

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 940**

51 Int. Cl.:

B60G 17/016 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2014 PCT/EP2014/056011**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14154724**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2014 E 14713088 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2978617**

54 Título: **Procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor equipado con un sistema de suspensión controlable**

30 Prioridad:

26.03.2013 FR 1352736

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

18.12.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE (50.0%)
49 Boulevard François Mitterrand
63000 Clermont Ferrand, FR y
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN
SCIENCES ET TECHNOLOGIES POUR
L'ENVIRONNEMENT ET L'AGRICULTURE
(IRSTEA) (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LENAIN, ROLAND;
BOUTON, NICOLAS;
RICHIER, MATHIEU;
DIEUMET, DENIS y
THUILOT, BENOÏT**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 646 940 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 reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor equipado con un sistema de suspensión controlable

5

[0001] La invención se refiere al campo de los procedimientos y de los sistemas para la gestión activa de la seguridad de utilización de un vehículo automotor, para evitar que este último vuelque durante su utilización.

[0002] Por vehículo automotor, se entiende en el presente documento, cualquier vehículo que comporte un medio de propulsión que presente un riesgo de caída lateral durante su uso. Se trata por ejemplo de un vehículo agrícola utilizado sobre un terreno en pendiente, y cuyo cargamento puede variar de manera importante, cuyo conductor puede modificar la altura del centro de gravedad accionando un medio de control de las suspensiones activas.

[0003] La invención es relativa más particularmente a procedimientos y sistemas para un vehículo automotor equipado con un sistema de suspensión controlable.

[0004] Por sistema de suspensión controlable se entiende en el presente documento, cualquier sistema que permita modificar, con masa total constante, la posición del centro de gravedad del vehículo. Por ejemplo puede tratarse de un sistema de corrección de actitud que comporte suspensiones activas que permitan acoplar las ruedas al chasis del vehículo. Dicha suspensión activa puede ser hidráulica, neumática, eléctrica, etc.

[0005] Dicho sistema se describe por ejemplo en el documento US 2002/056582 A1.

[0006] A partir de las mediciones realizadas por los sensores adaptados del sistema de suspensión controlable, como un par de sensores de presión en el caso de una suspensión activa hidráulica, se conoce la determinación del estado instantáneo del sistema de suspensión controlable y la deducción de una magnitud medida representativa del riesgo de caída. En función del valor instantáneo de esta magnitud medida, se pone en marcha una estrategia de seguridad para avisar al conductor o a las personas situadas en las cercanías del vehículo automotor y/o para controlar los accionadores específicos del vehículo automotor para evitar la caída de este (por ejemplo, modificando la velocidad, el ángulo de giro, la altura del centro de gravedad, etc.).

[0007] Sin embargo, las medidas realizadas mediante los sensores del sistema de suspensión controlable no permiten, en todo momento, determinar el estado instantáneo del sistema de suspensión controlable. Por ejemplo, ese es el caso cuando una suspensión activa está en estado completamente retirado o cuando el conductor modifica la altura del centro de gravedad del vehículo automotor. La magnitud medida no está disponible entonces. Esto puede durar unos segundos, suficientes para que el riesgo de caída ya no esté controlado y que el vehículo vuelque.

[0008] Los inventores han buscado una alternativa al cálculo de una magnitud medida representativa del riesgo de caída.

[0009] Así que han aplicado al vehículo automotor los resultados que obtuvieron en el caso de un quad y que se recogen en el artículo «Rollover prevention system dedicated to ATVs on natural ground». Este artículo divulga un procedimiento que permite calcular una magnitud estimada representativa del riesgo de vuelco de un quad. El quad está equipado con un sistema que comporta una cadena de tratamiento que permite la adquisición de medidas cinemáticas relativas al quad, y su tratamiento mediante un modelo dinámico del comportamiento del quad, de manera que estima un valor instantáneo de la magnitud estimada.

[0010] Los resultados de la implementación de una tal cadena de tratamiento en una máquina de vendimiar como ejemplo particular de vehículo automotor se presentan en el artículo «Preserving stability of huge agriculture machines with internal mobilities: application to a grape harvester». Este artículo se denomina Artículo II en adelante.

[0011] Sin embargo, los inventores han constatado que la simple transcripción del algoritmo utilizado para el caso del quad no bastaba en el caso de un vehículo automotor. Efectivamente, en ese caso, el modelo dinámico utilizado en la cadena de tratamiento depende de parámetros, como la altura del centro de gravedad y la masa total del vehículo.

[0012] Como estos dos parámetros varían de forma importante durante la utilización del vehículo automotor (por ejemplo: utilización de tolvas, de cubas que se vacían o se llenan, etc), el modelo dinámico evoluciona con el

paso del tiempo. Por esto, un modelo dinámico cuyos parámetros se fijan al principio de la sesión conduce a un valor instantáneo de la magnitud estimada que se aleja del valor auténtico. Por tanto no puede servir como variable sobre la que basar el funcionamiento de un medio de seguridad que busca evitar el vuelco del vehículo automotor.

5 **[0013]** El objeto de la invención es por tanto remediar este problema.

[0014] Para ello, la invención tiene por objeto un procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor que comporta un sistema de suspensión controlable, caracterizado porque comporta:

- 10 - una primera etapa de cálculo, a partir de una pluralidad de señales emitidas por los sensores del sistema de suspensión controlable, de una magnitud medida TCm como valor corriente TC de una transferencia de carga;
- una segunda etapa de cálculo de una magnitud estimada TCe, a partir de señales emitidas por sensores cinemáticos colocados a bordo del vehículo y de un modelo dinámico del vehículo, dicha magnitud estando tomada como valor corriente de la transferencia de carga cuando la magnitud medida no esté disponible;
- 15 - una etapa de evaluación del riesgo de vuelco a partir del valor corriente TC de la transferencia de carga; y, en caso de riesgo elevado de vuelco,
- una etapa de emisión de una señal de seguridad.

20 **[0015]** Según unos modos particulares de realización, el procedimiento comporta una o varias de las características siguientes, tomada(s) aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- cuando la magnitud medida esté disponible, el procedimiento comporta una etapa de recalibrado de al menos un parámetro del modelo dinámico del vehículo utilizado en la segunda etapa de cálculo, dicha etapa de recalibrado
- 25 consistiendo en:
 - evaluar una desviación entre la magnitud medida y la magnitud estimada; y, cuando dicha desviación sea superior a un valor umbral,
 - elaborar una ley de evolución temporal de dicho parámetro, dicha ley tendiendo a reducir dicha desviación;
 - 30 y, cuando la magnitud medida esté disponible,
 - modificar, en cada iteración de la segunda etapa de cálculo, el valor del parámetro del modelo dinámico del vehículo utilizando la ley de variación.
- el parámetro del modelo dinámico M del vehículo es la masa G o la altura del centro de gravedad H.
- 35 la ley de evaluación temporal para la altura H del centro de gravedad viene dada por una relación del tipo:

$$\Delta H = \gamma_H \frac{\delta TC}{\delta H} e(t),$$

y la ley de evaluación temporal para la masa G viene dada por una relación del tipo:

$$\Delta G = \gamma_G \frac{\delta TC}{\delta G} e(t),$$

donde e(t) es la desviación, en el instante corriente, entre la transferencia de carga

medida TCm y la transferencia de carga estimada TCe, $\frac{\delta TC(G)}{\delta G}$ es una variación en función de la masa G de $\frac{\delta TC(H)}{\delta H}$

40 una relación conocida TC(G) entre la masa y la transferencia de carga; $\frac{\delta H}{\delta H}$ es una variación en función de la altura H de una relación conocida TC(H) entre la altura y la transferencia de carga, e γ es un peso predeterminado o evaluar dinámicamente.

- el modelo dinámico del vehículo comporta dos parámetros, a saber, la masa y la altura del centro de gravedad, el procedimiento comporta una etapa de ponderación de las leyes de evolución temporal de cada uno de estos dos parámetros mediante un coeficiente que resulta de un cálculo de probabilidad de la causa de la necesidad de
- 45 recalibrado.
- como el sistema de suspensión controlable comporta suspensiones activas, la magnitud medida se calcula a partir de las señales representativas de un esfuerzo generado por cada una de las suspensiones activas.
- la magnitud estimada está calculada a partir de las señales siguientes:

- 50 - una velocidad longitudinal, proporcionada por un radar Doppler;
- un ángulo de inclinación longitudinal y un ángulo de inclinación transversal del vehículo, proporcionado por

dos inclinómetros;

- una velocidad instantánea de rotación respecto de un eje vertical, proporcionada por una central inercial; y,
- para cada rueda, un ángulo de giro, proporcionado por un sensor de ángulo de rueda.

- 5 - la etapa de recalibrado permite estimar indirectamente la masa instantánea de dicho vehículo.
- la señal de seguridad es tomada en cuenta en una etapa de accionamiento de un sistema controlable de corrección de actitud, para evitar el vuelco del vehículo.
 - la señal de seguridad es tomada en cuenta en una etapa de regulación de los medios de propulsión y/o de dirección del vehículo, para evitar el vuelco del vehículo.

10

[0016] La invención tiene asimismo por objeto un soporte de grabación de informaciones, caracterizado porque comporta instrucciones para la ejecución de un procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor que comporta un sistema de suspensión controlable, conforme al procedimiento precedente, cuando las instrucciones son ejecutadas por un ordenador electrónico.

15

[0017] La invención tiene por objeto asimismo un sistema de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor que comporta un sistema de suspensión controlable, que comporta un ordenador embarcado, caracterizado porque el ordenador embarcado está programado para ejecutar un procedimiento conforme al procedimiento anterior.

20

[0018] Preferentemente, el sistema comporta:

- un radar Doppler capaz de proporcionar una velocidad longitudinal;
- dos inclinómetros capaces de proporcionar un ángulo de inclinación longitudinal y un ángulo de inclinación transversal del vehículo;
- una central inercial capaz de proporcionar una velocidad instantánea de rotación respecto de un eje vertical; y,
- para cada rueda, un sensor de ángulo de rueda capaz de proporcionar un ángulo de giro.

25

[0019] La invención tiene por objeto asimismo un vehículo automotor que comporta un sistema de suspensión controlable, caracterizado porque embarca un sistema de reducción del riesgo de vuelco conforme al sistema anterior.

30

[0020] Preferentemente, la señal de seguridad generada en la salida del sistema es tomada en cuenta por un módulo de accionamiento del sistema de suspensión controlable y/o un módulo de regulación de los medios de propulsión y/o de dirección del vehículo, para evitar el vuelco del vehículo.

35

[0021] Así, de manera ventajosa, en el caso de un vehículo automotor equipado con un sistema de suspensión controlable, la invención resulta de la utilización de una primera cadena para el cálculo de una magnitud medida y de una segunda cadena para el cálculo de una magnitud estimada, esta última estando utilizada con fines de seguridad cuando la magnitud calculada no esté disponible; y, cuando la magnitud medida esté disponible, se utiliza no solo con fines de seguridad sino también para recalibrar los parámetros del modelo dinámico en el cálculo de la magnitud estimada. Por ello, la magnitud estimada es justa cuando la magnitud medida ya no está disponible.

40

[0022] La invención y sus ventajas se comprenderán mejor a partir de la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo y que se refiere a los dibujos anexos en los que:

45

- la figura 1 es una representación esquemática de una máquina para vendimiar equipada con suspensiones activas y un sistema para la puesta en marcha de un procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de la máquina;
- la figura 2 es una representación, en forma de bloques, del sistema de la figura 1; y
- la figura 3 es un gráfico que representa, por un lado, la magnitud medida y, por otro lado, la magnitud estimada, con y sin recalibrado de los parámetros del modelo dinámico, obtenidos en la salida del sistema de la figura 2 a lo largo de un periodo de utilización de la máquina de la figura 1.

50

[0023] En la figura 1, una máquina de vendimiar 10 como ejemplo de vehículo automotor se desplaza sobre un plano P sensiblemente horizontal.

55

[0024] La máquina 10 comporta una carrocería 12 y cuatro ruedas 14 a 17.

[0025] Como para cualquier vehículo, una referencia XYZ está asociada al centro geométrico de la carrocería 12: el eje X es el eje longitudinal, orientado hacia la parte delantera de la carrocería; el eje Y es el eje transversal, que orienta la carrocería 12 de izquierda a derecha, y el eje Z es un eje perpendicular a los ejes X e Y, orientado hacia arriba.

5

[0026] El centro de gravedad C se desplaza durante la utilización de la máquina 10, en función por ejemplo de su actitud y/o de su estado de carga, es decir, de la masa total G del vehículo. En la figura 1, el centro de gravedad C está representado reposando en el plano XZ.

10 **[0027]** Cada rueda 14 a 17 está acoplada a medios de propulsión (en sentido general, es decir de propulsión en tracción, como un motor, y de propulsión en frenado, como un motor o un conjunto de frenos) y de dirección (no representados en las figuras).

15 **[0028]** Cada rueda 14 a 17 está unida a la carrocería 12 mediante una suspensión activa 24 a 27. Este conjunto de suspensiones activas pertenece por ejemplo a un sistema controlable de corrección de actitud, como ejemplo de sistema de suspensión controlable.

20 **[0029]** En el caso particular de una suspensión hidráulica, una suspensión activa comporta un pistón capaz de deslizarse en el interior de una cámara principal de un cilindro. El pistón subdivide la cámara principal en una cámara alta y una cámara baja.

25 **[0030]** Una válvula electromecánica bidireccional 22 conecta la cámara alta a la cámara baja. El esfuerzo generado por la suspensión activa depende entonces del estado de la válvula. El estado de la válvula se controla mediante la aplicación de una consigna adaptada.

25

[0031] La diferencia de las presiones entre la cámara alta y la cámara baja es indicativa del estado de la válvula. Así, cada suspensión activa comporta un primer sensor de presión 28 capaz de generar una señal correspondiente a la medida de la presión en la cámara baja y un segundo sensor de presión 29 capaz de generar una señal correspondiente a la medida de la presión en la cámara alta.

30

[0032] Según una variante, se pueden utilizar otros tipos de suspensiones activas (en particular, eléctricas o neumáticas) y se pueden utilizar otros tipos de sensores para permitir la determinación del estado instantáneo del conjunto de las suspensiones.

35 **[0033]** Las señales emitidas por los diferentes sensores de presión se transmiten, a través de una red de comunicación 32 de la máquina 10, como la red CANBus, a un ordenador embarcado 30.

[0034] Además, la máquina 10 está equipada con diferentes sensores cinemáticos. En el modo de realización actualmente planteado, comporta:

40

- un radar Doppler 50 que permite medir la velocidad lineal de desplazamiento de la máquina a lo largo del eje X;
- un primer inclinómetro 52 que permite medir el ángulo entre el eje X y un plano horizontal;
- un segundo inclinómetro 54 que permite determinar el ángulo entre el eje Y y un plano horizontal;
- una central inercial 56, que permite determinar la velocidad de rotación instantánea de la máquina alrededor del eje Z.

45

[0035] Preferentemente, cada rueda está equipada con un sensor de ángulo 58 que permite medir el ángulo de giro de la rueda.

50 **[0036]** Estos diferentes sensores cinemáticos 50 a 58 emiten señales de medida destinadas al ordenador 30, a través de la red 32.

[0037] El ordenador 30 comporta un medio de cálculo, como un procesador, y medios de memorización, como una memoria viva y una memoria muerta. El procesador es capaz de ejecutar las instrucciones de programas de ordenador, que están almacenadas en la memoria muerta.

55

[0038] Entre los programas almacenados en los medios de memorización, el ordenador 30 comporta un programa 100 de evaluación del riesgo de vuelco, que se va a describir a continuación.

[0039] Como se representa en la figura 2, el sistema de evaluación del riesgo de vuelco comporta los sensores de presión 28 y 29, los sensores cinemáticos 50 a 58 y el ordenador 30 programado con el programa 100.

[0040] El programa 100 comporta una primera cadena de tratamiento 110, una segunda cadena de tratamiento 120 y una cadena de recalibrado 130.

[0041] La primera cadena de tratamiento 110 permite la adquisición de las señales de medida emitidas por los diferentes sensores de presión 28 y 29 de las suspensiones activas 24 a 27.

10 **[0042]** Para cada par de sensores de presión de una suspensión activa, un módulo de diferencia 112 permite calcular una diferencia de presión indicativa del estado de la suspensión activa correspondiente.

[0043] Las cuatro diferencias de presión se aplican en la entrada de un módulo de cálculo 114 capaz de proporcionar un valor bruto medido de la transferencia de carga TC_b.

15

[0044] La ecuación que se utiliza es la ecuación (1) siguiente:

$$TC_b = \frac{P_{14} - P_{15} + \alpha(P_{16} - P_{17})}{P_{14} + P_{15} + \alpha(P_{16} + P_{17})}$$

20 **[0045]** Donde α es un coeficiente representativo de la diferencia estructural entre las suspensiones delanteras 24 y 25 y traseras 26 y 27 de la máquina 10; P₁₄ es la diferencia de presión medida en la suspensión activa de la rueda delantera izquierda 14, P₁₅ la de la suspensión de la rueda delantera derecha, P₁₆ la de la suspensión de la rueda trasera izquierda y P₁₇ la de la suspensión de la rueda trasera izquierda.

25 **[0046]** Por último, la primera cadena 110 comporta un módulo de verificación 116 que toma en entrada el valor bruto medido de la transferencia de carga TC_b y emite en la salida un valor medido de la transferencia de carga TC_m. El módulo 116 verifica que el valor bruto medido se sitúa en un campo de validez. En caso afirmativo, el valor medido de la transferencia de carga TC_m es igual al valor bruto TC_b. En caso contrario, el valor medido de la transferencia de carga TC_m se pone a cero.

30

[0047] La segunda cadena de tratamiento 120 permite la adquisición de las señales de medida emitidas por los diferentes sensores cinemáticos 50 a 58. Las señales de medida correspondientes se aplican en entrada de un módulo de cálculo 124 capaz de proporcionar un valor estimado de la transferencia de carga TC_e.

35 **[0048]** El módulo 124 pone en marcha un modelo dinámico M del comportamiento de la máquina 10. Este modelo se describe en el Artículo II citado anteriormente.

[0049] Este modelo dinámico M es paramétrico. Depende la altura H del centro de gravedad C respecto de un plano medio de las ruedas 14 a 17 y de la masa total G de la máquina. Estos parámetros evolucionan a lo largo del tiempo en función de la utilización de la máquina 10.

40

[0050] Así, el módulo 124 toma en entrada, en cada instante de ejecución, los valores instantáneos de la masa G y de la altura H proporcionados en salida de la cadena de recalibrado 130.

45 **[0051]** El programa 100 comporta un módulo de comparación 140 capaz de comparar el valor medido de transferencia de carga TC_m al valor nulo. Si el valor medido de la transferencia de carga TC_m no es igual a cero, significa que el valor medido está disponible. Entonces el módulo 144 atribuye el valor medido de la transferencia de carga TC_m al valor instantáneo de la transferencia de carga TC.

50 **[0052]** En caso contrario, cuando el valor medido de la transferencia de carga TC_m es igual a cero, significa que el valor medido de la transferencia de carga TC_m no está disponible. En ese caso, el módulo 142 atribuye el valor estimado de la transferencia de carga TC_e al valor instantáneo de la transferencia de carga TC.

[0053] El programa 100 comporta un módulo de evaluación del riesgo de caída 150 tomando en entrada el valor instantáneo de la transferencia de carga TC y proporcionando en la salida una señal de seguridad S. La señal S se emite por ejemplo cuando el valor instantáneo de la transferencia de carga TC es superior, en valor absoluto, a

55

0,8.

[0054] La cadena de recalibrado 130 permite, cuando el valor medido de la transferencia de carga TC_m está disponible, recalibrar los valores de los parámetros H y G utilizados en el modelo dinámico M de la segunda cadena
5 120.

[0055] Para ello, la cadena de recalibrado 130 comporta un módulo de cálculo de desviación 132 capaz de efectuar una desviación instantánea e(t), por diferencia entre el valor medido TC_m y el valor estimado TC_e de la transferencia de carga.

[0056] La cadena 130 comporta un comparador 133 que permite determinar si la desviación e(t) es superior a una desviación umbral e₀. En caso negativo, el módulo 134 atribuye, como valores instantáneos de la masa G(t) y de la altura H(t) en el instante corriente t, los valores de la masa G(t-1) y de la altura H(t-1) en el instante precedente t-1.

[0057] En caso afirmativo, el módulo 135 de la cadena 130 se ejecuta. El módulo 135 es capaz de determinar una variación de la masa ΔG o de la altura ΔH en función de una ley de evolución temporal. En el modo de realización actualmente preferido, esta ley se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta H = \gamma_H \frac{\delta TC(H)}{\delta H} e(t)$$

$$\Delta G = \gamma_G \frac{\delta TC(G)}{\delta G} e(t)$$

20

[0058] Donde e(t) es la desviación, en el instante corriente, entre la transferencia de carga medida TC_m y la

transferencia de carga estimada TC_e, $\frac{\delta TC(G)}{\delta G}$ es la variación en función de la masa G de una relación conocida $\frac{\delta TC(H)}{\delta H}$

TC(G) entre la masa y la transferencia de carga; $\frac{\delta H}{\delta H}$ es la variación en función de la altura H de una relación
25 conocida TC(H) entre la altura y la transferencia de carga, e γ es un peso predeterminado o evaluado dinámicamente como se representará más adelante.

[0059] El módulo 136 de la cadena de recalibrado 130 es capaz de atribuir, como valores instantáneos de la masa G(t) y de la altura H(t) en el instante corriente t, los valores de la masa G(t-1) y de la altura H(t-1) en el instante
30 precedente t-1 incrementados con la variación de la masa ΔG o de la altura ΔH determinadas por el módulo 135.

[0060] Los valores actualizados de los parámetros G y H se aplican en entrada del módulo 124.

[0061] Según una variante, la cadena de recalibrado 130 comporta un módulo 137 de ponderación de las
35 leyes de evolución temporal de cada uno de los parámetros del modelo M, mediante un coeficiente γ cuyo valor resulta de un cálculo de probabilidad de la causa de la desviación entre TC_m y TC_e.

[0062] El ordenador 30 comporta un programa 200 de reducción del riesgo de vuelco capaz de tener en cuenta la señal S emitida en la salida del programa 100 de evaluación de este riesgo.

40

[0063] El programa 200 comporta un módulo 210 de accionamiento del sistema controlable de corrección de actitud del vehículo. Sobre la base de la señal S y eventualmente del valor corriente de la transferencia de carga TC, el módulo 210 es capaz de calcular diferentes consignas para parámetros de control de las suspensiones activas 24 a 27. Las consignas así determinadas se aplican a las válvulas de las suspensiones activas para tenerlas en cuenta
45 inmediatamente, con el fin de modificar el esfuerzo generado por cada suspensión y de adaptar la altura del centro

de gravedad (en particular bajarlo) con el fin de evitar el vuelco del vehículo.

- [0064]** El programa 200 comporta un módulo 220 de regulación de la velocidad del vehículo. Sobre la base de la señal S y eventualmente del valor corriente de la transferencia de carga TC, el módulo 220 es capaz de calcular diferentes consignas para parámetros de regulación de los medios de propulsión (régimen del motor, activación de los frenos, etc.) y/o dirección del vehículo (ángulo de giro, etc). Las consignas así determinadas se aplican en entrada de los medios propulsión y/o de dirección del vehículo para tenerlas en cuenta inmediatamente, con el fin de modificar la velocidad del vehículo (en particular reducir su aceleración transversal) con el fin de evitar el vuelco del vehículo.
- 5
- [0065]** El procedimiento que resulta de la puesta en marcha del programa 100 precedente se va a presentar a continuación.
- 10
- [0066]** Con cada ejecución, se ejecutan los módulos de la primera cadena de tratamiento 110.
- 15
- [0067]** Tras una etapa de adquisición de las mediciones efectuadas por los diferentes sensores de presión 28, 29 de las suspensiones activas 24 a 27, se calcula una diferencia de presión para cada par de sensores de presión de una suspensión activa.
- 20
- [0068]** Las cuatro diferencias de presión determinadas se utilizan entonces para calcular un valor bruto medido de la transferencia de carga TCb. Este cálculo se basa en la ecuación (1) anterior.
- [0069]** Por último, a lo largo de una etapa de verificación, el valor bruto medido de la transferencia de carga TCb se compara con un campo de validez. Cuando el valor medido está en ese campo, el valor medido de la transferencia de carga TCm es igual al valor bruto TCb. Al contrario, cuando el valor medido está fuera de ese campo, el valor medido de la transferencia de carga TCm se pone a cero.
- 25
- [0070]** Paralelamente, se ejecutan los módulos de la segunda cadena de tratamiento 120.
- 30
- [0071]** Tras la adquisición de las mediciones efectuadas por los diferentes sensores cinemáticos 50 a 58, el módulo de cálculo 124 se ejecuta para calcular un valor estimado de la transferencia de carga TCe.
- [0072]** El modelo dinámico M utilizado por el módulo 124 toma los valores de la masa G(t) y de la altura H(t) del centro de gravedad en el instante corriente \underline{t} .
- 35
- [0073]** La ejecución del programa 100 prosigue con una etapa de comparación del valor medido de transferencia de carga TCm al valor nulo. Si el valor medido de la transferencia de carga TCm no es igual a cero, significa que el valor medido está disponible. Entonces el módulo 144 se ejecuta de forma que atribuye el valor medido de la transferencia de carga TCm al valor instantáneo de la transferencia de carga TC.
- 40
- [0074]** En caso contrario, cuando el valor medido de la transferencia de carga TCm es igual a cero, significa que el valor medido de la transferencia de carga TCm no está disponible. En ese caso, el módulo 142 se ejecuta de forma que atribuye el valor estimado de la transferencia de carga TCe al valor instantáneo de la transferencia de carga TC.
- 45
- [0075]** En la etapa siguiente, el módulo 150 se ejecuta para determinar, a partir del valor corriente de la transferencia de carga TC si hay un riesgo de vuelco. Si el valor instantáneo de la transferencia de carga TC es, en valor absoluto, superior a 0,8 hay riesgo de vuelco. Entonces se emite una señal de seguridad S.
- 50
- [0076]** En cada ciclo de ejecución de los módulos de la primera y segunda cadena de tratamiento 110 y 120, y cuando el valor medido de la transferencia de carga TCm está disponible, los módulos de la cadena de recalibrado 130 se ejecutan para recalibrar el valor de los parámetros H y G utilizados en el modelo dinámico M.
- [0077]** Para ello, una etapa de cálculo conduce a la determinación de una desviación por diferencia entre el valor medido TCm y el valor estimado TCe de la transferencia de carga.
- 55
- [0078]** Después, la desviación e(t) así obtenida se compara con una desviación umbral e0. Si la desviación es más débil que el umbral, el módulo 134 se ejecuta de forma que atribuya como valores de la masa G(t) y de la altura H(t) en el instante corriente \underline{t} , los valores de la masa G(t-1) y de la altura H(t-1) en el instante precedente $\underline{t-1}$.

- [0079]** Si en cambio, la desviación es mayor que el umbral, el módulo 135 se ejecuta de manera que determine una variación de la masa o de la altura en función de una ley de evolución temporal.
- 5 **[0080]** Después, en la etapa siguiente, el módulo 136 se ejecuta para atribuir como valores de la masa $G(t)$ y de la altura $H(t)$ en el instante corriente t , los valores de la masa $G(t-1)$ y de la altura $H(t-1)$ en el instante precedente $t-1$ incrementados con la variación de la masa o de la altura determinados por el módulo 135.
- 10 **[0081]** Los valores actualizados de los parámetros G y H está disponibles para la próxima ejecución del módulo 124.
- [0082]** Según una variante, una etapa adicional permite la ponderación de las leyes de evolución temporal de cada uno de estos dos parámetros mediante un coeficiente que resulta de un cálculo de probabilidad de la causa de la necesidad de recalibrado.
- 15 **[0083]** De esta forma, el modelo dinámico M se actualiza para describir efectivamente el comportamiento de la máquina.
- [0084]** Esto es lo que está representado en la figura 3. Esta representa, en forma de un gráfico, los resultados de la aplicación del presente procedimiento durante un desplazamiento de ida-vuelta de 200 m, efectuado a una velocidad de 1,5 m/s, según una trayectoria sensiblemente rectilínea según una dirección perpendicular a la pendiente del terreno de aproximadamente 15° .
- 20 **[0085]** Se ha representado el gráfico del valor medido de la transferencia de carga TC_m en función del tiempo. En la parte izquierda de este gráfico, las suspensiones activas llegan a menudo al tope. TC_m está por tanto indisponible a menudo (forma en dientes de sierra de la señal, porque TC_m a menudo vale 0).
- [0086]** En la parte central, entre aproximadamente 90 m y 110 m, la máquina de vendimiador da media vuelta. El operador bloquea voluntariamente el sistema de corrección de actitud de forma que TC_m esté totalmente indisponible ($TC_m=0$).
- 30 **[0087]** Por último en la parte derecha, en el camino de vuelta, las suspensiones activas están ajustadas a un valor diferente al de la ida, de forma que llegan al tope menos a menudo. TC_m está disponible prácticamente en cada momento.
- 35 **[0088]** Se ha representado igualmente el gráfico TC_{e1} del valor estimado de la transferencia de carga pero sin puesta en marcha de la etapa de recalibrado de los parámetros del modelo dinámico. Este valor estimado está lejos del valor medido cuando este está disponible. Por tanto no puede servir para la evaluación del riesgo de vuelco cuando el valor medido no está disponible.
- 40 **[0089]** Se ha representado igualmente el gráfico TC_{e2} del valor estimado de la transferencia de carga con puesta en marcha de la etapa de recalibrado de los parámetros del modelo dinámico. Este valor estimado es muy cercano al valor medido y sigue sus variaciones. Por tanto puede utilizarse como magnitud representativa del riesgo de vuelco cuando el valor medido no está disponible.
- 45 **[0090]** Hay que señalar que se obtiene, de forma indirecta, un valor instantáneo $G(t)$ de la masa total del vehículo. Esta información puede retomarse ventajosamente por otros sistemas que equipen el vehículo de forma que sus funcionamientos puedan optimizarse, en tiempo real, basándose en un valor verdadero de la masa del vehículo.
- 50 **[0091]** La señal de seguridad S es tenida en cuenta por otros programas ejecutados en el ordenador 30, como el programa 200 de reducción del riesgo de vuelco.
- [0092]** Así, la ejecución del módulo 210 de accionamiento del sistema controlable de corrección de actitud del vehículo calcula diferentes consignas destinadas a ser aplicadas a las suspensiones activas para reducir por ejemplo la altura del centro de gravedad.
- [0093]** Así, la ejecución del módulo 220 de regulación de la velocidad del vehículo calcula diferentes consignas para parámetros de regulación de los medios de propulsión y/o de dirección del vehículo. Las consignas

así determinadas se aplican en entrada de estos medios para reducir por ejemplo la aceleración transversal del vehículo.

[0094] Ventajosamente, la ejecución del programa 200 prevé un arbitraje que conduzca a un reparto de la
5 reducción del riesgo de vuelco entre el accionamiento del sistema de corrección de actitud y el de los medios de propulsión y/o de dirección.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor (10) que comporta un sistema de suspensión controlable (24-27), **caracterizado porque** comporta:

- 5 – una primera etapa de cálculo, a partir de una pluralidad de señales proporcionadas por los sensores (28, 29) del sistema de suspensión controlable, de una magnitud medida (TCm) como valor corriente (TC) de una transferencia de carga;
- 10 – una segunda etapa de cálculo de una magnitud estimada (TCe), a partir de señales proporcionadas por sensores cinemáticos (50-58) colocados a bordo del vehículo (10) y de un modelo dinámico (M) del vehículo, dicha magnitud estando tomada como valor corriente de la transferencia de carga cuando la magnitud medida no está disponible;
- una etapa de evaluación del riesgo de vuelco a partir del valor corriente (TC) de la transferencia de carga; y, en caso de riesgo elevado de vuelco,
- 15 – una etapa de emisión de una señal de seguridad (S).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual, cuando la magnitud medida (TCm) esté disponible, el procedimiento comporta una etapa de recalibrado de al menos un parámetro (H, G) del modelo dinámico (M) del vehículo utilizado en la segunda etapa de cálculo, dicha etapa de recalibrado consistiendo en:

- 20 – evaluar una desviación entre la magnitud medida (TCm) y la magnitud estimada (TCe); y, cuando dicha desviación sea superior a un valor umbral (e0);
- elaborar una ley de evolución temporal de dicho parámetro, dicha ley tendiendo a reducir dicha desviación; y, cuando la magnitud medida (TCm) esté disponible;
- 25 – modificar, en cada iteración de la segunda etapa de cálculo, el valor del parámetro del modelo dinámico del vehículo utilizando la ley de variación.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicho al menos un parámetro del modelo dinámico (M) del vehículo (10) es la masa (G) o la altura del centro de gravedad (H).

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la ley de evaluación temporal para la altura H del centro de gravedad viene dada por una relación del tipo:

$$\Delta H = \gamma_H \frac{\delta TC(H)}{\delta H} e(t),$$

35

$$\Delta G = \gamma_G \frac{\delta TC(G)}{\delta G} e(t),$$

y la ley de evaluación temporal para la masa G viene dada por una relación del tipo:

donde e(t) es la desviación, en el instante corriente, entre la transferencia de carga medida TCm y la transferencia

de carga estimada TCe, $\frac{\delta TC(G)}{\delta G}$ es una variación en función de la masa G de una relación conocida TC(G) entre

la masa y la transferencia de carga; $\frac{\delta TC(H)}{\delta H}$ es una variación en función de la altura H de una relación conocida

40 TC(H) entre la altura y la transferencia de carga; γ_H es un peso predeterminado o evaluado dinámicamente; y, γ_G es un peso predeterminado o evaluado dinámicamente.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que, el modelo dinámico (M) del vehículo (10) comporta dos parámetros, a saber, la masa (G) y la altura del centro de gravedad (H), el procedimiento comporta una etapa de ponderación de las leyes de evolución temporal de cada uno de estos dos parámetros mediante un coeficiente que resulta de un cálculo de probabilidad de la causa de la necesidad de recalibrado.

45

6. Procedimiento según cualquiera de la reivindicaciones anteriores en el que, dicho sistema de suspensión controlable comporta suspensiones activas, la magnitud medida (TCm) se calcula a partir de las señales

representativas de un esfuerzo generado por cada una de las suspensiones activas (24-27).

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la magnitud estimada (TCe) está calculada a partir de las señales siguientes:

- 5
- una velocidad longitudinal, proporcionada por un radar Doppler (50);
 - un ángulo de inclinación longitudinal y un ángulo de inclinación transversal del vehículo, proporcionado por dos inclinómetros (52, 54);
 - una velocidad instantánea de rotación respecto de un eje vertical, proporcionado por una central inercial (56); y,
- 10 - para cada rueda, un ángulo de giro, emitido por un sensor de ángulo de rueda (58).

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de recalibrado permite estimar indirectamente la masa instantánea (G(t)) de dicho vehículo.

15 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicha señal de seguridad (S) es tenida en cuenta en una etapa de accionamiento de un sistema controlable de corrección de actitud, para evitar el vuelco del vehículo.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha señal de seguridad
20 (S) es tenida en cuenta en una etapa de regulación de los medios de propulsión y/o de dirección del vehículo, para evitar el vuelco del vehículo.

11. Soporte de grabación de informaciones, **caracterizado porque** comporta instrucciones para la ejecución de un procedimiento de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor que comporta un sistema
25 de suspensión controlable, conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, cuando dichas instrucciones son ejecutadas por un ordenador electrónico (30).

12. Sistema de reducción del riesgo de vuelco de un vehículo automotor (10) que comporta un sistema de suspensión controlable (24-27), que comporta un ordenador embarcado (30), **caracterizado porque** el ordenador
30 embarcado está programado para ejecutar un procedimiento conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

13. Sistema según la reivindicación 12, que comporta:

- un radar Doppler (50) capaz de proporcionar una velocidad longitudinal;
- 35 - dos inclinómetros (52, 54) capaces de proporcionar un ángulo de inclinación longitudinal y un ángulo de inclinación transversal del vehículo;
- una central inercial (56) capaz de emitir una velocidad instantánea de rotación respecto de un eje vertical; y,
- para cada rueda, un sensor de ángulo de rueda (58) capaz de emitir un ángulo de giro.

40 14. Vehículo automotor que comporta un sistema de suspensión controlable, **caracterizado porque** embarca un sistema de reducción del riesgo de vuelco conforme a cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13.

15. Vehículo según la reivindicación 14, en el que dicha señal de seguridad (S) generada a la salida del sistema es tenida en cuenta por un módulo (210) de accionamiento del sistema de suspensión controlable y/o un
45 módulo (220) de regulación de los medios de propulsión y/o de dirección del vehículo, para evitar el vuelco del vehículo.

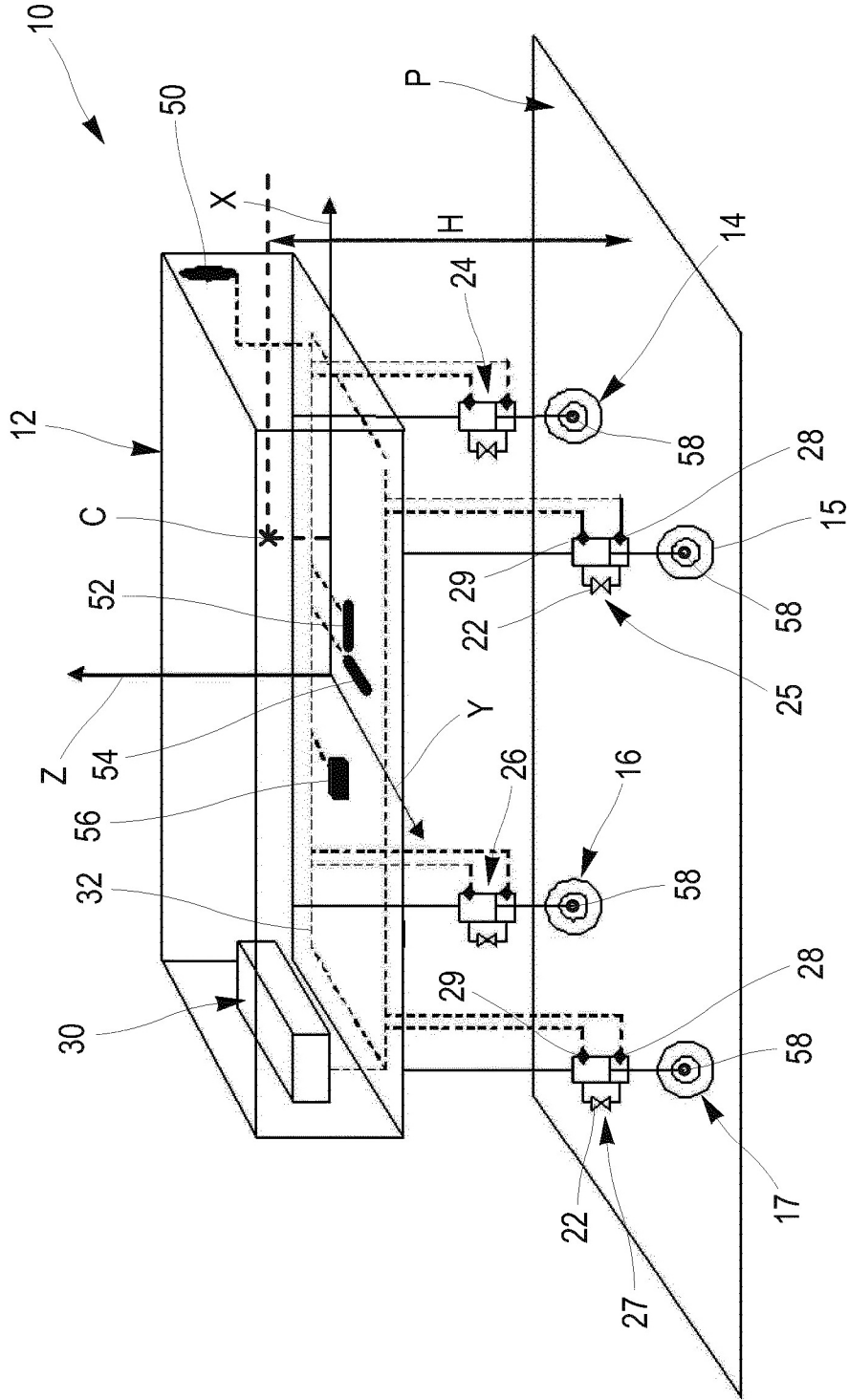


Fig.1

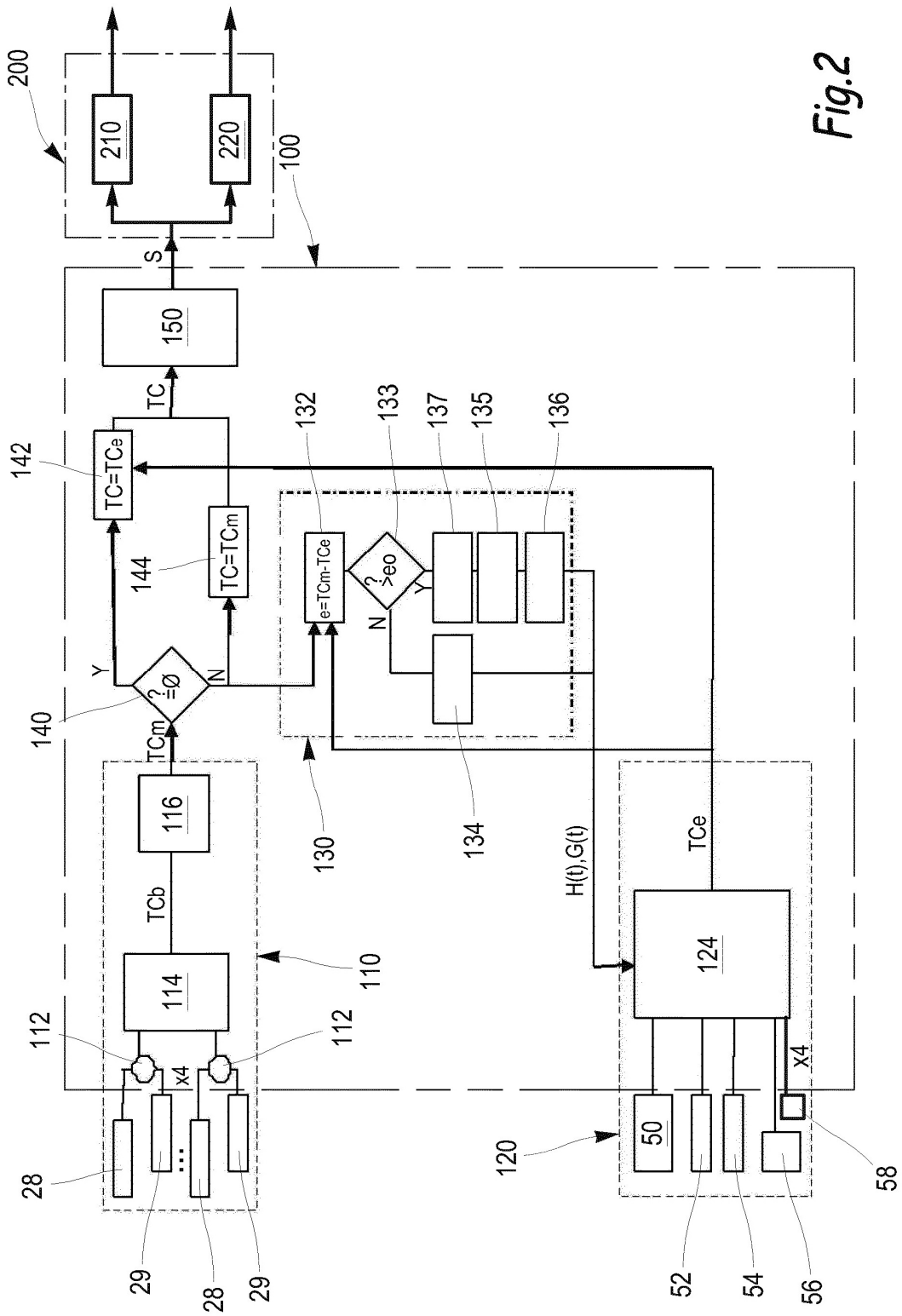


Fig.2

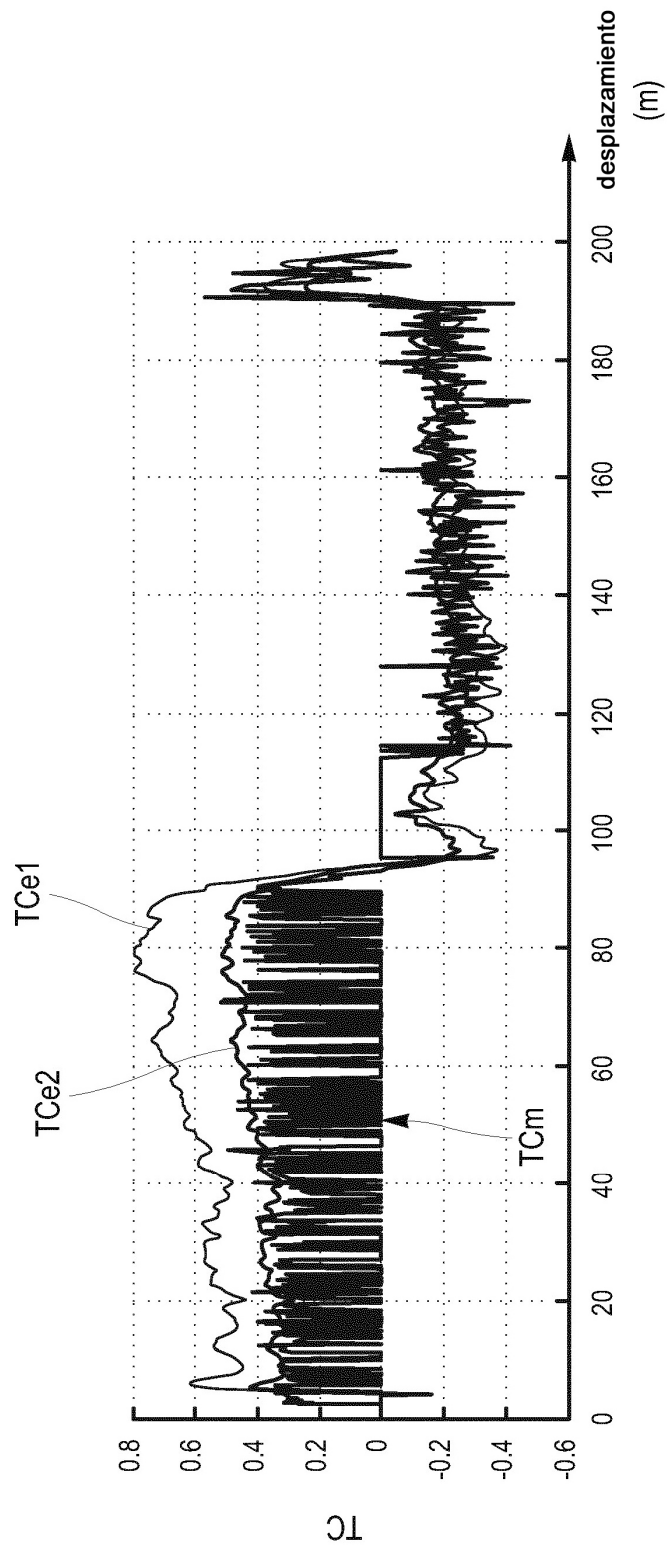


Fig.3