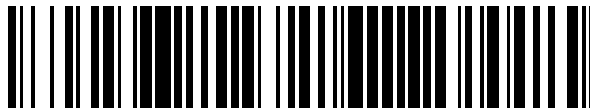


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 297**

51 Int. Cl.:
B60W 40/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08826968 .3**
96 Fecha de presentación: **21.07.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2176110**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD LONGITUDINAL DE UN VEHÍCULO, DISPOSITIVO PARA SU PUESTA EN PRÁCTICA.**

30 Prioridad:
06.08.2007 FR 0705738

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2011

73 Titular/es:
RENAULT S.A.S.
13-15 QUAI LE GALLO
92100 BOULOGNE-BILLANCOURT, FR

72 Inventor/es:
CLAEYS, Xavier y
MARSILIA, Marco

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 368 297 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 estimación de la velocidad longitudinal de un vehículo, dispositivo para su puesta en práctica.

La invención concierne a un procedimiento de estimación de una velocidad de desplazamiento longitudinal de un vehículo automóvil rodante.

5 Un ámbito de aplicación de la invención es el de los vehículos automóviles de carretera sobre ruedas, en los cuales este procedimiento es puesto en práctica por un calculador embarcado.

El objetivo es mejorar el comportamiento del vehículo y por consiguiente la seguridad del conductor.

El vehículo está equipado con sensores de velocidad de rotación de las ruedas. Esta información es utilizada, entre otros, por sistemas activos de seguridad (ABS, control de tracción), así como en las estrategias de antipatinaje.

10 El procedimiento debe poder ser adaptado a varios tipos de vehículos de carretera, como por ejemplo los vehículos de tracción, los vehículos de propulsión, los vehículos 4x4 y los vehículos híbridos.

La problemática de estimación de la velocidad longitudinal de un vehículo (velocidad de referencia) ha sido estudiada ya ampliamente en el mundo automóvil.

15 El documento US-A-5 579 230 propone un procedimiento de estimación de la velocidad de un vehículo, basado en sensores de velocidad en las ruedas no motrices, un acelerómetro y un sensor de frenado. Cuando el sensor de frenado no indica ninguna acción de freno, la velocidad del vehículo es determinada a partir de las velocidades de las ruedas, mientras que cuando el sensor de frenado indica una acción de frenado, la velocidad del vehículo es estimada por integración de la aceleración del acelerómetro.

20 El documento PUSCA R T OTROS: "Fuzzy logic based control for electric vehicle with four separate traction drives" VTC SPRING 2002. IEEE 55TH. VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE. PROCEEDINGS. BIRMINGHAM, AL, MAY 6 - 9, 2002, IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE NEW YORK, NY: IEEE, US, VOL 1 OF 4. CONF. 55, 6 mayo 2002 (2002-05-06), paginas 2089-2096, XP010622184 ISBN: 0-7803-7484-3 describe obtener la velocidad de un vehículo a partir de las velocidades de rotación de las ruedas medidas teniendo en cuenta el deslizamiento de estas ruedas, véase en particular la página 2092. En este documento, la velocidad de rotación de cada rueda recibe un coeficiente (k) que se basa en el deslizamiento. No se ha divulgado calcular la velocidad del vehículo solamente sobre la base de las ruedas cuyo deslizamiento esté por debajo de un cierto umbral. El documento US 2006/282207 A, apartado 16, divulga una consideración de las ruedas que están en cantidad con el suelo y tienen un par pequeño. Un deslizamiento de estas ruedas no es probable. Asimismo, este documento no divulga considerar el deslizamiento de cada rueda.

30 La invención pretende obtener un procedimiento de estimación de la velocidad longitudinal de un vehículo automóvil que no necesite acelerómetro longitudinal y consiga estimar de manera óptima esta velocidad longitudinal a partir de las velocidades de rotación de las ruedas del vehículo.

35 A tal efecto, un primer objeto de la invención es un procedimiento de estimación de una velocidad de desplazamiento longitudinal de un vehículo automóvil con la ayuda de al menos un calculador embarcado en el vehículo, que comprende una etapa de medición, por al menos un sensor, de la velocidad de rotación de cada rueda del vehículo,

Caracterizado porque comprende, además, las etapas siguientes:

- obtención para cada rueda de un indicador de deslizamiento de rueda, apto para tomar un primer estado de deslizamiento de la rueda y un segundo estado de ausencia de deslizamiento de la rueda,

40 - cálculo de la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo, a partir de las velocidades de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador de deslizamiento de rueda está en un segundo estado de ausencia de deslizamiento de la rueda, sin tener en cuenta las velocidades de rotación de rueda medidas para las cuales el indicador de deslizamiento de rueda está en el primer estado de deslizamiento.

De acuerdo con características de la invención, se obtiene un valor de par del motor o de los motores en las ruedas delanteras y/o traseras,

45 se define una pluralidad de modos de cálculo de la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo:

- un primer modo de cálculo, cuando, a la vez, el par en las ruedas delanteras es inferior a un primer umbral positivo prescrito y superior a un segundo umbral negativo prescrito, el par en las ruedas traseras es superior a un tercer umbral positivo prescrito o inferior a un cuarto umbral negativo prescrito,

50 - un segundo modo de cálculo, cuando a la vez el par en las ruedas traseras es inferior a un quinto umbral positivo prescrito y superior a un sexto umbral negativo prescrito, el par en las ruedas delanteras es superior a un séptimo umbral positivo prescrito o inferior a un octavo umbral negativo prescrito,

- un tercer modo de cálculo, cuando no se cumplen las condiciones correspondientes a los primero y segundo modos de cálculo.

De acuerdo con características de la invención,

- en el primer modo de cálculo, la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo se calcula:

- 5
- a partir de la velocidad de rotación de las ruedas delanteras, cuyo indicador de deslizamiento se encuentra en el segundo estado de ausencia de deslizamiento, o
 - si todas las ruedas delanteras tienen cada una su indicador de deslizamiento encontrándose en el primer estado de deslizamiento, a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras que se encuentran en el segundo estado de ausencia de deslizamiento,

10 - en el segundo modo de cálculo, la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo se calcula:

- a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras, cuyo indicador de deslizamiento se encuentra en el segundo estado de ausencia de deslizamiento, o
- si todas las ruedas traseras tienen cada una su indicador de deslizamiento encontrándose en el primer estado de deslizamiento, a partir de la velocidad de rotación de las ruedas delanteras que se encuentran en el segundo estado de ausencia de deslizamiento,

15 - en el tercer modo de cálculo, la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo se calcula a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras y de las ruedas delanteras que se encuentran en el segundo estado de ausencia de deslizamiento.

De acuerdo con otras características de la invención:

20 - se obtiene a partir de al menos un órgano de accionamiento de frenado por el conductor una primera señal de indicación de frenado, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado, y

para cumplir las condiciones de los primero y segundo modos de cálculo la primera señal de indicación de frenado del conductor debe encontrarse además en el segundo estado de ausencia de frenado.

25 De acuerdo con otras características de la invención:

se obtiene a partir de un sistema de regulación de frenado en las ruedas delanteras y en las ruedas traseras al menos una segunda señal de indicación de frenado en las ruedas delanteras, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado, y al menos una tercera señal de indicación de frenado en las ruedas traseras, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado,

30 - para cumplir las condiciones del primer modo de cálculo, a la vez el par en las ruedas delanteras es inferior a un primer umbral positivo prescrito y superior a un segundo umbral negativo prescrito, la segunda señal de indicación de frenado en las ruedas delanteras se encuentra en el segundo estado de ausencia de frenado, el par en las ruedas traseras es superior a un tercer umbral positivo prescrito o inferior a un cuarto umbral negativo prescrito, o la tercera señal de indicación de frenado en las ruedas traseras se encuentra en el primer estado de frenado,

35 - para cumplir las condiciones del segundo modo de cálculo, a la vez el par en las ruedas traseras es inferior o igual a un quinto umbral positivo prescrito y superior a un sexto umbral negativo prescrito, la tercera señal de indicación de frenado en las ruedas traseras se encuentra en el segundo estado de ausencia de frenado, el par en las ruedas delanteras es superior a un séptimo umbral positivo prescrito o inferior a un octavo umbral negativo prescrito, o la segunda señal de indicación de frenado en las ruedas delanteras se encuentra en el primer estado de frenado,

40 De acuerdo con otras características de la invención:

- Los umbrales se fijan de manera proporcional a una repartición de peso predeterminada del vehículo en al menos un eje delantero que soporta las ruedas delanteras y en al menos un eje trasero que soporta las ruedas traseras.

45 - Se hace la media aritmética de las velocidades de rotación de rueda retenidas en los modos de cálculo, multiplicada por un radio prescrito de rueda, para calcular la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo.

- Habiéndose calculado la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo, ésta forma una primera señal de velocidad estimada,

se detecta una discontinuidad de los valores de la primera señal de velocidad estimada,

se produce una segunda señal de velocidad longitudinal del vehículo a partir de la primera señal de velocidad estimada, reemplazando la discontinuidad detectada por una señal de transición continua prescrita.

- Se calcula la segunda señal de velocidad longitudinal del vehículo en instantes sucesivos,

5 se calcula un valor de la citada discontinuidad de los valores de la primera señal de velocidad estimada, siendo este valor de la discontinuidad igual a la diferencia entre el valor de la primera señal de velocidad estimada para el instante presente y el valor de la segunda señal de velocidad longitudinal para el instante precedente,

Siendo determinada la señal de transición en función del valor de la discontinuidad a partir de una forma prescrita de señal.

10 - Se calcula una duración de transición de la señal de transición, igual al valor de la discontinuidad dividido por una pendiente prescrita.

- La señal de transición es una rampa.

- La citada discontinuidad es detectada al menos por el hecho de que en una de las ruedas el indicador de deslizamiento cambia de estado entre instantes sucesivos.

15 - La citada discontinuidad es detectada al menos por el hecho de que el modo de cálculo cambia entre instantes sucesivos.

Un segundo objeto de la invención es un dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento tal como el descrito anteriormente, destinado a estar embarcado en un vehículo automóvil, caracterizado porque comprende:

- al menos un sensor de la velocidad de rotación de cada rueda del vehículo,

20 - un medio de obtención para cada rueda de un indicador de deslizamiento de rueda, apto para tomar un primer estado de deslizamiento de la rueda y un segundo estado de ausencia de deslizamiento de la rueda,

- un medio de cálculo de la velocidad de desplazamiento longitudinal del vehículo, a partir de las velocidades de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador de deslizamiento de rueda está en el segundo estado de ausencia de deslizamiento de la rueda, sin tener en cuenta las velocidades de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador de deslizamiento de rueda están en el primer estado de deslizamiento.

25 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- las figuras 1 a 8 conciernen a un ejemplo de dispositivo para la puesta en práctica de un procedimiento de estimación de deslizamiento de las ruedas de un vehículo automóvil, y en particular:

- la figura 1 representa un sinóptico modular,

30 • la figura 2 es una vista esquemática desde arriba de un vehículo,

- la figura 3 es un sinóptico modular de un dispositivo para calcular una derivada de deslizamiento,

- las figuras 4 y 5 representan un modo de realización de un medio de rehabilitación del indicador de deslizamiento,

- las figuras 6 a 8 representan un modo de realización de un medio de rehabilitación de un indicador de deslizamiento,

35 - la figura 9 representa un sinóptico modular de un dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento de estimación de velocidad longitudinal del vehículo,

- las figuras 10 y 11 representan modos de realización de partes del dispositivo según la figura 9,

- la figura 12 es un cronograma de señales generadas en el dispositivo según la figura 9.

40 La descripción se describe en lo que sigue para un vehículo automóvil rodante sobre dos ruedas delanteras y dos ruedas traseras, siendo por ejemplo las dos ruedas delanteras motrices, pudiendo ser las dos ruedas traseras igualmente motrices. En cada rueda está previsto un sensor 1 de rotación, apto para facilitar en salida una medición W de velocidad de rotación de la rueda asociada.

En lo que sigue, cada una de las cuatro ruedas del vehículo, así como las magnitudes asociadas a esta rueda R, son designadas por un par de índices ij de acuerdo con el convenio siguiente:

45 - 11 o fl designa la rueda delantera izquierda,

- 12 o fr designa la rueda delantera derecha,
- 21 o rl designa la rueda trasera izquierda,
- 22 o rr designa la rueda trasera derecha.

El sentido longitudinal se entiende en el sentido delante-atrás.

- 5 El procedimiento de acuerdo con la invención es puesto en práctica en un dispositivo 40, que comprende por ejemplo uno o varios calculadores numéricos para efectuar los tratamientos y cálculos.

El dispositivo comprende las entradas siguientes:

Las velocidades W_{ij} de rotación de las ruedas ij ,

El par o los pares motores (C_{mi}) en el eje o los ejes de tracción del vehículo,

- 10 El par C_{fij} de frenado en cada rueda ij ,

La relación $Cl_f = CLf_status$, $Cl_r = CLr_status$ de caja de cambios,

Una señal SI de indicación del accionamiento de los frenos o de la ausencia del accionamiento de los frenos.

El par C_{mi} de tracción y las relaciones de transmisión Cl_f , Cl_r son facilitados por un calculador del motor no representado, tal como es conocido por el especialista en la materia.

- 15 El par C_{fij} de frenado es calculado a partir de las presiones T_{fij} de frenado para cada rueda, por un estimador 3 por ejemplo del tipo ABS o ESP.

Un módulo 4 está previsto para tratar las velocidades W_{ij} de rotación de las ruedas facilitadas por los sensores 1, con el fin de corregir la diferencia de velocidad entre las ruedas en los virajes. Este módulo 4 calcula para cada rueda la velocidad llevada al centro del eje trasero que constituye un centro CR de rotación para ruedas directrices situadas en la parte delantera, tal como está representado en la figura 2. Las velocidades de rotación así tratadas son las siguientes:

- 20

$$\omega_{fl} = W_{fl} \frac{|R|}{\sqrt{\left(R + \frac{E}{2}\right)^2 + L^2}} \qquad \omega_{fr} = W_{fr} \frac{|R|}{\sqrt{\left(R - \frac{E}{2}\right)^2 + L^2}}$$

$$\omega_{rl} = \left(W_{rl} + \Psi \frac{E}{2r} \right) \qquad \omega_{rr} = \left(W_{rr} + \Psi \frac{E}{2r} \right)$$

- 25 con ω_{ij} : Velocidad de la rueda ij centrada

Ψ : Velocidad de guiñada

R : Radio de curva

L : Distancia entre ejes del vehículo

W_{ij} : Información de la velocidad de la rueda procedente del sensor

- 30 E : Vía del vehículo

r : Radio de la rueda

El radio R de curva es calculado a partir de la velocidad de guiñada y del ángulo α de giro de las ruedas, es decir α_d para la rueda delantera derecha y α_g para la rueda delantera izquierda. Este ángulo α_d , α_g de volante y la velocidad de guiñada son medidos por sensores embarcados en el vehículo.

Las velocidades ω_{ij} que son utilizadas en lo que sigue han sido filtradas por ejemplo por un filtro de paso bajo.

Se describen a continuación medios para calcular un indicador dij de deslizamiento de las ruedas, refiriéndose a las figuras 1 a 8. No obstante, este indicador dij de deslizamiento de las ruedas puede ser facilitado por cualquier otro medio. De manera general, el indicador dij de deslizamiento de las ruedas aparece en la entrada 24 en un módulo 30 de entrada en la figura 9.

Un estimador 7 está previsto para calcular una derivada dSxij del deslizamiento de la rueda ij a partir de la velocidad de rotación ω_{ij} de la rueda, de los pares motores C_{mi} de los pares de frenado Cfij (o de las presiones de frenado Tfij), de la relación de transmisión engranada CLf, CLr, que forman entradas recibidas en un bloque 71 de entrada del estimador 7.

Se describe a continuación un modo de realización de este estimador 7 refiriéndose a la figura 3.

Un bloque 72 efectúa una derivación discreta y un filtrado de la velocidad de cada rueda y facilita una estimación de la aceleración de cada rueda.

El bloque 73 efectúa una estimación del valor del par aplicado a cada rueda teniendo en cuenta la presión de frenado, la relación de transmisión engranada y el estado del embrague.

El bloque 75 efectúa una estimación de la inercia de las ruedas para cada uno de los ejes delantero y trasero del vehículo.

El bloque 74 que está unido al bloque 72 efectúa una transformación geométrica de la estimación de la aceleración de cada rueda efectuada por el bloque 72.

El bloque 76 efectúa la estimación de la derivada del deslizamiento de cada rueda, a partir de los valores estimados por los bloques 74, 75 y 73.

A continuación se detallarán los cálculos efectuados por cada uno de los bloques anteriores.

Se designarán igualmente por Jij la inercia equivalente a la rueda, r el radio de la rueda, N la relación de reducción global, Tmj el par motor en los ejes del vehículo (i = f, r para representar el par motor en el eje delantero (front) o trasero (rear) del vehículo), Pij las presiones de freno en la rueda (i = f, r y j = d, g para representar una rueda delantera o izquierda del vehículo), Fij los esfuerzos exteriores aplicados a la rueda, M la masa del vehículo, y V la velocidad del vehículo.

En el bloque 72, la aceleración de cada rueda se obtiene por derivación discreta y filtrado de la velocidad de la rueda.

En el bloque 73, el par motor aplicado a cada rueda puede ser obtenido a partir de las informaciones procedentes de los accionadores o por estimación.

En un accionador eléctrico, el par facilitado está bien controlado y puede ser estimado gracias a las mediciones de corriente eléctrica y de régimen del motor. En un motor térmico, una estimación del par motor da una información sobre el par facilitado con un grado de precisión medio suficiente.

A continuación, el par en cada rueda es calculado tomando en consideración la relación de transmisión o el estado de los embragues (o garras) entre el accionador y las ruedas. El diferencial es modelado simplemente pero es previsible mejorar el cálculo del par en la rueda utilizando un modelo de diferencial más sofisticado.

En lo que sigue $C_{m_{ij}}$ representa el par motor en la rueda (i = f, r para representar el par motor en el eje delantero o trasero del vehículo, j = r, l para representar una rueda delantera o izquierda del vehículo), P_{fij} las presiones de freno en la rueda (i, j descrito anteriormente) y C_{fij} los pares de freno correspondientes.

Una ilustración de la invención consiste en calcular el par en la rueda gracias a la expresión siguiente (diferencial perfecto).

Para el par en las ruedas delanteras e izquierdas:

$$C_{m_{fr}} = 1/2 CLf_status \times T_{m_f}$$

$$C_{m_{fl}} = 1/2 CLf_status \times T_{m_f}$$

$$C_{f_{fr}} = Eficacia_Delantera \times P_{f_{fr}}$$

$$C_{f_{fl}} = Eficacia_Delantera \times P_{f_{fl}}$$

Para el par en las ruedas traseras derechas e izquierdas:

$$Cm_{rd} = 1/2 CLr_status \times Tm_r$$

$$Cm_{rg} = 1/2 CLr_status \times Tm_r$$

$$Cf_{rd} = Eficacia_Trasera \times P_{rr}$$

$$Cf_{rg} = Eficacia_Trasera \times P_{rl}$$

- 5 « Eficacia_Trasera y Eficacia_Delantera » designan las eficacias de los frenos (magnitud por otra parte conocida e identificada) y CLi_status (i = f, r para front, rear) la relación de transmisión engranada, siendo este valor igual a 0, cuando el embrague está abierto.

Son posibles variantes para mejorar la estimación de los pares motores y frenos, especialmente para:

- tener en cuenta las variaciones de la eficacia de los frenos con la ayuda de técnicas e observaciones y
- 10 - representar mejor el diferencial

El bloque 75 estima la inercia de las ruedas de un mismo eje, por ejemplo J_{fi} para el eje delantero, esta inercia es función de la inercia del motor J_{mot} y de la inercia puente+rd Ejemplo_{puente} según la ecuación siguiente:

$$J_{fi} = \frac{J_{puente} + CLi_status^2 \cdot J_{mot}}{2}$$

- 15 con CLi_status (f, r para front, rear) la relación de transmisión engranada (0 si el embrague está abierto).

El bloque 74 efectúa una transformación geométrica.

En el contexto de un vehículo de 2 o 4 ruedas motrices, se verifican para cada rueda del vehículo las ecuaciones siguientes

$$J_{ij} \cdot \frac{\delta\omega_{ij}}{\delta t} = Cm_{ij} - Cf_{ij} - rF_{ij} \quad \text{con } i = f, l \quad j = l, r \quad (1)$$

20

$$M \cdot \frac{\delta V}{\delta t} = \sum_{i,j} F_{ij} - C_x v^2 \quad (2)$$

Se supondrá que la contribución de la fuerza aerodinámica ($-C_x v^2$) es despreciable en el cálculo de la dinámica de deslizamiento. Por ello el término aerodinámico desaparece en lo que sigue del cálculo.

Se denomina Sx_{ij} el deslizamiento de la rueda ij definido del modo siguiente:

25 $Sx_{ij} = r \cdot \omega_{ij} - V$

Multiplicando los dos términos de la ecuación (2) por el radio de la rueda r y sumando término a término la ecuación así obtenida con la ecuación (1), se obtiene la ecuación siguiente:

$$r \cdot M \cdot \frac{\delta V}{\delta t} + \sum_{i,j} J_{ij} \cdot \frac{\delta\omega_{ij}}{\delta t} = \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \quad (3)$$

Derivando con respecto al tiempo t los dos términos de la ecuación (3), se obtiene:

30 $\frac{\delta V}{\delta t} = r \frac{\delta\omega_{ij}}{\delta t} - \frac{\delta Sx_{ij}}{\delta t} \quad (4)$

Se puede reemplazar ahora el término $\frac{\delta V}{\delta t}$ de la ecuación (4) con la expresión en el segundo término de la ecuación (5) para cualquier par de índice ij. Se obtienen así las cuatro ecuaciones siguientes para las cuatro ruedas.

$$\left\{ \begin{array}{l} (J_{11} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{11}}{\delta t} - \frac{\delta Sx_{11}}{\delta t} \cdot M \cdot r + \sum_{ij \neq 11} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} = \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \\ (J_{12} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{12}}{\delta t} - \frac{\delta Sx_{12}}{\delta t} \cdot M \cdot r + \sum_{ij \neq 12} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} = \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \\ (J_{21} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{21}}{\delta t} - \frac{\delta Sx_{21}}{\delta t} \cdot M \cdot r + \sum_{ij \neq 21} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} = \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \\ (J_{22} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{22}}{\delta t} - \frac{\delta Sx_{22}}{\delta t} \cdot M \cdot r + \sum_{ij \neq 22} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} = \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \end{array} \right.$$

La estimación de la derivada del deslizamiento para cada una de las ruedas viene dada entonces por:

$$5 \left\{ \begin{array}{l} \frac{\delta Sx_{11}}{\delta t} = \left[(J_{11} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{11}}{\delta t} + \sum_{ij \neq 11} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} - \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \right] \frac{1}{M \cdot r} \\ \frac{\delta Sx_{12}}{\delta t} = \left[(J_{12} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{12}}{\delta t} + \sum_{ij \neq 12} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} - \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \right] \frac{1}{M \cdot r} \\ \frac{\delta Sx_{21}}{\delta t} = \left[(J_{21} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{21}}{\delta t} + \sum_{ij \neq 21} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} - \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \right] \frac{1}{M \cdot r} \\ \frac{\delta Sx_{22}}{\delta t} = \left[(J_{22} + M \cdot r^2) \frac{\delta \omega_{22}}{\delta t} + \sum_{ij \neq 22} J_{ij} \cdot \frac{\delta \omega_{ij}}{\delta t} - \sum_{i,j} (Cm_{ij} - Cf_{ij}) \right] \frac{1}{M \cdot r} \end{array} \right.$$

Se observa en esta expresión que el cálculo de la derivada del deslizamiento es exacto, diferente para una rueda derecha y una rueda izquierda y no depende de los esfuerzos exteriores.

10 La salida del sistema (bloque 77) viene dada por $\frac{\delta Sx_{ij}}{\delta t} = Sx_{ij} = dSx_{ij}$, lo que representa la estimación de la derivada del deslizamiento.

Los ensayos han demostrado que existía un desvío muy pequeño entre el valor calculado de la derivada del deslizamiento y el valor real de esta derivada.

15 Así, la unidad de cálculo de acuerdo con la invención puede ser utilizada para controlar de modo muy preciso especialmente un dispositivo de antibloqueo de las ruedas y/o un dispositivo de antipatinaje de las ruedas de un vehículo automóvil.

El estimador 7 pone así en práctica un procedimiento para estimar la derivada del deslizamiento de las ruedas de un vehículo automóvil equipado con dos o cuatro ruedas motrices y con una unidad de cálculo para poner en práctica este procedimiento, que comprende las etapas siguientes:

- 5 a) La captación de datos sobre la velocidad de las ruedas, pares motores aplicados en las ruedas, las presiones de frenado, la relación de transmisión engranada,
- b) La estimación de la aceleración de cada rueda efectuando una derivación discreta y un filtrado de la velocidad de cada rueda,
- c) La estimación del par aplicado a cada rueda teniendo en cuenta la presión de frenado, la relación de transmisión engranada y el estado del embrague,
- 10 d) La estimación de la inercia de las ruedas para cada uno de los ejes delantero y trasero del vehículo,
- e) La puesta en práctica de una transformación geométrica de la estimación de la aceleración de cada rueda estimada en b),
- f) La estimación de la derivada del deslizamiento de cada rueda, a partir de los valores estimados en c), d) y e).

15 Un módulo 8 está previsto para determinar un modo de cálculo de la velocidad longitudinal del vehículo para facilitar en una salida una señal MOD de indicación de modo de cálculo.

Este módulo 8 comprende las entradas siguientes en el módulo 30 de entrada:

$C_{m1} = T_{mot_AV}$: Par facilitado por el motor delantero (C_{mi} para $i = 1$ en la parte delantera);

$C_{m2} = T_{mot_AR}$: Par facilitado por el motor trasero (C_{mi} para $i = 2$ en la parte trasera);

20 $SI = Freno_{conductor}$: esta señal se obtiene del modo siguiente:

- 1 si el conductor presiona el pedal de freno
- 0 si no;

$SI2 = Freno_{ESP_AV}$: esta señal se obtiene del modo siguiente:

- 1 si al menos una rueda delantera está frenada por una regulación del tipo ABS/ASR/ESP
- 25 0 si no;

$SI3 = Freno_{ESP_AR}$: Esta señal se obtiene del modo siguiente:

- 1 si al menos una rueda trasera está frenada por una regulación del tipo ABS/ASR/ESP
- 0 si no.

Un módulo 5 representa globalmente la entidad que facilita SI, SI1, SI2.

30 El motor delantero es el motor que arrastra las ruedas delanteras. En el caso en que las ruedas traseras sean arrastradas por un motor y en que las ruedas delanteras no sean arrastradas, $T_{mot_AV} = 0$.

El motor trasero es el motor que arrastra las ruedas traseras. En el caso en que las ruedas delanteras sean arrastradas por un motor y que las ruedas traseras no sean arrastradas, $T_{mot_AR} = 0$.

35 En el caso en que a la vez las ruedas delanteras y las ruedas traseras sean arrastradas por un mismo motor o por dos motores diferentes, como por ejemplo en el caso de un vehículo 4x4, son tenidos en cuenta T_{mot_AV} y T_{mot_AR} .

En un modo de realización, la señal MOD de modo de cálculo de la velocidad longitudinal toma uno de los tres estados 1, 2, 3 de la manera siguiente:

40

MOD 2 Si

$$\left[\begin{array}{l} |T_{mot_AV}| < Umbral_{mot_AV} \quad Y \quad Freno_{conductor} = 0 \quad Y \quad Freno_{ESP_AV} = 0 \quad Y \\ (|T_{mot_AV}| > Umbral_{mot_AV} \quad O \quad Freno_{ESP_AR}=1) \end{array} \right]$$

MOD 3 Si

5

$$\left[\begin{array}{l} |T_{mot_AV}| < Umbral_{mot_AR} \quad Y \quad Freno_{conductor} = 0 \quad Y \quad Freno_{ESP_AR} = 0 \quad Y \\ (|T_{mot_AV}| > Umbral_{mot_AV} \quad O \quad Freno_{ESP_AV}=1) \end{array} \right]$$

MOD = 1 SI NO

$Umbral_{mot_AV}$ y $Umbral_{mot_AR}$ representan valores umbrales de los pares motores delantero y trasero. Estos pueden ser elegidos del modo siguiente:

- 10
- . se fija un valor de adherencia μ_{min}
 - . se supone que el peso del vehículo F_{x_tot} está repartido de modo fijo en los ejes delantero y trasero:

$$\begin{cases} F_{x_AV} = x \cdot F_{x_tot} & \text{con } 0 < x < 1 \\ F_{x_AR} = (1-x) \cdot F_{x_tot} \end{cases}$$

se puede poner por ejemplo $x = \frac{2}{3}$.

Los umbrales $Umbral_{mot_AV}$ y $Umbral_{mot_AR}$ son fijados entonces del modo siguiente:

15

$$\begin{cases} Umbral_{mot_AV} = \mu_{min} \cdot F_{x_AV} \cdot r \\ Umbral_{mot_AR} = \mu_{min} \cdot F_{x_AR} \cdot r \end{cases}$$

Los umbrales $Umbral_{mot_AV}$ y $Umbral_{mot_AR}$ así elegidos representan por tanto los pares motores mínimos (delantero o trasero) para un coeficiente de adherencia μ_{min} .

20

Con este método, la elección de los umbrales $Umbral_{mot_AV}$ y $Umbral_{mot_AR}$ viene a ser elegir el valor μ_{min} . Para una adherencia superior o igual a μ_{min} , un par motor (delantero o trasero) inferior a $Umbral_{mot_AV}$ o $Umbral_{mot_AR}$ es insuficiente para hacer deslizar las ruedas.

Cada umbral de los módulos o valores absolutos puede comprender un umbral positivo para los valores positivos y un umbral negativo para los valores negativos.

25

Un estimador 9 calcula una velocidad longitudinal estimada $V=Vest$ del vehículo. La velocidad $Vest$ es generada en una salida 6 del estimador 9. En la figura 1, la velocidad $Vest$ es enviada además a una entrada 12 de un estimador 10.

El principio de base de cálculo de la velocidad de referencia $Vest$ es utilizar la información de las velocidades de las ruedas que no deslizan.

Este estimador 9 comprende las entradas siguientes:

- una entrada 22 para la señal MOD de modo de cálculo procedente del módulo 8,

- entradas 23 para las velocidades de rotación ω_{ij} de las ruedas en el módulo 30 de entrada,
- para las diferentes ruedas ij , entradas 24 para el indicador d_{ij} de deslizamiento de la rueda ij , que toma un primer estado $d_{ij} = 1$ de deslizamiento si la rueda es deslizante, por ejemplo en el caso de un patinaje o de un bloqueo, o el segundo estado $d_{ij} = 0$ de ausencia de deslizamiento de la rueda ij si el estado de la rueda es normal, es decir si su velocidad es coherente con la velocidad del vehículo.

5

La señal Vest se obtiene del modo siguiente:

. Si MOD = 1 entonces

$$V_{est}(t) = \begin{cases} r \cdot \frac{\sum_{i,j} \omega_{ij} \cdot (1 - d_{ij})}{\sum_{i,j} (1 - d_{ij})} & \text{si } \sum_{i,j} (1 - d_{ij}) \neq 0 \\ V_{est}(t-1) & \end{cases}$$

. Si MOD = 2 entonces

$$V_{est}(t) = \begin{cases} r \cdot \frac{\sum_j \omega_{1j} \cdot (1 - d_{1j})}{\sum_j (1 - d_{1j})} & \text{si } \sum_j (1 - d_{1j}) \neq 0 \\ r \cdot \frac{\sum_i \omega_{2j} \cdot (1 - d_{2j})}{\sum_j (1 - d_{2j})} & \text{si } \left(\sum_j (1 - d_{1j}) = 0 \quad Y \quad \sum_j (1 - d_{2j}) \neq 0 \right) \\ V_{est}(t-1) & \text{si no} \end{cases}$$

10

. Si MOD = 3 entonces

$$V_{est}(t) = \begin{cases} r \cdot \frac{\sum_j \omega_{2j} \cdot (1 - d_{2j})}{\sum_j (1 - d_{2j})} & \text{si } \sum_j (1 - d_{2j}) \neq 0 \\ r \cdot \frac{\sum_i \omega_{1j} \cdot (1 - d_{1j})}{\sum_j (1 - d_{1j})} & \text{si } \left(\sum_j (1 - d_{2j}) = 0 \quad Y \quad \sum_j (1 - d_{1j}) \neq 0 \right) \\ V_{est}(t-1) & \text{si no} \end{cases}$$

Las consideraciones que son la base de esta estimación son las siguientes:

- 5 1. Las ruedas sometidas a un par pequeño (la señal MOD contiene esta información) están mejor adaptadas para estimar la velocidad longitudinal del vehículo. Se denomina “par pequeño” un par insuficiente para hacer deslizar las ruedas si la adherencia es superior al valor μ_{min} elegido. Si por ejemplo el par en el eje trasero del vehículo es nulo (vehículo en modo de tracción delantera) y el conductor del vehículo no frena y no hay intervención de los sistemas activos de seguridad entonces MOD = 3 y se utilizarán preferentemente las velocidades de las ruedas traseras para estimar la velocidad de referencia.
2. Las ruedas caracterizadas por un $d_{ij} = 1$ (ruedas estimadas deslizantes) no deben ser utilizadas para la estimación;
- 10 3. Una media aritmética de las velocidades de las ruedas preconizadas en el punto 1, y autorizadas en el punto 2 facilita la mejor estimación de la velocidad longitudinal del vehículo:
4. Si las 4 ruedas deslizan, no se puede estimar la velocidad longitudinal del vehículo con la información de velocidad de las ruedas ω_{ij} . Se elige entonces congelar el valor de esta estimación.

El hecho de que todas las ruedas deslicen es detectado por el hecho de que una señal UTACC está en un primer estado.

- 15 Está previsto igualmente un medio, por ejemplo en el estimador 9, para facilitar en una salida 19 una señal FIAB de indicación de fiabilidad del valor V_{est} de velocidad longitudinal y del deslizamiento S_{xij} de las ruedas.

En un modo de realización, esta señal FIAB es binaria y se obtiene del modo siguiente:

$$FIAB(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } \sum_{i,j} (1 - d_{ij}) \neq 0 \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

la señal fiabilidad solamente puede tomar entonces dos valores:

- 20 . 0: V_{est} no es fiable, por tanto las cuatro ruedas son consideradas deslizantes ($d_{ij} = 1$ para todas las ruedas),
 . 1: V_{est} es fiable, por tanto al menos una rueda no desliza.

Otro modo de realización es el siguiente:

$$FIAB(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } \sum_{i,j} (1 - d_{ij}) = 0 \\ 2 & \text{si } \left(\begin{array}{l} \sum_{i,j} (1 - d_{ij}) = 4 \quad O \quad (MOD = 2 \quad Y \quad \sum_j (1 - d_{ij}) = 2) \\ O \quad (MOD = 3 \quad Y \quad \sum_j (1 - d_{2j}) = 2) \end{array} \right) \\ 1 & \text{si no} \end{cases}$$

La señal fiabilidad puede tomar entonces tres valores:

- 25 . 0: V_{est} no es fiable, por tanto las cuatro ruedas son consideradas deslizantes ($d_{ij} = 1 \quad \forall ij$).
- . 2: V_{est} es “muy” fiable, por tanto las cuatro ruedas no deslizan o las dos ruedas de un mismo eje están sometidas a un par pequeño y no deslizan.
- . 1: V_{est} es “bastante” fiable.

- 30 En un modo de realización, está previsto, por ejemplo en el estimador 9, un medio para calcular una señal NF de indicación de no fiabilidad de los deslizamientos S_{xij} de las ruedas en función de los indicadores d_{ij} de deslizamiento de las ruedas i de la manera siguiente:

NF = 1 (siendo 1 un estado de ausencia de fiabilidad) si para todas las ruedas $d_{ij} = 1$, correspondiente al hecho de que todas las ruedas deslizan,

NF = 0 si no, correspondiente a un segundo estado de presencia de fiabilidad.

La señal NF toma el estado 1 de ausencia de fiabilidad cuando no se quiere tener en cuenta la señal S_{xij} para detectar el deslizamiento de una rueda.

5 Para calcular los indicadores d_{ij} de deslizamiento de las ruedas ij está previsto un estimador 10. El estimador 10 comprende las entradas siguientes:

- la derivada dS_{xij} de deslizamiento de las ruedas ij ,
- la velocidad longitudinal estimada V_{est} denominada igualmente velocidad de referencia V_{est} ,
- la señal NF de ausencia de fiabilidad.

10 Está previsto un medio 11, por ejemplo en el estimador 10, para calcular el deslizamiento absoluto S_{xij} de la rueda según la fórmula siguiente:

$$S_{xij} = V_{rueda\ ij} - V_{est}$$

con

$$V_{rueda\ ij} = r \cdot \omega_{ij},$$

estando V_{est} y ω_{ij} en las entradas 12, 13 del módulo 11, estando S_{xij} en la salida 14 del medio 11.

15 $V_{rueda\ ij}$ representa la velocidad lineal de la rueda ij .

En el módulo 10, la derivada dS_{xij} de deslizamiento es eventualmente filtrada en un filtro de paso de banda. Siendo utilizada a continuación la señal procedente de esta filtrado de paso de banda.

En el caso en que la señal NF esté en el estado NF = 0 de presencia de fiabilidad, el indicador d_{ij} de deslizamiento de rueda es puesto en el primer estado $d_{ij}=1$ de deslizamiento cuando se cumplen las condiciones siguientes:

20 si $\left(|dS_{xij}| > dS1 \right) \text{ O } \left(S_{xij} > S2 \right) \text{ O } \left(S_{xij} < S3 \right)$ entonces $d_{ij} = 1$.

En el caso en que la señal NF se encuentre en el estado NF = 1 de ausencia de fiabilidad, el indicador d_{ij} de deslizamiento es puesto en el estado de deslizamiento $d_{ij} = 1$, cuando se cumplen las condiciones siguientes:

si $\left(|dS_{xij}| > dS4 \right)$ entonces $d_{ij} = 1$

25 $dS1$ es un umbral positivo de detección de deslizamiento para dSx (podrían estar previstos igualmente un primer umbral positivo para los valores positivos de dS_{xij} y un segundo umbral negativo para los valores negativos de dS_{xij})

$S2$ es un tercer umbral positivo de deslizamiento,

$S3$ es un cuarto umbral negativo de deslizamiento,

$dS4$ es un umbral positivo de derivada de deslizamiento (podrían estar previstos igualmente un primer umbral positivo para los valores positivos de dS_{xij} y un segundo umbral negativo para los valores negativos de dS_{xij}).

30 Los umbrales $dS1$, $S2$, $S3$, $dS4$ están prescritos a valores constantes en el módulo 10.

Refiriéndose a las figuras 4 y 5 se describe a continuación un modo de realización de un medio 15 de generación del indicador d_{ij} de deslizamiento, que comprende una entrada 14 para S_{xij} y una entrada 16 para dS_{xij} .

35 La derivada dS_{xij} de deslizamiento es enviada a la entrada de un medio 101 de formación del módulo, cuya salida está unida a una primera entrada 102 de un comparador 103, cuya segunda entrada 104 está unida al primer umbral $dS1$. El comparador 103 facilita en su salida 105 una señal DG1 de detección de deslizamiento que toma el primer estado 1 de deslizamiento en el caso en que el módulo dS_{xij} sea superior a $dS1$ y el segundo estado 0 de ausencia de deslizamiento si no.

En este modo de realización, $dS1 = dS4$.

40 Está previsto un medio 107 de conmutación que comprende una entrada 110 de mando de conmutación unida a la señal NF, para conmutar la salida 111 de provisión de indicador d_{ij} , ya sea en una primera entrada 108 unida a la salida 105 cuando la señal NF es igual a 1, o bien a una segunda entrada 109 cuando la señal NF es igual a 0. La entrada 109 está unida a la salida de un operador lógico O 112, que comprende una primera entrada 113 unida a la

salida 105, una segunda entrada 114 unida a la salida de un comparador 116 y una tercera entrada 115 unida a la salida de un comparador 117.

5 El comparador 116 comprende una primera entrada 118 unida a la señal S_{xij} de deslizamiento y una segunda entrada 119 unida al umbral $S2$, para facilitar en su salida 114 un estado 1 de deslizamiento cuando la señal en su primera entrada 118 es superior a la señal en su segunda entrada 119, y un estado 0 de ausencia de deslizamiento si no.

El comparador 117 comprende una primera entrada 120 unida a la señal S_{xij} de deslizamiento y una segunda entrada 121 unida al umbral $S3$, para facilitar en su salida 115 un estado 1 de deslizamiento cuando la señal en su primera entrada 120 es superior a la señal en su segunda entrada 121, y un estado 0 de ausencia de deslizamiento si no.

10 Para la rehabilitación de una rueda, se utilizan las señales S_{xij} y dS_{xij} utilizadas para la detección de deslizamiento. La magnitud dS_{xij} es por ejemplo filtrada en un filtro de paso bajo. Se define en la entrada la señal lógica Sl de frenado del conductor, que toma el valor 1 de frenado cuando se está en situación de frenado y toma el valor 0 si no.

15 A continuación se describen medios de rehabilitación de una rueda para hacer pasar el indicador dij del estado 1 de deslizamiento al estado 0 de ausencia de deslizamiento cuando se respeten ciertas condiciones. Se define a partir de los indicadores dij en su estado actual una señal UTACC para el cálculo del estado siguiente de los indicadores dij . Esta señal UTACC es calculada por ejemplo por un módulo 17, por ejemplo del estimador 10, que comprende en entrada los indicadores dij de las ruedas, procedentes del módulo 15, y en la salida 18 la señal UTACC.

Cuando para todas las ruedas, los indicadores dij están en el estado 1 de deslizamiento, la señal UTACC toma el valor 1, o si no toma el valor 0.

20 En el caso en que la señal UTACC esté en el estado 0, el indicador dij es rehabilitado en el estado 0 de ausencia de deslizamiento de la manera siguiente.

si $((Sl = 1) \text{ y } (|S_{xij}| < S11)) \text{ durante } T11))$

Entonces $dij = 0$.

si $((Sl = 0) \text{ y } (|S_{xij}| < S12)) \text{ durante } T121))$

y $(|S_{xij}| < S13) \text{ en el instante } T121)$

25 entonces $dij = 0$

En el caso en que la señal UTACC está en el estado 1, el indicador dij es rehabilitado en el estado 0 de ausencia de deslizamiento de la manera siguiente:

si $((Sl = 1) \text{ y } (|dS_{xij}| < dS12)) \text{ durante } T122)) \text{ entonces } dij = 0$.

si $((Sl = 0) \text{ y } (|dS_{xij}| < dS12)) \text{ durante } T121)) \text{ entonces } dij = 0$.

30 $dS12$ es un umbral positivo prescrito de rehabilitación para la derivada de deslizamiento,

$T121$ es una duración prescrita durante la cual el valor absoluto de la señal dS_{xij} debe encontrarse por debajo del umbral $dS12$. Esta temporización puede ser diferente en el caso de un deslizamiento negativo o positivo. En el caso de un frenado, correspondiente a un deslizamiento negativo, se define una duración prescrita diferente $T122$.

$S11$ es un umbral prescrito positivo de rehabilitación para el deslizamiento, en el caso de un frenado del conductor,

35 $T11$ es una duración prescrita durante la cual el valor absoluto de la señal S_{xij} , debe encontrarse por debajo del umbral $S11$.

$S13$ es un umbral positivo prescrito de rehabilitación para el deslizamiento Sx , en el caso en que no hay frenado del conductor.

40 Como anteriormente, cada umbral en los módulos o valores absolutos puede comprender un umbral positivo para los valores positivos y un umbral negativo para los valores negativos.

Refiriéndose a las figuras 6 a 8, se describe en lo que sigue un modo de realización de un medio 200 de rehabilitación del indicador dij en el estado 0 de ausencia de deslizamiento.

El medio 200 de rehabilitación comprende un conmutador 201 que comprende una salida 202 de provisión del indicador $dij = 0$ de final de deslizamiento, y una entrada 203 de mando de conmutación unida a la señal UTACC para conmutar la salida 202, ya sea a una primera entrada 204 en el caso en que $UTACC = 1$, o en una segunda entrada 205 en el caso en que $UTACC = 0$. La entrada 205 está unida a la salida de un conmutador 206 que comprende una
 5 entrada 207 de mando de conmutación unida a la señal SI de frenado para conmutar la entrada 205, ya sea a una primera entrada 208 de conmutador 206 en el caso en que la señal SL está en 1 en presencia de un frenado del conductor, o bien a una segunda entrada 209 del conmutador 206 en el caso en que la señal SL esté en 0 en ausencia de frenado del conductor. La entrada 208 está unida a una señal RV de rehabilitación en la velocidad. La
 10 entrada 209 está unida a la salida de un operador lógico Y 210, que comprende una primera entrada 211 unida a la salida Q de estado de una báscula 213 de tipo RS y una segunda entrada 212 unida a la salida de un comparador 214. La báscula 213 está en el estado inicial $Q0 = 0$ y comprende una entrada 215 de reinicialización unida a la salida 111 de detección de deslizamiento y una entrada S 216 de regulación. El comparador 214 comprende una
 15 primera entrada 217 unida a la salida de un operador 218 que forma el valor absoluto de la señal Sxij de deslizamiento aplicada en su entrada 14 y una segunda entrada 219 unida al umbral S13. Las entradas 204 y 216 están unidas a una señal COND de condición de rehabilitación en dSxij. La salida del comparador 214 facilita en la entrada 212 así como en una derivación 220 de ésta una señal Sxc de indicación de corrección, que es igual a 1 cuando el valor en la entrada 217 es inferior o igual al valor en la entrada 219, y que es igual a 0 si no.

En la figura 7 está representado un medio 221 de producción, en una salida 222, de la señal RV de rehabilitación en la velocidad. Este medio 221 comprende un operador Y lógico 223 que comprende una primera entrada 224 unida a la señal Sxc y una segunda entrada 225 unida a la salida de una unidad 226 de retardo que recibe en su entrada
 20 227 el indicador dij. La salida 228 del operador lógico Y 223 está unida a la entrada de un operador NO lógico 229 cuya salida está unida a una primera entrada 230 de puesta a cero de un integrador 231 en tiempo discreto, con el fin de poner a cero el valor presente en la salida 232 de éste cuando la entrada 230 está en 1. El integrador 231 comprende una segunda entrada 233 de señal que hay que integrar, unida a la salida de un operador 234 inversor del valor presente en su entrada 235, unida a su vez a la duración T11, con el fin de facilitar al cabo de esta duración
 25 T11 una señal igual a 1 en la salida 232 desde que el valor presente en la primera entrada 230 es igual a 0. La salida 232 está unida a una primera entrada de un operador lógico 236 de igualdad que recibe en una segunda entrada 237 un valor constante C1, igual a 1 en el ejemplo precedente, para facilitar en la salida 222 la señal RV de rehabilitación en la velocidad, que es igual a 1 en caso de igualdad entre el valor presente en la primera entrada 232 y el
 30 valor C1 presente en la entrada 237, y un valor 0 si no.

En la figura 8 está representado un medio 241 de producción de la señal COND de condición de rehabilitación en la derivada del deslizamiento. Éste comprende un integrador 242 del mismo tipo que el integrador 231 descrito refiriéndose a la figura 7, cuya primera entrada de puesta a cero está designada por 243, la segunda entrada de señal que hay que integrar por 244, la salida por 245, a su vez unida a la primera entrada de un operador lógico 246 de igualdad del mismo tipo que el operador 236 y que tiene en su segunda entrada 247 una constante C2 por ejemplo igual
 35 a 1, facilitando este operador 246 en su salida 248 la señal COND. La primera entrada 243 está unida a la salida de un operador lógico NO 249, cuya entrada 250 está unida a la salida de un operador lógico Y 251. El operador Y 251 comprende una primera entrada 252 unida a la salida de un comparador 253, que comprende una primera entrada 254 unida por un operador 255 de formación del valor absoluto a una entrada 256 unida a la señal dSxij de derivada de deslizamiento, y una segunda entrada 257 unida al umbral dS12. El operador Y 251 comprende igualmente una
 40 segunda entrada 258 unida a la salida de una unidad 259 de retardo, cuya entrada 260 está unida al indicador dij. La segunda entrada 244 de señal que hay que integrar del integrador 242 está unida a la salida de un operador 261 de formación del valor inverso cuya entrada 262 está unida a la salida de un conmutador 263. El conmutador 263 comprende una entrada 264 de mando de conmutación, unida a la señal SI de frenado, para conmutar la salida 262, ya sea a una primera entrada 265 unida a la duración T122 en caso de frenado del conductor cuando la señal S1 es
 45 igual a 1, o bien a una segunda entrada 266 unida a la duración T121 en ausencia de frenado del conductor cuando la señal SI es igual a 0.

La señal Vest es discontinua.

En la figura 9, un módulo 40 está previsto para facilitar, en función de las entradas MOD y dij, una señal TR de transición a la salida, obtenida del modo siguiente:

Si $((dij(t) \neq dij(t-1)) \text{ O } (MOD(t) \neq MOD(t-1)))$, entonces $TR = 1$; primer estado de indicación de discontinuidad,

Si no, $TR = 0$: segundo estado de ausencia de indicación de discontinuidad, designando t el último instante de cálculo, t-1 el anteúltimo instante de cálculo.

El paso al primer estado 1 de la señal TR indica el instante en que se produce una discontinuidad de la velocidad longitudinal estimada Vest.

Está previsto un módulo 50 para facilitar en la salida una señal SDT de duración de transición.

El módulo 50 comprende en entradas:

- la señal TR de transición,
- la velocidad longitudinal estimada Vest.

5 A partir de la señal Vest, se estima la velocidad de referencia del vehículo por una señal Vref continua. La señal Vref es una segunda señal Vref de velocidad longitudinal continua. La velocidad Vest de desplazamiento longitudinal del vehículo, que ha sido calculada anteriormente, forma una primera señal de velocidad estimada. El módulo 50 calcula la duración SDT de las transiciones a partir del parámetro de regulación constituido por una pendiente PT transitoria en el módulo 51, tal como está representado en el modo de realización de la figura 10.

10 Una báscula 52 memoriza el valor absoluto de la diferencia entre el valor actual de la velocidad estimada Vest (t) y la velocidad de referencia Vref(t-1) del instante precedente, o sea $|Vest(t)-Vref(t-1)|$ aplicada a su entrada 52a, y esto en el último instante en que la señal TR de transición está en el estado 1 de indicación de discontinuidad, siendo aplicada la señal TR en su entrada 52b de reloj. Un módulo 52c está previsto para facilitar, a partir de Vref(t-1) en su entrada 52d, por ejemplo unida a la entrada 80, y de Vest(t) en su entrada 52f, el valor $|Vest(t)-Vref(t-1)|$ en la salida del módulo 52c unida a la entrada 52a. Este valor es dividido por el parámetro de pendiente PT transitoria en un divisor 53, para facilitar en una salida 54 la duración SDT de la transición, según la ecuación:

15
$$PT = |Vest(t)-Vref(t-1)| / SDT$$

La duración SDT de las transiciones es determinada de manera variable con la discontinuidad $|Vest(t)-Vref(t-1)|$. Esta duración SDT es elegida como el tiempo necesario para pasar del valor Vref(t-1) al valor Vest(t) con una aceleración constante igual a la pendiente transitoria PT. Una elección posible es fijar el parámetro de pendiente transitoria PT en el valor de aceleración máxima del vehículo.

20 Un módulo 60 está previsto para producir en una salida 61 la señal de velocidad de referencia Vref a partir de la velocidad estimada Vest y de la duración SDT de transición en entradas 62, 63.

La figura 11 representa un modo de realización de este módulo 60.

25 Un módulo 64 facilita en su salida 65 una señal RP de rampa, saturada en 1 y puesta a cero cada vez que la señal TR de transición pasa a 1. A tal efecto por ejemplo, un integrador 66 recibe en su entrada 67 de puesta a cero la señal TR de transición y en su entrada 63 de magnitud que hay que integrar la duración SDT de transición para mandar en su salida 68 el módulo 64. La figura 12 muestra un cronograma de las señales TR y RP en ordenadas, en función del tiempo t en abscisas. La duración para que la señal RP pase de 0 a 1 según una pendiente constante prescrita está prescrita a la duración constante SDT de transición en segundos.

30 Una báscula 69 memoriza el valor Vref(t-1) de la velocidad de referencia en el instante precedente en su entrada 80, procedente de un elemento 81 de retardo unido a la salida 61. La velocidad Vref(t-1) es memorizada en el último instante en que la señal Tr de transición es igual a 1, por el hecho de que la entrada 82 de reloj de la báscula 69 está unida a la señal TR. La salida 83 de la báscula 80 facilita la señal MEM(t).

La señal Vref(t) en la salida 61 es obtenida entonces sumando las dos señales siguientes :

- Vest(t).RP(t)
- 35 • MEM(t).`1-RP(t)]

En el modo de realización representado en la figura 11, la señal RP es enviada a la primera entrada 84 de un multiplicador 85, mientras que la segunda entrada 86 del multiplicador 85 está unida a la entrada 62, facilitando el multiplicador 85 en su salida 87 Vest(t).RP(t).

40 La señal RP es enviada igualmente a la entrada negativa 88 de un substractor 89, cuya entrada `positiva 90 está unida a un módulo 91 de producción de una señal constante de uno, facilitando el substractor en su salida 92 [1-RP(t)].

La salida 92 está unida a la primera entrada 93 de un multiplicador 94, cuya segunda entrada 95 está unida a la salida 93, facilitando el multiplicador 94 en su salida 96 MEM.[1-RP(t)].

45 Las salidas 87 y 96 están unidas a las entradas de un sumador 97, que facilita en la salida 61 $Vref = Vest(t).RP(t) + MEM(t).[1-RP(t)]$.

Si se denomina t_{TR} el instante en que se produce una transición (TR=1), esto viene a ser pasar progresivamente del valor $Vref(t_{TR})$ al valor Vest (t) en un tiempo SDT variable.

Está previsto un módulo 98 de salida, que facilita en una salida 99 la velocidad de referencia Vref del vehículo, procedente de la salida 61, y en otra salida 100 la señal FIAB de fiabilidad.

50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estimación de una velocidad de desplazamiento longitudinal de un vehículo automóvil con la ayuda de al menos un calculador embarcado en el vehículo, que comprende una etapa de medición, por al menos un sensor, de la velocidad (W_{ij}) de rotación de cada rueda (ij) del vehículo,
- 5 caracterizado porque comprende, además, las etapas siguientes:
- obtención para cada rueda de un indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda, apto para tomar un primer estado ($d_{ij}=1$) de deslizamiento de la rueda y un segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento de la rueda,
 - cálculo de la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo, a partir de las velocidades (W_{ij}) de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda está en un segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento de la rueda, sin tener en cuenta las velocidades (W_{ij}) de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda está en el primer estado ($d_{ij}=1$) de deslizamiento.
- 10
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se obtiene un valor de par (C_{mi}) del motor o de los motores en las ruedas delanteras y/o traseras,
- 15 se define una pluralidad de modos (MOD) de cálculo de la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo:
- un primer modo de cálculo ($MOD=2$), cuando, a la vez, el par en las ruedas delanteras es inferior a un primer umbral positivo prescrito y superior a un segundo umbral negativo prescrito, el par en las ruedas traseras es superior a un tercer umbral positivo prescrito o inferior a un cuarto umbral negativo prescrito,
 - 20 - un segundo modo de cálculo ($MOD=3$), cuando a la vez el par en las ruedas traseras es inferior a un quinto umbral positivo prescrito y superior a un sexto umbral negativo prescrito, el par en las ruedas delanteras es superior a un séptimo umbral positivo prescrito o inferior a un octavo umbral negativo prescrito,
 - un tercer modo de cálculo ($MOD=1$), cuando no se cumplen las condiciones correspondientes a los primero y segundo modos de cálculo.
- 25
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque
- en el primer modo de cálculo ($MOD=2$), la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo se calcula:
 - a partir de la velocidad de rotación de las ruedas delanteras, cuyo indicador (d_{ij}) de deslizamiento se encuentra en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento o
 - si todas las ruedas delanteras tienen cada una su indicador de deslizamiento encontrándose en el primer estado de deslizamiento, a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras que se encuentran en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento,
 - 30 - en el segundo modo de cálculo ($MOD=3$), se calcula la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo:
 - a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras, cuyo indicador (d_{ij}) de deslizamiento se encuentra en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento, o
 - si todas las ruedas traseras tienen cada una su indicador de deslizamiento encontrándose en el primer estado de deslizamiento, a partir de la velocidad de rotación de las ruedas delanteras que se encuentran en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento,
 - 35 - en el tercer modo de cálculo ($MOD=1$), la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo se calcula a partir de la velocidad de rotación de las ruedas traseras y de las ruedas delanteras que se encuentran en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento.
- 40
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque se obtiene a partir de al menos un órgano de accionamiento de frenado por el conductor una primera señal (SI) de indicación de frenado, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado, y
- 45 para cumplir las condiciones de los primero y segundo modos de cálculo la primera señal (SI) de indicación de frenado del conductor debe encontrarse además en el segundo estado de ausencia de frenado.

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque se obtiene a partir de un sistema de regulación de frenado en las ruedas delanteras y en las ruedas traseras al menos una segunda señal (SI2) de indicación de frenado en las ruedas delanteras, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado, y al menos una tercera señal (SI3) de indicación de frenado en las ruedas traseras, apta para encontrarse en un primer estado de frenado o en un segundo estado de ausencia de frenado,
- 5 - para cumplir las condiciones del primer modo (MOD=2) de cálculo, a la vez el par en las ruedas delanteras es inferior a un primer umbral positivo prescrito y superior a un segundo umbral negativo prescrito, la segunda señal (SI2) de indicación de frenado en las ruedas delanteras se encuentra en el segundo estado de ausencia de frenado, el par en las ruedas traseras es superior a un tercer umbral positivo prescrito o inferior a un cuarto umbral negativo prescrito, o la tercera señal (SI3) de indicación de frenado en las ruedas traseras se encuentra en el primer estado de frenado,
- 10 - para cumplir las condiciones del segundo modo (MOD=3) de cálculo, a la vez el par en las ruedas traseras es inferior o igual a un quinto umbral positivo prescrito y superior a un sexto umbral negativo prescrito, la tercera señal (SI3) de indicación de frenado en las ruedas traseras se encuentra en el segundo estado de ausencia de frenado, el par en las ruedas delanteras es superior a un séptimo umbral positivo prescrito o inferior a un octavo umbral negativo prescrito, o la segunda señal (SI2) de indicación de frenado en las ruedas delanteras se encuentra en el primer estado de frenado.
- 15 6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque los umbrales se fijan de manera proporcional a una repartición de peso predeterminada del vehículo en al menos un eje delantero que soporta las ruedas delanteras y en al menos un eje trasero que soporta las ruedas traseras.
- 20 7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado porque se hace la media aritmética de las velocidades de rotación de rueda retenidas en los modos de cálculo, multiplicada por un radio prescrito de rueda, para calcular la velocidad (Vest) de desplazamiento longitudinal del vehículo.
- 25 8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque habiéndose calculado la velocidad (Vest) de desplazamiento longitudinal del vehículo, ésta forma una primera señal (Vest) de velocidad estimada,
- se detecta (TR) una discontinuidad de los valores de la primera señal (Vest) de velocidad estimada,
- 30 se produce una segunda señal (Vref) de velocidad longitudinal del vehículo a partir de la primera señal (Vest) de velocidad estimada, reemplazando la discontinuidad detectada por una señal (RP) de transición continua prescrita.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque se calcula la segunda señal (Vref) de velocidad longitudinal del vehículo en instantes sucesivos,
- se calcula un valor de la citada discontinuidad de los valores de la primera señal (Vest) de velocidad estimada, siendo este valor de la discontinuidad igual a la diferencia entre el valor (Vest) de la primera señal de velocidad estimada para el instante presente y el valor (Vref) de la segunda señal (Vref) de velocidad longitudinal para el instante precedente,
- 35 siendo determinada la señal (RP) de transición en función del valor de la discontinuidad a partir de una forma prescrita de señal.
- 40 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque se calcula una duración (SDT) de transición de la señal (RP) de transición, igual al valor de la discontinuidad dividida por una pendiente (PT) prescrita.
11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque la señal de transición es una rampa.
12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque se detecta la citada discontinuidad al menos por el hecho de que para una de las ruedas el indicador (dij) de deslizamiento cambia de estado entre instantes sucesivos.
- 45 13. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en combinación con una de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado porque se detecta la citada discontinuidad al menos por el hecho de que el modo (MOD) de cálculo cambia entre instantes sucesivos.
- 50 14. Dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, destinado a estar embarcado en un vehículo, caracterizado porque comprende:

- al menos un sensor (1) de la velocidad (W_{ij}) de rotación de cada rueda (ij) del vehículo,
- un medio de obtención para cada rueda de un indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda, apto para tomar un primer estado ($d_{ij}=1$) de deslizamiento de la rueda y un segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento de la rueda,
- 5 - un medio (9) de cálculo de la velocidad (V_{est}) de desplazamiento longitudinal del vehículo, a partir de las velocidades (W_{ij}) de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda está en el segundo estado ($d_{ij}=0$) de ausencia de deslizamiento de la rueda, sin tener en cuenta las velocidades (W_{ij}) de rotación de ruedas medidas para las cuales el indicador (d_{ij}) de deslizamiento de rueda está en el primer estado ($d_{ij}=1$) de deslizamiento.

FIG.1

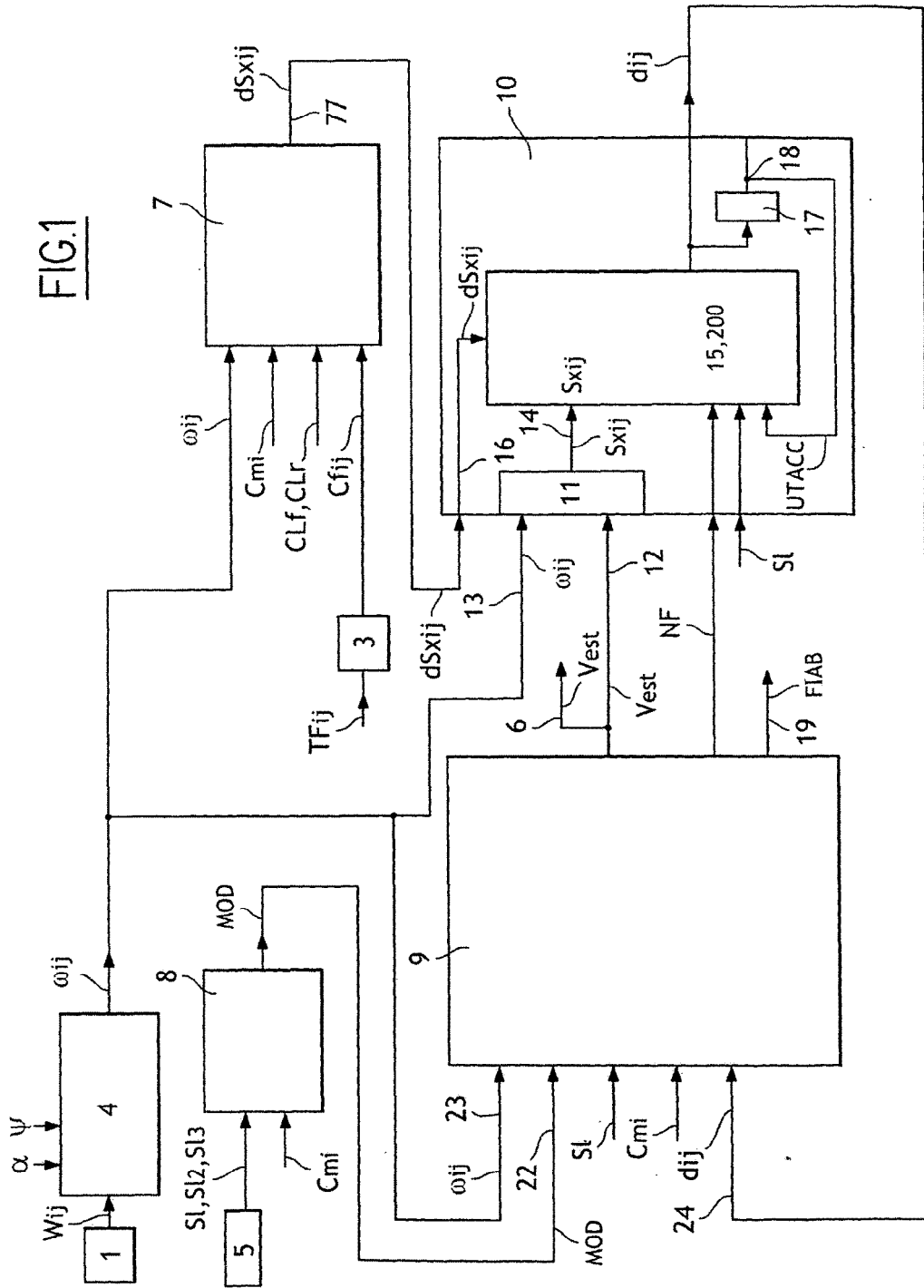


FIG.2

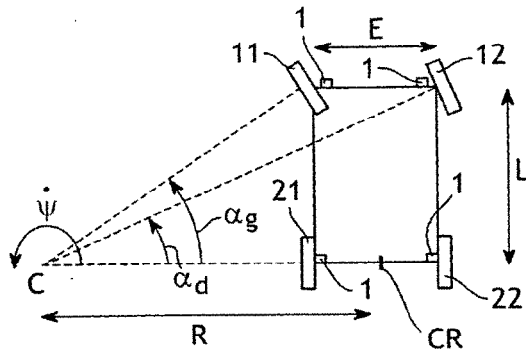


FIG.4

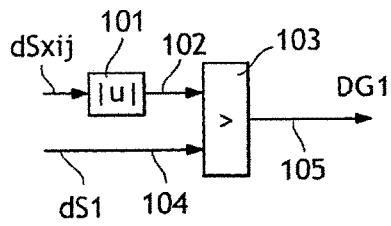


FIG.5

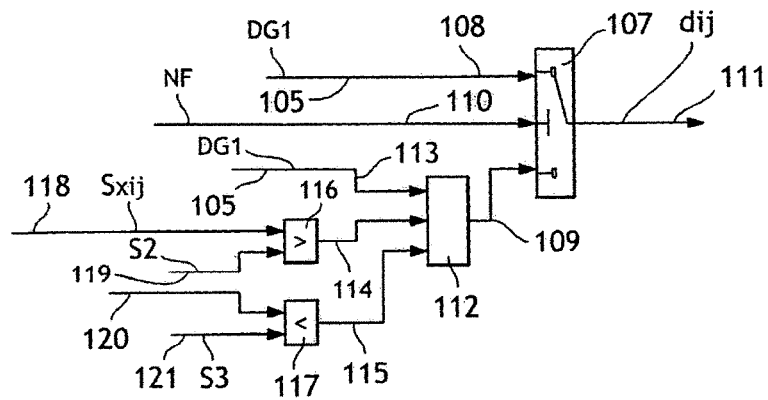


FIG.3

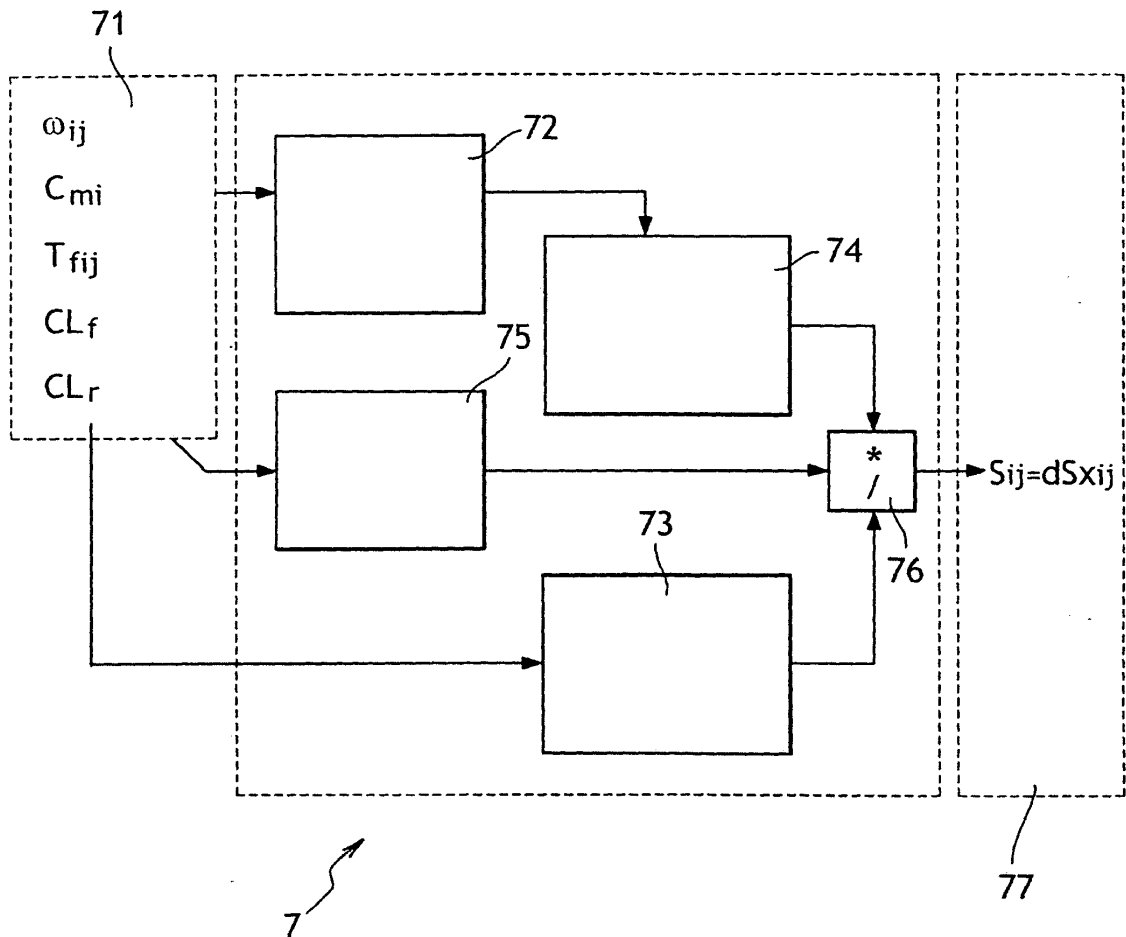


FIG.6

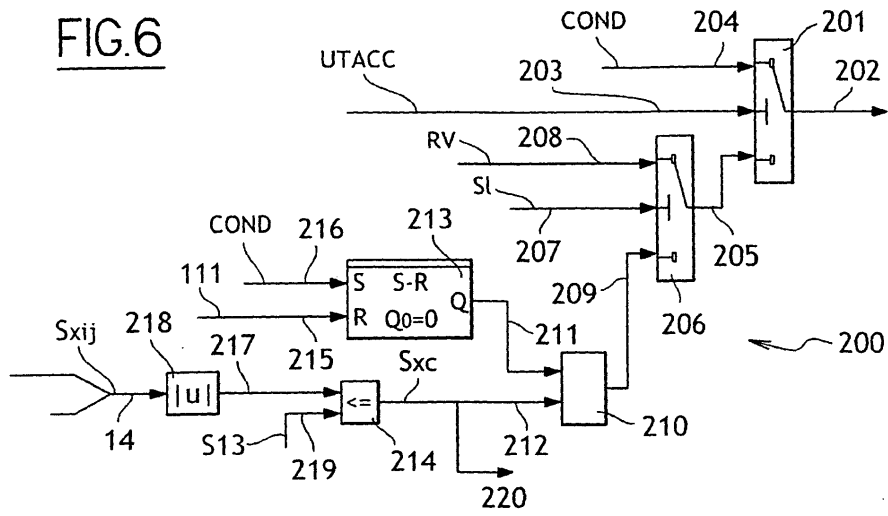


FIG.7

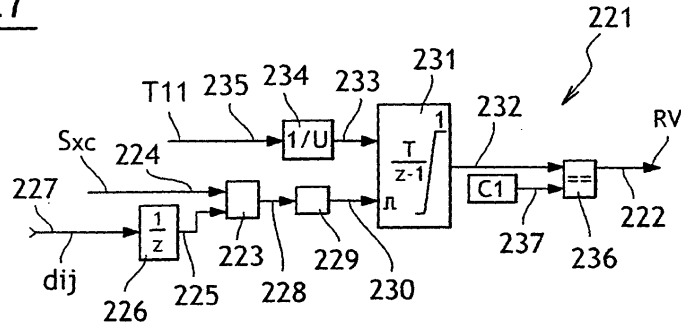


FIG.8

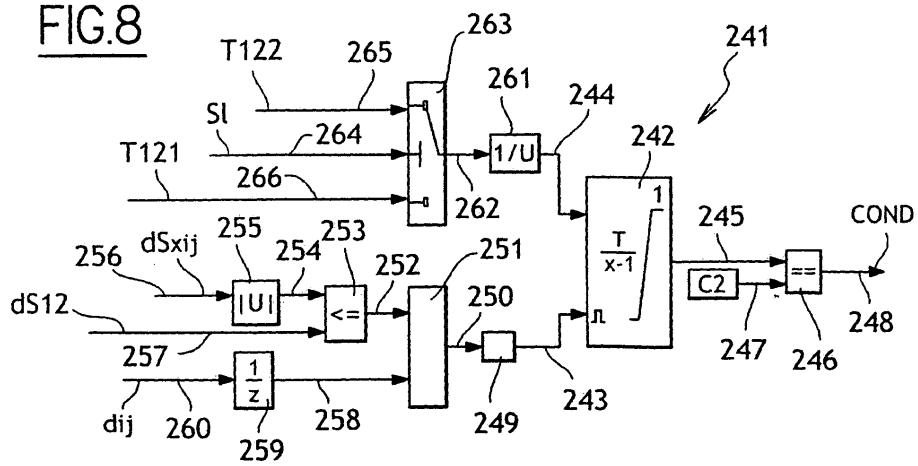


FIG.9

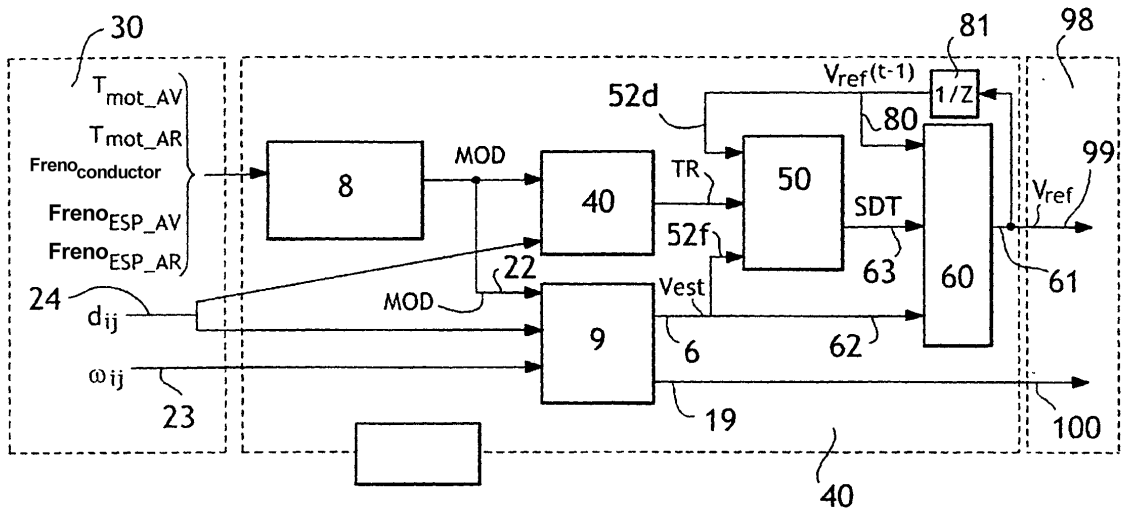


FIG.10

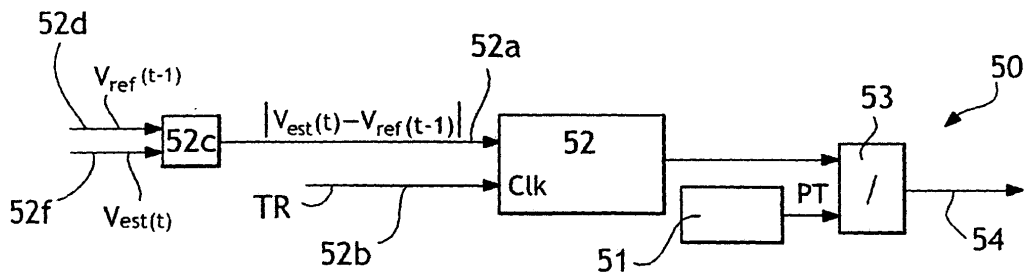


FIG.11

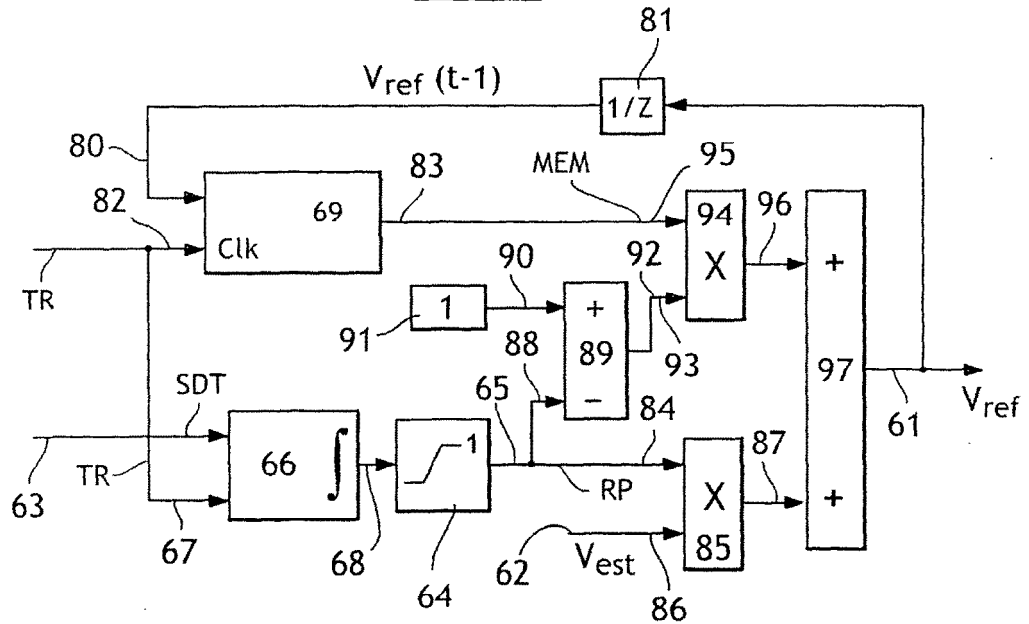


FIG.12

