

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 057**

51 Int. Cl.:

B61L 25/02 (2006.01)

G01B 21/12 (2006.01)

G01C 22/00 (2006.01)

G01C 21/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2013** **E 13168736 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019** **EP 2666697**

54 Título: **Procedimiento de evaluación del diámetro de una rueda, y conjunto de evaluación asociado**

30 Prioridad:

25.05.2012 FR 1254848

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

15.04.2020

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

LE BASTARD, JEAN

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 754 057 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 de evaluación del diámetro de una rueda, y conjunto de evaluación asociado

- 5 **[0001]** La invención se refiere en general a los procedimientos de evaluación del diámetro de una rueda de un vehículo, en concreto de un vehículo ferroviario.
- [0002]** Se conoce la medición del diámetro o del perímetro externo de las ruedas de un tren detenido (por ejemplo en las cocheras. A continuación dicha medición se introduce manualmente en el vehículo ferroviario y se
10 utiliza de forma corriente para calcular la velocidad y la distancia recorridos por este a partir de la medición de la rotación de la rueda.
- [0003]** Además, los sistemas de señalización ferroviarios utilizan a menudo una información de distancia del tren respecto a puntos particulares de la vía y de velocidad máxima autorizada. Por tanto, es particularmente
15 importante conocer permanentemente, con una buena precisión y certidumbre, la posición y la velocidad del tren. Para ello es necesario estar seguro de disponer permanentemente de una información precisa y fiable sobre el diámetro de la rueda, ya que este diámetro se utiliza en los cálculos que permiten evaluar la posición y la velocidad del tren.
- [0004]** Los documentos JP 2 293667 A, US 2004/181320 A1 y EP 1 197 419 A1 describen dispositivos y
20 métodos de medición de un diámetro de una rueda.
- [0005]** En este contexto, la invención busca proponer un procedimiento que permita evaluar una magnitud característica del diámetro de la rueda permanentemente y con una buena precisión sin intervención manual de un operario (fuente potencial de error).
25
- [0006]** Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de evaluación que comprende las siguientes etapas:
- adquirir una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular de la rueda;
 - 30 - adquirir una segunda magnitud representativa de la derivada de la aceleración del vehículo;
 - evaluar la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda a partir de la primera y segunda magnitud.
- [0007]** Algunos sensores utilizados para medir la aceleración del vehículo, por ejemplo, los sensores inerciales, presentan efectivamente un error de medición, que es sensiblemente constante en periodos cortos, del orden de varios
35 minutos. La derivada de la medición de un tal sensor no está contaminada por errores debido a la casi constancia de este error. El procedimiento permite por tanto una estimación automática, permanente, frecuente, con una buena precisión, de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda.
- [0008]** La magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda es típicamente el diámetro de la rueda, o su
40 perímetro, o el cuadrado del diámetro, o un coeficiente correctivo del diámetro o del perímetro, o cualquier otro valor que caracterice el diámetro susceptible de ser utilizado por ejemplo en un software de cálculo de la posición y la velocidad del tren o del vehículo.
- [0009]** El vehículo es típicamente un tren, por ejemplo un tren de alta velocidad o un tren interurbano o un tren
45 regional, o incluso un tren de cercanías o un metro o un tranvía. En una variante, el vehículo es cualquier otro tipo de vehículo cuyo diámetro de rueda sea susceptible de variar.
- [0010]** Típicamente, la rueda es metálica. En una variante, la rueda es de otro tipo.
- 50 **[0011]** Ventajosamente, la primera magnitud se evalúa con un sensor midiendo el desplazamiento angular de la rueda.
- [0012]** Los trenes están equipados con tales sensores, de manera que la primera magnitud puede calcularse a partir de la señal emitida por dichos sensores.
55
- [0013]** Por ejemplo, dicho sensor comporta una rueda dentada solidaria en rotación de la rueda, y un detector previsto para contar el número de dientes que pasan por delante de dicho detector durante un periodo de tiempo predeterminado. La rueda dentada se fija directamente a la rueda o se fija a un árbol solidario de la rueda. El detector es un detector magnético u óptico.
60
- [0014]** Los dientes están espaciados regularmente alrededor de la rueda dentada. La primera magnitud está determinada por cálculo, a partir del número de dientes que pasan frente al detector en cada intervalo de tiempo. Esta primera magnitud es por ejemplo la derivada de la aceleración angular o de la aceleración tangencial de la rueda.
- 65 **[0015]** La segunda magnitud se evalúa típicamente con un sensor inercial.

[0016] Este tipo de sensor se conoce también con el nombre de acelerómetro. Este tipo de sensor está particularmente adaptado para evaluar la aceleración del vehículo y su derivada.

5 **[0017]** En una variante, la derivada de la aceleración del vehículo podría calcularse a partir de información adquirida con ayuda de un sistema GPS o de cualquier otro sistema adaptado, como un rada de efecto doppler o un telémetro láser o lidar o una cámara (cálculo de distancia por tratamiento de imagen).

[0018] Típicamente, el sensor inercial adquiere una primera aceleración del vehículo siguiendo una primera
10 dirección paralela al sentido de desplazamiento normal del vehículo, la segunda magnitud se evalúa a partir de dicha primera aceleración.

[0019] En una variante de realización, el procedimiento utiliza solamente la primera aceleración. La derivada de la aceleración del vehículo se calcula a partir de los valores de primera aceleración adquiridos periódicamente por
15 el sensor inercial. Esta variante es particularmente sencilla y robusta.

[0020] Sin embargo, está contaminada de errores en un pequeño número de casos:

- 20 - cuando varía el gradiente de la vía sobre la que circula el vehículo;
- cuando la primera aceleración se mide siguiendo una primera dirección que no es exactamente paralela al sentido de desplazamiento del vehículo;
- en las curvas, en concreto cuando la vía presenta un peralte, es decir está inclinada hacia el centro de curvatura;
- en el caso de la utilización de un rada doppler, cuando se atraviesa un puente metálico o cuando la velocidad es relativamente baja;
- 25 - en el caso de la utilización de un telémetro láser o un lidar, cuando no hay objeto fijo a lo largo de la vía;
- en el caso de la utilización de una cámara, en el cambio de contraste, por ejemplo a la entrada o salida de un túnel;
- en el caso de la utilización de un GPS, cuando se pasa debajo de un puente o por un túnel.

30 **[0021]** Ventajosamente, el sensor inercial adquiere una segunda velocidad de rotación del vehículo alrededor de una segunda dirección, la segunda dirección es sensiblemente paralela al plano de rodadura del vehículo y perpendicular a la primera dirección, la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración y a partir de la segunda velocidad de rotación.

35 **[0022]** Esto permite aumentar la precisión del procedimiento en las zonas donde el gradiente de la vía no es constante.

[0023] De hecho, en las zonas donde la vía no es plana, y por tanto donde presenta un gradiente (subida o bajada), la gravitación contribuye a acelerar el vehículo siguiendo la primera dirección. En otras palabras, la gravitación
40 tiene un componente no nulo según la primera dirección. En el momento en que el gradiente de la vía evoluciona, la contribución de la gravitación se modifica, lo que tiene una influencia sobre la derivada de la aceleración medida del vehículo.

[0024] La modificación del gradiente de la vía se detecta partir de la información adquirida por el sensor inercial
45 y correspondiente a la segunda velocidad de rotación del vehículo.

[0025] Para calcular la segunda magnitud, el procedimiento utiliza por tanto la primera aceleración, medida siguiendo la primera dirección, corregida de la contribución de la gravitación. Alternativamente, la etapa de evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda no se efectúa cuando el sensor inercial detecta una variación
50 del gradiente de vía.

[0026] Según otra variante de realización, el sensor inercial adquiere una primera, segunda y tercera velocidad de rotación del vehículo respectivamente alrededor de la primera dirección, alrededor de una segunda dirección sensiblemente paralela al plano de rodadura del vehículo y perpendicular a la primera dirección, y alrededor de una
55 tercera dirección sensiblemente perpendicular al plano de rodadura del vehículo, la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración y a partir de la primera, segunda y tercera velocidad de rotación.

[0027] Tener en cuenta la primera, segunda y tercera velocidad de rotación permite aumenta la precisión del procedimiento, identificando la orientación del vehículo. En concreto a la entrada y a la salida de la curva, el peralte se acentúa o disminuye. El comportamiento del vehículo está entonces cerca del comportamiento en caso de variación del gradiente de vía. El hecho de adquirir la primera, segunda y tercera velocidad de rotación permite diferenciar, durante la etapa de evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda, el caso de la curva en peralte y el caso de la variación del gradiente de vía. Alternativamente, la etapa de evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda no se efectúa cuando el sensor inercial detecta que el vehículo se encuentra en una curva en
65 peralte.

[0028] Según otra variante de realización, el sensor inercial adquiere una segunda aceleración del vehículo siguiendo una segunda dirección sensiblemente paralela al plano de rodadura del vehículo y perpendicular a la primera dirección, y/o adquiere una tercera aceleración siguiendo una tercera dirección sensiblemente perpendicular al plano de rodadura del vehículo, la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración y a partir de la segunda y/o tercera aceleración.

[0029] Esto permite aumentar la precisión del procedimiento, en concreto en el caso en que la primera aceleración se mide siguiendo una dirección que no corresponde exactamente al sentido de desplazamiento normal del vehículo. Esto corresponde al caso en el que el sensor inercial está montado con una orientación ligeramente desplazado respecto a la dirección de desplazamiento del tren. Normalmente, la primera dirección corresponde exactamente al sentido de desplazamiento normal del vehículo. Sin embargo, la primera dirección puede desplazarse angularmente paralelamente al plano de rodadura respecto de la dirección de desplazamiento del vehículo. También puede presentar una flecha respecto de esta dirección de desplazamiento, es decir estar desplazada hacia arriba o hacia abajo respecto de la dirección de desplazamiento, es decir, no ser paralela al plano de rodadura.

[0030] El hecho de adquirir la aceleración medida siguiendo la segunda dirección permite evaluar el desfase del sensor inercial en el primer caso, es decir, en el caso en el que la primera dirección está desfasada respecto a la dirección de desplazamiento del vehículo solamente paralelamente al plano de rodadura. El hecho de adquirir la tercera aceleración permite evaluar el desfase del sensor en el segundo caso. Estos desfases pueden tenerse en cuenta entonces para el cálculo de la segunda magnitud.

[0031] Hay que señalar que estos desfases son sensiblemente constantes. No es necesario evaluarlos permanentemente. Por ejemplo, se evalúan periódicamente, cuando el vehículo sale de una parada siguiendo una línea recta.

[0032] Según otro aspecto de la invención, el procedimiento comprende una etapa de verificación de la ausencia de patinado o de bloqueo de la rueda.

[0033] El patinado y el bloqueo son dos casos en los que la rueda se desliza sobre la superficie de rodadura, por ejemplo sobre el riel en el caso de un vehículo ferroviario. El deslizamiento puede estar acompañado de una rodadura o no. En otras palabras, son dos casos en los que la velocidad lineal de la rueda es inferior o superior a la velocidad de desplazamiento del vehículo según la primera dirección.

[0034] En caso de que se detecte un patinado o un bloqueo de la rueda, el procedimiento no calcula la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda. De hecho, en ese caso no hay proporcionalidad entre la derivada de la aceleración angular de la rueda y la aceleración del vehículo.

[0035] La información relativa a la ausencia o presencia de patinado o de bloqueo se adquiere directamente en el ordenador de control del vehículo, donde está presente.

[0036] Ventajosamente, el procedimiento comprende una etapa de comparación de la segunda magnitud con un límite predeterminado, de manera que impide la evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda a partir de la primera y segunda magnitud cuando la segunda magnitud es inferior al límite predeterminado.

[0037] De hecho, durante esta evaluación, se realiza una relación entre la primera magnitud y la segunda magnitud, la segunda magnitud es el denominador. Cuando la segunda magnitud es muy baja, incluso nula, el cálculo es imposible o el margen de errores es extremadamente elevado.

[0038] En otras palabras, el procedimiento es particularmente preciso en las fases de aceleración y de deceleración del vehículo, por ejemplo en el arranque, o al acercarse a una parada.

[0039] Ventajosamente, el procedimiento comprende una etapa de filtrado de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda.

[0040] Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un conjunto de evaluaciones de una magnitud que caracteriza el diámetro de una rueda de un vehículo, el conjunto comprende:

- un dispositivo de adquisición de una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular de la rueda;
- un dispositivo de adquisición de una segunda magnitud representativa de la derivada de la aceleración del vehículo;
- un dispositivo de evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda a partir de la primera y segunda magnitud.

[0041] Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada que aparece a continuación, a título indicativo y en absoluto limitativo, en referencia a las figuras anexas, entre las que:

- 5 - la figura 1 es un diafragma de etapa que ilustra de manera esquemática las principales etapas de procedimiento;
- la figura 2 es una representación esquemática simplificada de un vehículo equipado con un dispositivo de la invención;
- la figura 3 es una representación esquemática simplificada de un sensor previsto para medir la velocidad de rotación de las ruedas del vehículo;
- 10 - la figura 4 es una representación esquemática simplificada de un vehículo que se desplaza sobre una vía de gradiente variable; y
- la figura 5 es una representación esquemática que ilustra el desfase en orientación entre la primera aceleración y la dirección de desplazamiento del vehículo.

[0042] El procedimiento ilustrado en la figura 1 busca calcular el diámetro de una rueda de un vehículo, y más particularmente de un vehículo ferroviario equipado con ruedas metálicas.

[0043] El diámetro de las ruedas de un tal vehículo evoluciona esencialmente, bajo el efecto del remecanizado de las ruedas efectuado periódicamente en las cocheras, y las modificaciones del perfil de la rueda que resulta por ejemplo de un bloqueo de la rueda durante el frenado.

[0044] El tren comporta típicamente un gran número de ruedas, por ejemplo cuatro u ocho ruedas por coche. El procedimiento se aplica a cada rueda del tren. En una variante, el procedimiento se aplica solamente a ciertas ruedas del tren, por ejemplo, una rueda por coche, o a una sola rueda. Típicamente, para cada rueda afectada se adquiere una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular de la rueda. En cambio, se utiliza la misma segunda magnitud, representativa de la derivada de la aceleración del vehículo, para cada una de las ruedas del tren.

[0045] El diámetro de la rueda evaluado por el procedimiento de la invención corresponde a un diámetro medio, tomando en cuenta una fracción del perímetro de la rueda, e incluso la totalidad del perímetro de la rueda.

[0046] El procedimiento utiliza permanentemente las etapas ilustradas en la figura 1.

[0047] En la descripción que sigue, α' , α'' y α''' simbolizan respectivamente la velocidad angular, y su primera y segunda derivada. x' , x'' y x''' simbolizan respectivamente la velocidad lineal del vehículo según el eje X, y su primera y segunda derivada.

[0048] El procedimiento comporta las siguientes etapas:

- 40 1) verificación de la ausencia de patinado o de bloqueo de la rueda;
- 2) adquisición de una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular de la rueda α''' ;
- 3) adquisición de una segunda magnitud representativa de la derivada de la aceleración del vehículo x''' ;
- 4) comprobación de que la segunda magnitud es superior a un límite predeterminado;
- 5) evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda a partir de la primera y segunda magnitud;
- 6) filtrado de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda.

[0049] Las etapas 1) y 2) se activan de manera simultánea o casi simultánea.

[0050] Para la adquisición de la primera magnitud, se utiliza un sensor que mide el desplazamiento angular de la rueda por unidad de tiempo. Para la adquisición de la segunda magnitud, se utiliza típicamente un sensor inercial a bordo del vehículo.

[0051] La figura 2 ilustra el vehículo 10, este vehículo es un coche o locomotora de tren representado de manera muy esquemática. Este vehículo comporta una caja 11 soportada por cuatro ruedas 12, 13, 14, 15. La vía 16 sobre la que circula el vehículo comporta dos rieles 17 sobre los que ruedan las ruedas 12, 13, 14 y 15. El procedimiento está previsto para evaluar el diámetro de la rueda 14.

[0052] El sensor 18 utilizado para medir el desplazamiento angular de la rueda por unidad de tiempo está ilustrado en la figura 3. Este sensor comporta una rueda dentada 19, solidaria en rotación de la rueda 14 y un detector 20. La rueda dentada 19 comporta un buje 21 y una pluralidad de dientes 22 en saliente radialmente respecto del buje 21. El detector 20 es solidario de la caja y está dispuesto cerca de la rueda dentada 19. El sensor 18 está previsto para avisar cada vez que un diente 22 pasa por delante del detector 20.

[0053] La primera magnitud, representativa de la derivada de aceleración angular de la rueda α''' , es la derivada de la aceleración tangencial de la rueda d''' .

[0054] La velocidad tangencial d' de la rueda en el instante T_i puede calcularse en concreto con ayuda de la siguiente fórmula:

$$d' = n_i / N \times D \pi / \Delta t$$

donde Δt es el periodo de medición, N es el número total de dientes de la rueda dentada 19, n_i es el número de dientes detectados por el detector 20 en el instante T_i durante el periodo Δt , y D es el diámetro teórico de la rueda. La aceleración tangencial d'' puede calcularse utilizando la siguiente fórmula:

$$d'' = (n_i - n_{i-1}) / N \times D \pi / \Delta t^2$$

10 donde n_{i-1} es el número de dientes detectado en T_{i-1} , es decir, en el muestreo anterior.

[0055] La derivada de la aceleración tangencial se calcula por ejemplo con ayuda de la siguiente fórmula:

$$d''' = (n_i - 2 \times n_{i-1} + n_{i-2}) / N \times D \pi / \Delta t^3$$

15 donde n_{i-2} es el número de dientes detectados en el instante T_{i-2} .

[0056] En la práctica, el sensor 18 informa a un ordenador 23 embarcado a bordo del vehículo, que realizar los cálculos que permiten determinar la derivada de la aceleración tangencial de la rueda d''' .

20 **[0057]** El sensor inercial 24 está embarcado a bordo del vehículo. En una primera realización de la invención, el sensor inercial 24 está montado de manera que mide la aceleración x'' del vehículo según una primera dirección paralela al sentido de desplazamiento normal del vehículo. La primera dirección, que corresponde al sentido de desplazamiento normal del vehículo hacia delante, está representada por la flecha x sobre la figura 2. En esta figura, 25 la dirección x y corresponde a la dirección transversal, las direcciones x e y definen un plano paralelo al plano de rodadura del vehículo. La dirección z es perpendicular al plano de rodadura.

[0058] En la primera realización, se supone que la primera dirección x es perfectamente paralela a la dirección de desplazamiento F del vehículo, y se desprecia el error que puede resultar de un montaje incorrecto del sensor 24, 30 y en particular de una mala alineación de esta primera dirección x respecto de la dirección de desplazamiento F del vehículo.

[0059] La derivada de la aceleración del vehículo se calcula de la siguiente manera:

$$35 \quad x''' = (x''^i - x''^{i-1}) / \Delta t$$

donde Δt es el periodo de muestreo, x''^i es la aceleración medida por el sensor 24 en el instante T_i , y x''^{i-1} es la aceleración medida por el sensor 24 en el instante T_{i-1} inmediatamente anterior al instante T_i .

40 **[0060]** En la práctica, los valores medidos por el sensor 24 se transmiten al ordenador 23, y este calcula la derivada de la aceleración.

[0061] En la etapa 3, se realiza la comprobación de que no hay deslizamiento ni bloqueo interrogando al ordenador que controla el vehículo, que puede ser el ordenador 23. Esta información está presente en el ordenador 45 porque generalmente la utilizan otros algoritmos programados en el ordenador.

[0062] En la etapa 4, el ordenador compara la derivada de la aceleración del vehículo x''' adquirida en la etapa 2 con un límite predeterminado L . De hecho, si esta derivada es demasiado baja, las etapas de cálculo siguientes no pueden realizarse con una buena precisión.

50 **[0063]** Si x''' es inferior al límite, no se realizan las siguientes etapas.

[0064] En la etapa 5, el sensor efectúa la relación entre d''' y x''' y deduce el diámetro corregido D_{real} de la rueda. Para ello utiliza la siguiente ecuación:

$$55 \quad \lambda = d''' / x'''$$

$$D_{real} = D / \lambda$$

60 donde D es el diámetro de rueda teórico utilizado para evaluar d''' .

[0065] Esta medida de D_{real} está afectada por un cierto error debido a los ruidos de las mediciones. La etapa

6 permite filtrar este valor a largo plazo para obtener un valor más preciso (ya que el diámetro de la rueda no varía a largo plazo). Este filtrado se lleva a cabo por ejemplo realizando una media móvil del valor de D_{real} obtenido en la etapa 5.

5 **[0066]** En una variante, el filtrado podría realizarse con ayuda de un filtro de Kalman.

[0067] Una segunda realización de la invención se va a describir a continuación, en referencia a la figura 4.

[0068] Solo se van a detallar a continuación los puntos en los que la segunda realización difiere de la primera.

10 Los elementos idénticos o que realicen las mismas funciones en las dos realizaciones estarán designados por las mismas referencias.

[0069] En la segunda realización, el sensor inercial 24 adquiere no solo la aceleración del vehículo siguiendo la primera dirección (primera aceleración x''), sino que también adquiere en el mismo instante la velocidad angular del vehículo alrededor de la segunda dirección y (segunda velocidad angular $\theta y'$).

[0070] Este valor se tiene en cuenta en la etapa 5 para la determinación del diámetro de rueda. Esto permite aumentar la precisión del cálculo en las porciones de vía donde se produce una rotura de pendiente, es decir, una variación en el gradiente de la pendiente, como se ilustra en la figura 4.

20

[0071] En esta figura se ha representado un perfil de vía que comporta un primer tramo descendiente 26, un segundo tramo plano 28, una rotura de pendiente 30 que interviene entre los tramos 26 y 28. Cuando el vehículo 10 se desplaza sobre la porción 26, el peso P del vehículo tiene un componente que tiende a acelerar el vehículo siguiendo la dirección x . El sensor inercial 24, cuando adquiere el valor de aceleración x'' siguiendo la primera dirección, mide un valor total de aceleración que tiene en cuenta la contribución de la gravitación. Mientras la pendiente sea constante, la contribución de la gravitación a la aceleración también es constante, y la derivada x''' no se ve afectada por el hecho de que el vehículo se encuentre sobre un tramo de vía en pendiente. Esto también es cierto para la porción horizontal 28. En cambio, en el punto 30 se produce una ruptura de pendiente, y la contribución de la gravitación a la aceleración siguiendo la primera dirección cambia. Esto se traduce por el hecho de que la contribución de la gravitación al valor x''' se vuelve no nula.

[0072] Una tal rotura de pendiente puede ser detectada por el acelerómetro 24, porque en el punto 30 $\theta y'$ varía. Entonces el ordenador puede tener en cuenta para la estimación de la segunda magnitud no solo x''' , sino también $\theta y'$. Más precisamente, corrige el valor x''' en función de $\theta y'$. Por ejemplo, añade a x''' la contribución de la gravitación, que vale $\theta y' g \cos\theta y$, donde g es la aceleración de la gravedad.

35

[0073] En una variante, el ordenador no efectúa la etapa 5 cuando detecta que la variación de $\theta y'$ es superior a un valor predeterminado.

40 **[0074]** A continuación se va a detallar una tercera realización. Solo se van a detallar a continuación los puntos en los que la tercera realización difiere de la primera. Los elementos idénticos o que realicen las mismas funciones en las dos realizaciones estarán designados por las mismas referencias.

[0075] En esta tercera realización, el sensor inercial 24 adquiere no solo la aceleración del vehículo siguiendo la primera dirección x'' , sino también la velocidad angular del vehículo alrededor de la primera dirección x , de la segunda dirección y alrededor de la tercera dirección z , estas velocidades angulares se anotan respectivamente como $\theta x'$, $\theta y'$ y $\theta z'$.

[0076] A continuación se tienen en cuenta estos valores para determinar la segunda magnitud, representativa de la derivada de la aceleración del vehículo.

50

[0077] Esto es particularmente útil cuando el procedimiento se aplica mientras que el vehículo sigue una porción de vía en curva y en peralte.

55 **[0078]** En una variante, el ordenador no efectúa la etapa 5 cuando detecta que las variaciones de $\theta x'$ o $\theta z'$ son superiores a un valor predeterminado.

[0079] Una cuarta realización de la invención se va a describir a continuación, en referencia a la figura 5.

60 **[0080]** Solo se van a detallar a continuación los puntos en los que la cuarta realización difiere de la primera. Los elementos idénticos o que realizan la misma función serán designados por las mismas referencias.

[0081] Como se ilustra en la figura 5, el sensor 24 generalmente no está instalado con la primera dirección x rigurosamente paralela a la dirección de desplazamiento normal del vehículo F . La orientación de la primera dirección x está desfasada respecto a F . Este desfase puede descomponerse en dos desfases angulares β y γ :

65

- un desfase angular β paralelamente al plano de rodadura P;
- un desfase angular γ hacia arriba o hacia abajo respecto del plano de rodadura P, también denominado flecha.

5 **[0082]** Hay que señalar que uno de los dos desfases angulares no puede ser nulo.

[0083] En ese caso, la aceleración x'' medida siguiendo la primera dirección por el sensor inercial 24 no es rigurosamente igual a la aceleración del vehículo siguiendo la dirección F.

10 **[0084]** En la cuarta realización, se miden periódicamente con ayuda del sensor inercial 24 los valores de y'' y z'' , además de x'' . Estos valores se utilizan para estimar los desfases angulares β y γ .

[0085] El cálculo del parámetro λ se modifica de la siguiente manera:

15
$$\lambda = d''' \cos \beta \cos \gamma / x'''$$

[0086] Los otros cálculos son idénticos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de evaluación de una magnitud que caracteriza el diámetro de una rueda (14) de un vehículo (10) cuando este está en movimiento, el procedimiento comporta las siguientes etapas:
- 5
- adquirir una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular (α'') de la rueda (14);
 - adquirir una segunda magnitud representativa de la derivada de la aceleración del vehículo (10);
 - evaluar la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda (14) a partir de la primera y segunda magnitud.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera magnitud se evalúa con un sensor (18) midiendo el desplazamiento angular de la rueda (14).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la segunda magnitud se evalúa con un sensor inercial (24).
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el sensor inercial (24) adquiere una primera aceleración (x'') del vehículo siguiendo una primera dirección (x) paralela al sentido de desplazamiento normal (F) del vehículo (10), la segunda magnitud se evalúa a partir de dicha primera aceleración (x'').
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el sensor inercial (24) adquiere una segunda velocidad de rotación ($\theta y'$) del vehículo (10) alrededor de una segunda dirección (y), sensiblemente paralela al plano de rodadura (P) del vehículo (10) y perpendicular a la primera dirección (x), la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración (x'') y a partir de la segunda velocidad de rotación ($\theta y'$).
- 25 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el sensor inercial (24) adquiere una primera y segunda velocidad de rotación ($\theta x'$, $\theta y'$) del vehículo (10) alrededor respectivamente de la primera dirección (x) y alrededor de una tercera dirección (z) sensiblemente perpendicular al plano de rodadura (P) del vehículo (10), la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración (x'') y a partir de la primera, segunda y tercera velocidad de rotación ($\theta x'$, $\theta y'$, $\theta z'$).
- 30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** el sensor inercial (24) adquiere una segunda aceleración (y'') del vehículo (10) siguiendo una segunda dirección (y) sensiblemente paralela al plano de rodadura (P) del vehículo (10) y perpendicular a la primera dirección (x), y/o adquiere una tercera aceleración (z'') siguiendo una tercera (z) dirección sensiblemente perpendicular al plano de rodadura (P) del vehículo
- 35 (10), la segunda magnitud se evalúa a partir de la primera aceleración (x'') y a partir de la segunda y/o tercera aceleración (y'' , z'').
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa de verificación de la ausencia de patinado o de bloqueo de la rueda (14).
- 40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa (4) de comparación de la segunda magnitud con un límite predeterminado (L), de manera que impide la evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda (14) a partir de la primera y segunda magnitud cuando la segunda magnitud es inferior al límite predeterminado (L).
- 45 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa (6) de filtrado de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda (14).
11. Conjunto de evaluación de una magnitud que caracteriza el diámetro de una rueda (14) de un vehículo
- 50 (10), el conjunto comprende:
- un dispositivo de adquisición de una primera magnitud representativa de la derivada de la aceleración angular (α'') de la rueda (10);
 - un dispositivo de adquisición de una segunda magnitud representativa de la derivada de la aceleración del
- 55 vehículo (10);
- un dispositivo de evaluación de la magnitud que caracteriza el diámetro de la rueda (14) a partir de la primera y segunda magnitud.

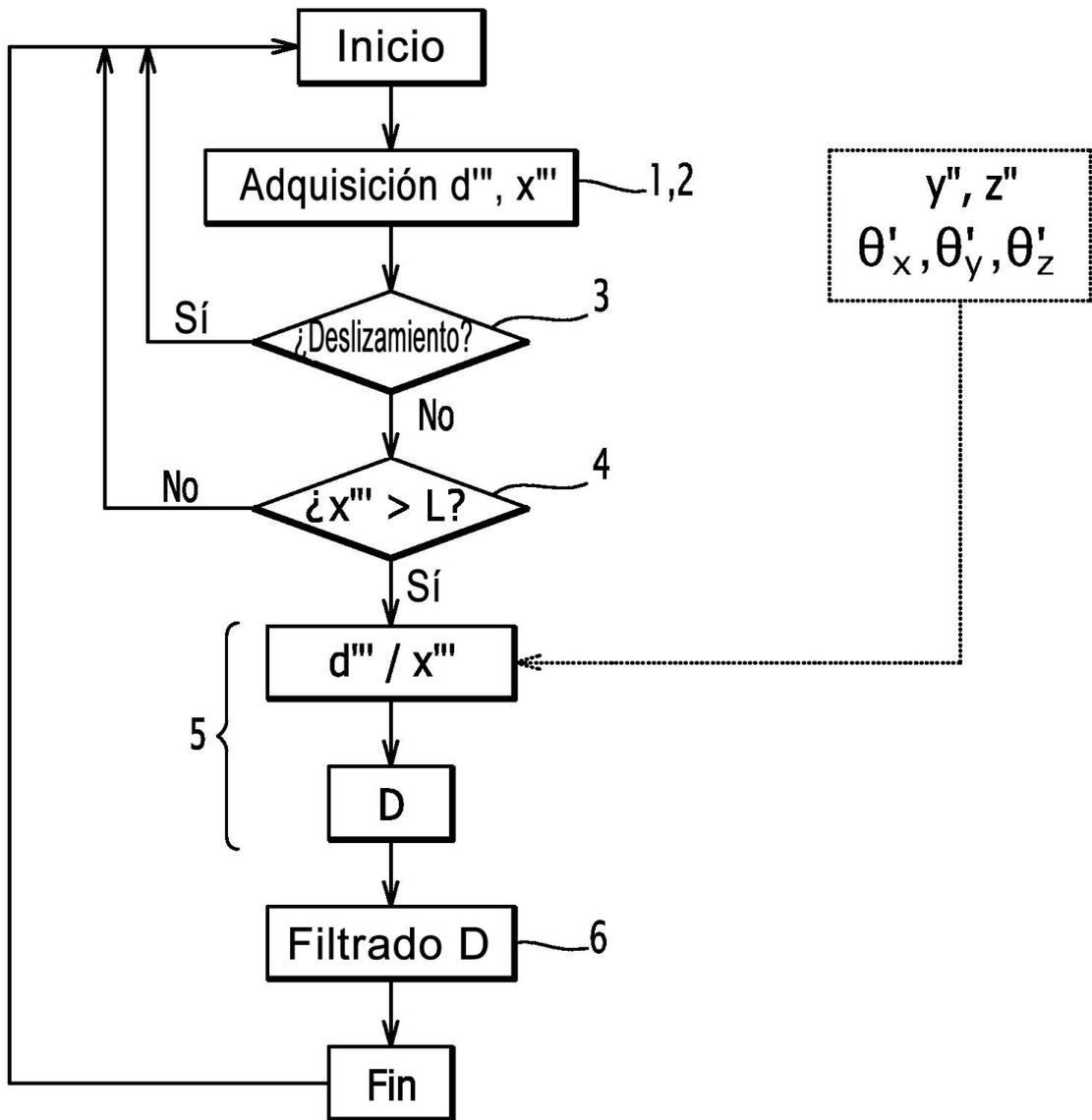
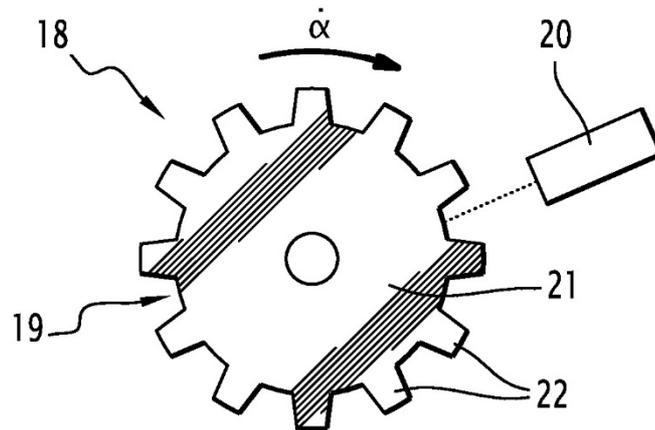
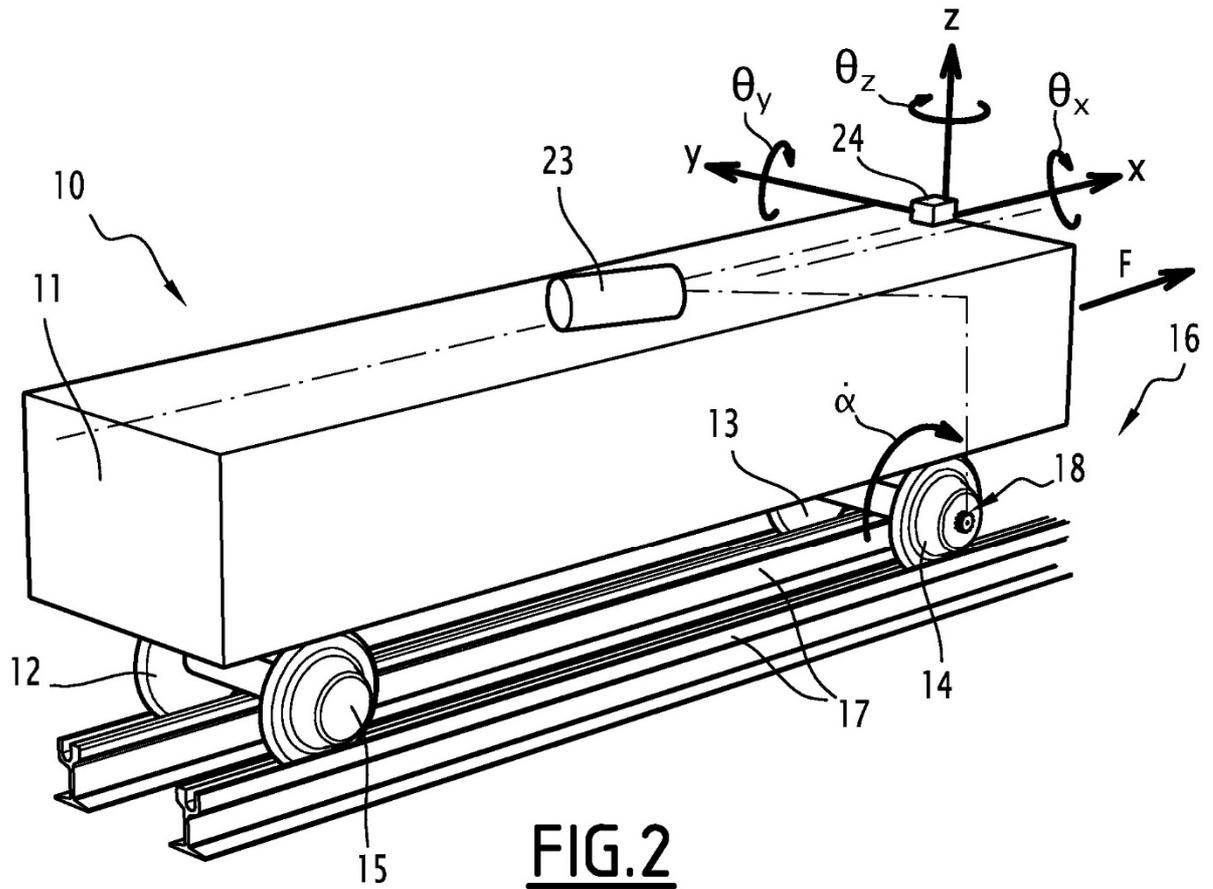


FIG.1



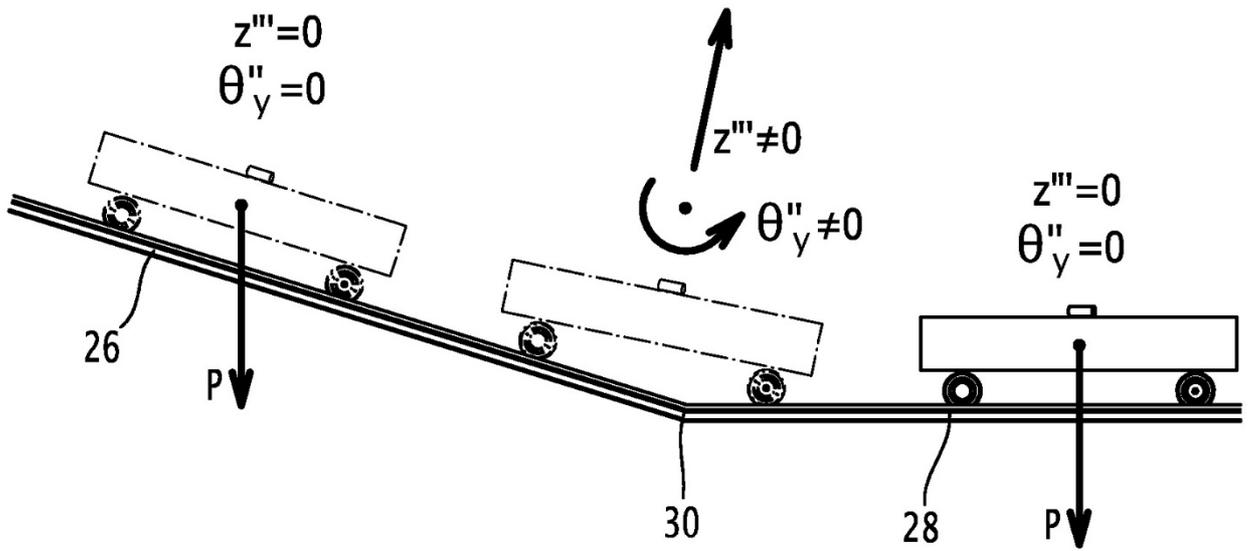


FIG.4

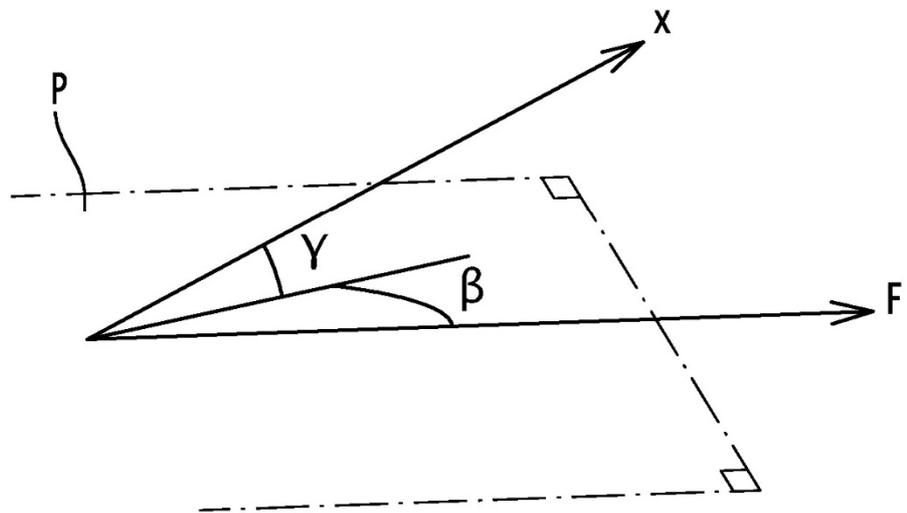


FIG.5