares en cada uno de los planos P_y , P_z , es decir que $A1=A2$ y $A3=A4$:

De las dos últimas ecuaciones (3) y (4) se pueden deducir las relaciones siguientes (5) y (6):

- 30 (5) $G_{acc3} = G_{acc4}$
(6) $\sin(Ax) = - G_{acc3} / (G_{pes} \cos(A3))$

35 Por transcripción del término $\sin(Ax)$ en las ecuaciones (1) y (2), es posible entonces verificar los valores medidos de las aceleraciones proyectadas G_{acc1} , G_{acc2} del primer acelerómetro 101 con los resultados del cálculo anterior.

40 Las aceleraciones proyectadas G_{acc3} , G_{acc4} del segundo acelerómetro 102, se verifican por la ecuación (5). En una primera aproximación, es legítimo considerar que las inclinaciones tienen poca influencia sobre la medición, lo que generalmente es el caso, por ejemplo en el momento de los estacionamientos en el garaje o de las paradas en estación.

45 Con el fin de precisar la verificación de las aceleraciones proyectadas G_{acc3} , G_{acc4} del segundo acelerómetro 102 es no obstante también posible leer un valor de la inclinación a partir de un banco de datos.

50 Por estas verificaciones y seleccionando un umbral de filtrado, se pueden determinar factores de corrección a aportar a las mediciones resultantes de los acelerómetros. En el caso del segundo acelerómetro 102, es posible sacar provecho ventajosamente del proceso lento de desviación de los acelerómetros antes de modificar sus factores de corrección. Estos factores de corrección se aplicarán en respuesta a una confirmación obtenida después de varias paradas. Este número de paradas es ajustable en función de la precisión retenida. Esto permite auto-calibrar el dispositivo según la invención.

55 El segundo umbral elegido más elevado que el primer umbral puede también definirse para declarar el dispositivo según la invención fuera de funcionamiento.

Con el fin de realizar la función de autotest, el dispositivo según la invención comprende:

60 - un medio de auto-calibración 105 de los acelerómetros 101, 102 activable si el medio de detección de velocidad nula confirma una parada del vehículo,

- el medio de auto-calibración que trata las medidas resultantes de los acelerómetros 101, 102 y dadas por una unidad de cálculo de aceleraciones 104 (ella misma recibe las mediciones resultantes de los acelerómetros 101, 102 y que se incluyen en la computadora 103),

65 - el medio de auto-calibración calibra las mediciones en correspondencia con los valores nulos de la aceleración longitudinal G_x y lateral G_{lat} del vehículo.

ES 2 366 148 T3

El medio de auto-calibración 105 tiene un primer modo de control para verificar la igualdad de los valores de medición Gacc3, Gacc4 sobre el segundo acelerómetro 102 y un medio de recálculo del ángulo de pendiente Ax a partir del cual los valores de medición Gacc1, Gacc2 del primer acelerómetro 101 se verifican por medio de un segundo modo de control. Así pues, la verificación se vuelve muy fiable y aún más si el ángulo de pendiente puede evaluarse y confirmarse en redundancia por una información conocida externa al dispositivo.

Para esta realización relacionada con la función de autotest descrita anteriormente, más allá de un primer umbral de error procedente de los resultados del medio de auto-calibración 105, los factores de correcciones resultantes del medio de auto-calibración 105 se retransmiten entonces a la unidad de cálculo 104 (más generalmente, la computadora 103 de desplazamiento).

Del mismo modo, más allá de un segundo umbral de error menos seguro que el primer umbral procedente de los resultados del medio de auto-calibración 105, se activa un indicador de fallo de medición a bordo.

Un modelo simplificado de evaluación de una probabilidad de fallo de la función denominada de autotest puede así realizarse considerando que a la parada del vehículo, las medidas efectuadas sobre los ejes de medición acc1, acc2, acc3, acc4 de los acelerómetros 101, 102 se obtienen en redundancia.

Suponiendo un intervalo de tiempos T entre dos paradas del vehículo: la probabilidad de fallo Pr de la función de autotest aplicada a los dos ejes de medición Acc1, Acc2 en el plano Py se define por:

$$Pr = \lambda_{acc1} * \lambda_{acc2} * T$$

Dónde las tasas de fallo respectivas λ_{acc1} y λ_{acc2} de los ejes de medición Acc1 y Acc2 de los acelerómetros biaxiales se suponen cada una igual a un valor comúnmente admitido de 10^{-5} en el ejemplo de cálculo siguiente:

$$\text{Con } T = 60 \text{ segundos, } Pr = 10^{-10} * 0,017 = 1,7 * 10^{-12}$$

$$\text{Con } T = 10 \text{ minutos, } Pr = 10^{-10} * 0,17 = 17 * 10^{-12}$$

Parece por tanto que si el vehículo se detiene periódica y frecuentemente, el dispositivo permite garantizar un nivel de confianza de los datos medidos que se requiere para la seguridad exigida en el ámbito ferroviario.

Conforme a esta evaluación de una probabilidad de fallo de la función denominada de autotest, el dispositivo según la invención puede entonces comprender un medio de evaluación de probabilidad de fallo activable entre dos paradas del vehículo y que emplean una medición en redundancia sobre los ejes de medición de los acelerómetros. Este medio de evaluación puede integrarse en el medio de auto-calibración 105 anteriormente descrito.

Por fin, el dispositivo según la invención puede también opcionalmente comprender un detector de pérdida de adherencia del vehículo (en caso de patinaje o de bloqueo de las ruedas) acoplado al menos a uno de los primeros y segundos acelerómetros 101, 102 biaxiales para los cuales las medidas de desplazamiento pueden asociarse a los valores externos (pendiente, curvatura de un banco de datos o dadas por un sistema de balizaje de trayectoria, etc). En caso de divergencia de estos datos, se puede detectar un riesgo de pérdida de adherencia del vehículo y por extensión complementar la información proporcionada por el sistema de detección de velocidad nula (rueda bloqueada, pero el vehículo en movimiento).

El detector de pérdida de adherencia del vehículo puede también, cuando proceda, acoplarse al menos a un tacómetro 108 del eje del vehículo en adición de uno de los primer y segundos acelerómetros 101, 102 para comparar sus datos de medición de movimiento angular y respectivamente de desplazamiento longitudinal. De esta forma, la función de detección de velocidad nula puede entonces volverse aún más segura.

55 Abreviaturas principales

X: eje longitudinal (de desplazamiento) del vehículo

Y: eje perpendicular al eje X y en el plano del piso del vehículo

Z: eje perpendicular al piso del vehículo

Px: plan ortogonal al eje X y determinado por los ejes Y, Z

Py: plan ortogonal al eje Y y determinado por los ejes X, Z

Pz: plan ortogonal al eje Z y determinado por los ejes X, Y

ES 2 366 148 T3

	Gpes:	aceleración de la gravedad = 9.81 m/s ²
	Gx:	aceleración longitudinal del vehículo según el eje X
5	Glat:	aceleración lateral del vehículo en el punto de los acelerómetros en el vehículo
	Vx:	velocidad longitudinal según el eje X
	Dx:	posición/desplazamiento longitudinal según el eje X
10	VxT:	velocidad longitudinal otorgada por el tacómetro
	DxT:	desplazamiento longitudinal otorgado por el tacómetro
15	Acc1:	primer eje de medición del acelerómetro 101
	Acc2:	segundo eje de medición del acelerómetro 101
	Acc3:	primer eje de medición del acelerómetro 102
20	Acc4:	segundo eje 2 de medición del acelerómetro 102
	A1:	ángulo en el plano Py entre el eje X y el eje Acc1
25	A2:	ángulo en el plan Py entre el eje X y el eje Acc2
	A3:	ángulo en el plan Pz entre el eje X y el eje Acc3
	A4:	ángulo en el plan Pz entre el eje X y el eje Acc4
30	Ax:	ángulo de trayectoria del vehículo en el plano Py (es decir ángulo entre la horizontal y el eje X)
	Lx:	distancia del desvío entre el centro del vehículo y el punto de fijación de los acelerómetros 101, 102
35	Ay:	ángulo vinculado al radio de curvatura en el plano Py. Ay se calcula por $\text{Arctg}(Lx/R)$, por lo tanto en primera aproximación Lx/R
	Vx:	velocidad longitudinal del vehículo según el eje X.
40		
45		
50		
55		
60		
65		

ES 2 366 148 T3

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición del desplazamiento de un vehículo autoguiado (VEH) que comprende a bordo:

- 5 - un acelerómetro (101) provisto de dos ejes de medición (Acc1, Acc2) en un plano longitudinal (Py) definido por un primer eje (X) longitudinal que sigue un principal desplazamiento que se supone rectilíneo del vehículo y un segundo eje (Z) perpendicular al piso del vehículo,
- 10 - una computadora (103) conectada a una señal de salida (S1, S2) asociada a cada eje de medición (Acc1, Acc2), donde cada señal de salida (S1, S2) comprende una medición en proyección (Gacc1, Gacc2) de una resultante de la aceleración global del vehículo sobre el eje de medición asociado (Acc1, Acc2),

caracterizado en que:

- 15 - un segundo acelerómetro (102) esta provisto al menos de dos ejes de medición (Acc3, Acc4) en un plano horizontal (Pz) definido por el primer eje (X) y un tercer eje (Y) perpendicular al primer y al segundo eje (X, Z),
- 20 - la computadora (103) se conecta a una señal de salida (S3, S4) asociada a cada eje de medición (Acc3, Acc4), donde cada señal de salida (S3, S4) comprende una medición en proyección (Gacc3, Gacc4) de la resultante de la aceleración global del vehículo sobre el eje de medición asociado (Acc3, Acc4),
- 25 - los ejes de medición (Acc1, Acc2; Acc3, Acc4) del primer y del segundo acelerómetro (101, 102) presentan en su plano respectivo (Py, Pz) un ángulo relativo (A1+A2, A3+A4) que es ajustable, de modo que la computadora (103) suministra a partir de las cuatro mediciones de proyección (Gacc1, Gacc2, Gacc3, Gacc4) al menos un valor de aceleración longitudinal (Gx) del vehículo a cada punto de un trayecto que comprende pendiente y curva.

2. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

- 30 por el cual por lo menos uno de los ángulos relativos (A1+A2, A3+A4) es ortogonal.

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

- 35 por el cual cada ángulo relativo (A1+A2, A3+A4) se subdivide en un primer y un segundo ángulo (A1, A2; A3, A4) correspondiente a los ángulos de proyección entre los cuatro ejes de medición (Acc1, Acc2, Acc3, Acc4) del primer y del segundo acelerómetro (101, 102) y del primer eje (X).

4. Dispositivo según la reivindicación 3,

- 40 por el cual los ángulos de proyección (A1=A2; A3=A4) de cada acelerómetro son iguales.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

- 45 por el cual la computadora (103) suministra en cada punto del trayecto, que incluye pendiente y curva, un valor de aceleración lateral (Glat), del ángulo de pendiente (Ax), un ángulo de aceleración lateral (Ay) que resulta de la fuerza centrífuga debida a la velocidad del vehículo y que depende de un radio de curvatura (R) de la trayectoria así como de un desvío del acelerómetro con relación al centro del vehículo.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

- 50 por el cual la computadora (103) suministra una velocidad (Vx) y una posición (Dx) a cada punto del trayecto que comprende pendiente y curva integrando sucesivamente el valor de aceleración longitudinal (Gx) del vehículo.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

- 55 que consta de:

- un tacómetro (104) que está dispuesto al menos sobre un eje del vehículo y suministra un valor taquimétrico de velocidad (VxT) y de posición (DxT) del vehículo,
- 60 - los valores taquimétricos (VxT, DxT) obtenidos y los valores de velocidad y de posición (Vx, Dx) suministrados por la computadora (103) se proporcionan a un comparador (106),
- 65 - el comparador (106) determina las divergencias entre categorías de valores de velocidad y de posición, y si éstas están debajo de un umbral predefinido, se efectúa un reajuste de los valores de velocidad y de posición (Vx, Dx) obtenidos por la computadora (103) en cada punto del trayecto que comprende pendiente y curva sobre los valores taquimétricos (VxT, DxT).

ES 2 366 148 T3

8. Dispositivo según la reivindicación 7,

que comprende un medio de detección de velocidad nula (107) del vehículo acoplado a la computadora (103) y al tacómetro (104) e incluye por lo menos un correlador de los valores de velocidad y de posición (V_x , D_x) suministrados por la computadora (103) y de los valores taquimétricos (V_xT , D_xT).

9. Dispositivo según las reivindicaciones 5 y 8, que consta de:

- un medio de auto-calibración (105) de los acelerómetros (101, 102) es activable, si el medio de detección de velocidad nula confirma una parada del vehículo,

- el medio de auto-calibración que trata de las mediciones resultantes de los acelerómetros 101, 102 y otorgadas por una unidad de cálculo de aceleraciones 104 incluida en la computadora 103

- el medio de auto-calibración calibra las mediciones en correspondencia con los valores nulos de aceleración longitudinal (G_x) y lateral (G_{lat}) del vehículo.

10. Dispositivo según la reivindicación 4 y 9,

por el cual el medio de auto-calibración (105) tiene un primer modo de control para verificar la igualdad de los valores de medición (G_{acc3} , G_{acc4}) sobre el segundo acelerómetro (102) y un medio de recálculo del ángulo de pendiente (A_x) a partir del cual los valores de medición (G_{acc1} , G_{acc2}) del primer acelerómetro (101) son verificados por medio del segundo modo de control.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10,

por el cual más allá de un primer umbral de error procedente de los resultados del medio de auto-calibración, son transmitidos los factores de correcciones resultantes del medio de auto-calibración a la computadora (103).

12. Dispositivo según la reivindicación 11,

por el cual más allá del segundo umbral de error, de menor seguridad que el primer umbral, que proviene de los resultados del medio de auto-calibración, se activa un indicador de avería de medición a bordo.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 12,

que incluye un medio de evaluación de la probabilidad de fallo activables entre dos paradas del vehículo y empleando una medición en redundancia sobre los ejes de medición de los acelerómetros.

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,

que comprende un detector de pérdida de adherencia del vehículo acoplado al menos a uno de los primer y segundos acelerómetros.

15. Dispositivo según la reivindicación 14,

por el cual el detector de pérdida de adherencia del vehículo se acopla al menos a un tacómetro en adición de uno de los primer y segundos acelerómetros.

50

55

60

65

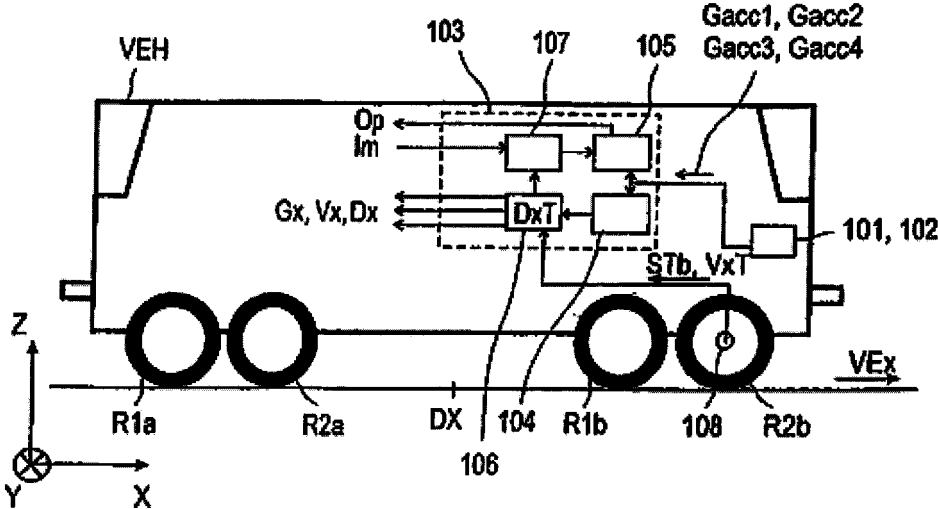


FIG 1

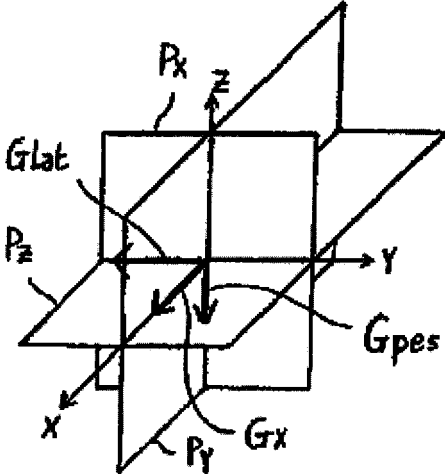


FIG 2

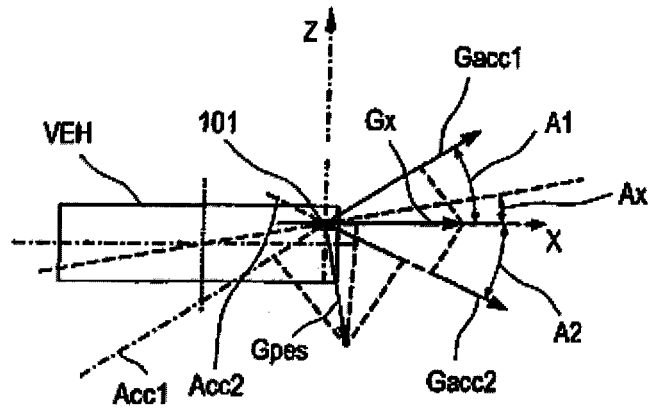


FIG 3

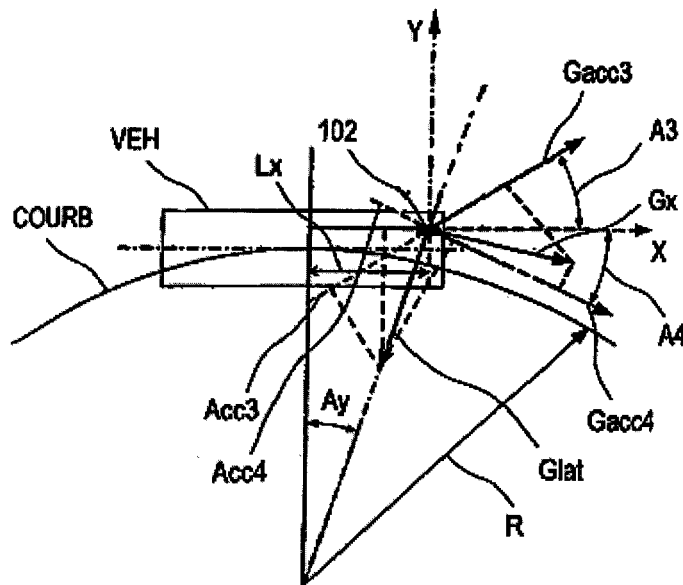


FIG 4