(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 317 473**

(51) Int. Cl.:
B62D 7/15 (2006.01)
B62D 6/04 (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06300396 .6**
(96) Fecha de presentación : **24.04.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1738991**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.01.2007**

(54) Título: **Sistema y procedimiento de control de giro de las ruedas traseras de un vehículo automóvil con cuatro ruedas directrices.**

(30) Prioridad: **30.06.2005 FR 05 06725**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

(73) Titular/es: **RENAULT S.A.S.**
13-15, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne Billancourt, FR

(72) Inventor/es: **Guegan, Stéphane;**
Le Vourch, Yves y
Pothin, Richard

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de control de giro de las ruedas traseras de un vehículo automóvil con cuatro ruedas directrices.

La presente invención se refiere a los vehículos automóviles con cuatro ruedas directrices, y más concretamente al control de giro de las ruedas traseras directrices.

De manera clásica, los vehículos automóviles están dotados de un chasis, de un habitáculo y de ruedas unidas al chasis por un mecanismo de suspensión con unas ruedas delanteras directrices controladas por un volante a disposición del conductor en el habitáculo de vehículo. Los vehículos de cuatro ruedas directrices poseen, por otra parte, unas ruedas traseras directrices controladas por un mecanismo adaptado.

El documento US 4947326 describe un sistema así como un procedimiento de control de giro de ruedas traseras directrices situado a bordo de un vehículo automóvil de cuatro ruedas directrices, en el que la orden de giro de las ruedas traseras se elabora a partir de la velocidad del vehículo, del ángulo de giro de las ruedas delanteras del vehículo y de la relación de la velocidad de guiñada y la posición angular del volante.

El documento GB 2.252.538 A (Honda) describe un control de las ruedas traseras de un vehículo automóvil con cuatro ruedas directrices para obtener buena y suave reacción en guiñada para una amplia gama de aceleraciones. Se detecta la aceleración lateral del vehículo y el ángulo de giro de las ruedas delanteras, y se determina una relación final del ángulo de giro de las ruedas traseras respecto al ángulo de giro de las ruedas delanteras en función de la aceleración lateral. Se determina un ángulo objetivo de giro de las ruedas traseras a partir de esta relación final y se hace girar a las ruedas traseras para alcanzar este ángulo objetivo. Se determina el cociente final de tal modo que la ganancia transitoria de amplitud del movimiento de guiñada sea positiva mientras la aceleración lateral sea inferior a un valor predeterminado.

Tal control de las ruedas traseras es complejo, y actúa sobre la velocidad de guiñada para una posición angular dada del volante. Este control no es válido más que para valores de velocidades de guiñada limitadas dependiendo de la posición angular del volante.

La invención propone remediar estos inconvenientes y propone un sistema y un procedimiento de control evolucionados, que permiten mejorar el comportamiento del vehículo y por tanto la seguridad del conductor y la comodidad de conducción.

Se propone también, según un aspecto de la invención, un sistema de control de giro de las ruedas traseras directrices situado a bordo de un vehículo automóvil con cuatro ruedas directrices. El sistema incluye unos medios de elaboración para elaborar una orden de giro de las ruedas traseras, que reduce el desfase entre la aceleración lateral del vehículo y la velocidad de guiñada del vehículo, en función de:

- la velocidad longitudinal del vehículo;
- el ángulo de giro de las ruedas delanteras del vehículo; y
- la ganancia estática de la velocidad de guiñada con respecto a la posición angular del volante.

El sistema permite reducir el desfase entre la aceleración lateral y la velocidad de guiñada del vehículo, lo cual mejora el comportamiento del vehículo, y aumenta el placer de conducción.

Además el sistema no está obligado a contar con un sensor de velocidad de guiñada o de aceleración lateral.

El desfase entre la aceleración lateral y la velocidad de guiñada del vehículo se regula sin impacto en el ajuste del nivel estático de la velocidad de guiñada, es decir, cuando el comportamiento del vehículo está estabilizado y no es transitorio.

Ventajosamente, el sistema incluye medios de control para activar o desactivar dichos medios de elaboración.

Los medios de elaboraciones de la orden están controlados, y pueden así ser activados o desactivados.

En un modo de realización preferido, los medios de control están adaptados para activar los medios de elaboración cuando al menos un primer parámetro de funcionamiento del vehículo comprueba una condición de umbral respectiva.

En otros términos, los medios de elaboración son activadas por los medios de control cuando el(los) primer(os) parámetro(s) del conjunto de al menos un primer parámetro de funcionamiento del vehículo comprueban cada uno una condición de umbral respectiva. por ejemplo en la velocidad longitudinal del vehículo o la posición angular del volante.

En un modo de realización ventajoso, el o los primeros parámetros incluyen la velocidad longitudinal del vehículo y/o la posición angular del volante.

En un modo de realización preferido, la ganancia estática de la velocidad de guiñada con relación a la posición angular del volante varía además en función de al menos un segundo parámetro de funcionamiento del vehículo.

Por ejemplo, dicho o dichos segundos parámetros de funcionamiento del vehículo incluyen la velocidad longitudinal del vehículo y/o la posición angular del volante.

Además los medios de elaboración pueden adaptarse para elaborar la orden de giro de las ruedas traseras adicionalmente en función de la aceleración de guiñada del vehículo.

Además los medios de elaboración pueden adaptarse para elaborar la orden de giro de las ruedas traseras por otro lado en función de la velocidad de guiñada del vehículo.

Según otro aspecto de la invención, se propone también un procedimiento de control de giro de las ruedas traseras directrices situado a bordo de un vehículo automóvil con cuatro ruedas directrices. Se elabora una orden de giro de las ruedas traseras que reduce el desfase entre la aceleración lateral del vehículo y la velocidad de guiñada del vehículo, en función de:

- la velocidad longitudinal del vehículo;
- el ángulo de giro de las ruedas delanteras del vehículo: y
- la ganancia estática de la velocidad de guiñada con relación a la posición angular del volante.

Ventajosamente, se activa dicha elaboración de orden de giro de las ruedas traseras cuando al menos un primer parámetro de funcionamiento del vehículo comprueba una condición de umbral respectiva.

Otras finalidades, características y ventajas de el invención aparecerán en la lectura de la descripción siguiente, de algunos ejemplos en modo alguno restrictivos, y hecha con referencia a los dibujos anexos en los cuales:

la figura 1 es un esquema sinóptico del vehículo;

la figura 2 es un esquema sinóptico de un modo de realización de un módulo de realización de orden de giro de las ruedas traseras a directrices, según. un aspecto de la invención;

la figura 3 ilustra el desfase entre la velocidad de guiñada y la aceleración lateral de un vehículo con dos ruedas directrices;

la figura 4 ilustra la mejora de la fase cuando el coeficiente de retorno dinámico K_2 disminuye; y

la figura 5 ilustra el coeficiente de retorno dinámico K_2 negativo superior o igual 0,6 $K_{2,max}$.

En la figura 1, se ha representado esquemáticamente un vehículo 1 con cuatro ruedas directrices 2, 3, 4 y 5. Las ruedas delanteras tienen la referencia 2 y 3, y las ruedas traseras la referencia 4 y 5. Las ruedas delanteras 2 y 3, o respectivamente las ruedas traseras 4 y 5 están unidas entre sí por un eje o tren delantero, o respectivamente trasero. Se ha representado también el centro de gravedad G del vehículo 1. Los ejes longitudinal y transversal X e Y del vehículo 1 que pasan por el centro de gravedad G se han representado igualmente por líneas de trazos.

Se designa por Ψ la velocidad de guiñada del vehículo 1. Los ángulos α_f y α_r, de giro de las ruedas, delantera y trasera respectivamente, con el eje, longitudinal del vehículo 1, están representados también.

También se indican en la figura 1 la velocidad longitudinal VL del vehículo, así como la aceleración transversal γ del vehículo.

El vehículo 1, por supuesto, está equipado con una unidad de control electrónica, no representada en la figura 1.

Los vectores de las velocidades delantera $\vec{V}_f$ y trasera $\vec{V}_r$ respectivamente de los trenes delantero y trasero están también representados.

Se define el ángulo de deriva delantero δ_f, o respectivamente trasero δ_r, como el ángulo entre el vector de velocidad $\vec{V}_f$ del tren delantero y la dirección de giro de las ruedas delanteras que corresponde a un ángulo α_f, o respectivamente el ángulo entre el vector de velocidad $\vec{V}_r$, del tren trasero y la dirección de giro de las ruedas traseras correspondiente a un ángulo α_r.

En la Figura 2, se ilustra un procedimiento de realización de un módulo de elaboración 6 de orden de giro α, de las ruedas traseras directrices de un vehículo según la figura 1.

El módulo de elaboración 6 elabora una orden de giro de las ruedas traseras α_r, que permite reducir el desfase entre la aceleración lateral γ, del vehículo 1, y la velocidad de guiñada Ψ del vehículo 1.

El módulo de elaboración 6 recibe como entrada la velocidad longitudinal VL del vehículo, el ángulo de giro α_f de las ruedas delanteras del vehículo 1, y la ganancia estática GS1 de la velocidad de guiñada Ψ con respecto a la posición angular del volante. Además, una señal de control SC permite activar o desactivar el módulo de elaboración 6.

Por ejemplo, la señal de control SC transmite una instrucción de activación del sistema cuando la velocidad del vehículo sobrepasa uno primer umbral, y/o cuando la posición angular del volante sobrepasa un segundo umbral.

La señal de control SC puede, transmitir además una instrucción de desactivación del sistema cuando la velocidad del vehículo pase bajo un tercer umbral, y/o cuando la posición angular de robando paso bajo un cuarto umbral.

La orden de giro α_r, se proporciona a un sistema de control de las ruedas traseras directrices del vehículo 1.

El módulo de elaboración 6 calcula la orden de giro α_r de las ruedas traseras del vehículo 1 a partir de la relación:

$$\alpha_r = K_1 * \alpha_f + K_2 * \ddot{\psi} \quad \text{con } K_1 = 1 - GS1 \qquad (1)$$

en la cual:

K_1 es un coeficiente estático entre los ángulos de giro de las ruedas traseras y delanteras del vehículo, en s;

K_2 es un coeficiente transitorio de retorno en aceleración de guiñada, en s^2;

α_f es el ángulo de giro de las ruedas delanteras con el eje longitudinal X del vehículo 1, en radianes; y

α_r, es el ángulo de giro de las ruedas traseras con el eje longitudinal X del vehículo, en radianes.

Se define una función de transferencia de la velocidad de guiñada Ψ en función de la aceleración lateral o transversal γ, del vehículo 1:

$$\dot{\psi} = \frac{N_1}{D_1}\gamma_1 \qquad (2)$$

con:

$$D_1 = \left(I_z\left(1 + K_1\frac{D_r}{D_f}\right) + K_2 lD_r \right)s^2 + lD_r\left(\frac{l_r + K_1 l_f}{VL}\right)s + lD_r(1 - K_1) \qquad (3)$$

y

$$N_1 = \frac{lD_r}{VL}(1 - K_1) + M\left(l_f - K_1\frac{D_r}{D_f}l_r\right)s \qquad (4)$$

en las cuales:

M representa la masa total del vehículo, en kg:

1_x representa la inercia del vehículo respecto al eje vertical en su centro de gravedad G, en Nm;

1_f es la distancia del centro de gravedad G al eje delantero, en m;

1_r es la distancia del centro de gravedad G al eje trasero, en m;

1 es la vía del vehículo, en m;

D_f representa la rigidez de deriva delantera, en N/rad;

D_r representa la rigidez de deriva trasera, en N/rad;

VL es la velocidad longitudinal del vehículo, en m/s;

Ψ' es la velocidad de guiñada del vehículo, en rad/s;

Ψ''' es la aceleración de guiñada del vehículo, en rad/s_2;

γ_t es la aceleración lateral o transversal del vehículo, medida en e! centro de gravedad G, en m/s^2; y

δ es el ángulo entre el vector velocidad $\vec{V}$ del vehículo y el eje longitudinal del vehículo, en radianes.

La rigidez de deriva delantera D_f, o respectivamente trasera D_r, se define por el coeficiente de proporcionalidad entre el empuje lateral ejercido sobre el suelo por un neumático delantero y el ángulo de deriva delantero δ_f, o respectivamente por el coeficiente de proporcionalidad entre el empuje lateral ejercido sobre el suelo por un neumático trasero y el ángulo de deriva trasero δ_r.

La fase del denominador D_l de la función de transferencia es una función creciente del coeficiente K_2, mientras que la fase del numerador N_1 de la función de transferencia es independiente de K_2.

Un ajuste de K_2 negativo permite reducir el desfase entre la aceleración lateral γ_t, del vehículo 1 y la velocidad de guiñada Ψ' del vehículo 1, como se ilustra en los diagramas de Bode para diferentes valores de K_2 en la figura 4. Como comparación, la figura 3 ilustra el desfase entre la velocidad de guiñada Ψ' la aceleración lateral γ_1 de un vehículo con dos ruedas directrices, para el cual este desfase depende de parámetros que proceden de la estructura general del vehículo, y no modificables.

Para que el sistema siga siendo estable, es necesario que se respete la condición siguiente:

$$K_2 > \frac{-I_z\left(1 + K_1 \frac{D_r}{D_f}\right)}{lD_r} = K_{2\max} \qquad (5)$$

Se tiene entonces como relación entre el ángulo de giro de las ruedas delanteras α_f, y la aceleración lateral γ_l, del vehículo 1:

$$\gamma_t = \frac{VL(l_z(D_f + K_1 D_r) + K_2 lD_r D_f)s^2 + lD_r D_f(l_r + K_1 l_f)s + lD_r D_f VL(1 - K_1)}{MVL(l_z + K_2 l_r D_r)s^2 + ((D_r + D_f)l_z + M(D_r l_r^2 + D_f l_f^2) + K_2 lD_r D_f)s + \frac{D_r D_f}{VL} l^2 - MVL(D_f l_f - D_r l_r)} \alpha_f$$

(6)

que se puede escribir en la forma:

$$\gamma_t = K\alpha_f + \frac{K_N(s + z_n)}{D_2}\alpha_f \qquad (7)$$

en la que:

K y K_N son constantes,

Z_N es la raíz o cero de la función de transferencia entre el ángulo de giro de las ruedas delanteras α_f, y la aceleración lateral γ_1 del vehículo 1, y D_2 es el denominador de la función de transferencia, o sea:

$$D_2 = MV(I_z + K_2 l_r D_r)s^2 + ((D_r + D_f)I_z + M(D_r l_r^2 + D_f l_f^2) + K_2 l D_r D_f)s + \frac{D_r D_f}{V} l^2 - MV(D_f l_f - D_r l_r)$$

(8)

El estudio de la variación de la raíz cero Z_N y de la pulsación natural ω_N de la aceleración lateral o transversal γ_1, permite determinar un valor mínimo en K_2 por debajo del cual puede tener lugar un adelantamiento unitario, como se representa en la figura 5. Este valor mínimo es igual a $0{,}6xK_{2,max}$. Se entiende por adelantamiento unitario un único adelantamiento importante y único del valor final estabilizado.

La aceleración de guiñada Ψ" se calcula a partir de las ecuaciones siguientes:

$$M\gamma_1 = F_f + F_r \quad (9)$$

$$I_z \ddot{\psi} = F_f l_f - F_r l_r \quad (10)$$

$$VL(\alpha_f + \delta_f) = VL.\delta + \dot{\psi} l_r \quad (11)$$

$$VL(\alpha_r + \delta_r) = VL.\delta - \dot{\psi} l_r \quad (12)$$

$$\gamma_1 = VL(\dot{\psi} + \dot{\delta}) \quad (13)$$

$$F_f = -D_f \delta_f \quad (14)$$

$$F_r = -D_r \delta_r \quad (15)$$

En las cuales:

F_f representa el esfuerzo lateral aplicado por el suelo sobre el tren delantero, en N;

F_r representa el esfuerzo lateral aplicado por el suelo sobre el tren trasero, en N:

δ_f representa el ángulo de deriva delantero del tren delantero, en radianes y

δ_r representa el ángulo de deriva delantero del tren trasero, en radianes.

El coeficiente K_2 se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$K_2 = \frac{-I_z\left(1 + (1 - GSI)\frac{D_r}{D_f}\right)}{lD_r} \quad * \text{AJUSTE} \quad (16)$$

en la cual el parámetro de ajuste: AJUSTE puede ser regulado en función de la velocidad longitudinal VL del vehículo 1.

La orden de giro α_r de las ruedas traseras se calcula entonces por medio de la ecuación 1.

Por ejemplo, para velocidades del orden de 50 km/h, el valor del parámetro ajuste es del orden de 0,4.

Como variante, la orden de giro α_l de las ruedas traseras del vehículo 1 puede calcularse directamente a partir de la aceleración de guiñada Ψ" del vehículo 1. En efecto, la aceleración de guiñada puede ser evaluada a partir de dos acelerómetros que miden la aceleración lateral o transversal γ_t del vehículo 1, que se colocarán en dos puntos suficientemente distantes el uno del otro en el eje longitudinal X del vehículo 1.

Como variante, se puede derivar y filtrar la velocidad de guiñada Ψ' proporcionada por un sensor de velocidad de guiñada para obtener la aceleración de guiñada Ψ" del vehículo 1.

La invención permite reducir el desfase entre la aceleración lateral y la velocidad de guiñada del vehículo, lo que mejora el comportamiento del vehículo, y aumenta el placer de conducción.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control de giro de ruedas traseras directrices situado a bordo de un vehículo automóvil (1) con cuatro ruedas directrices (2, 3, 4, 5), **caracterizado** porque incluye unos medios de elaboración (6) para elaborar una orden de giro (α_r) de las ruedas traseras (4, 5), reduciendo el desfase entre la aceleración lateral (γ_l) del vehículo (1) y la velocidad de guiñada (Ψ') del vehículo (1) en función de:

- la velocidad longitudinal (VL) del vehículo (1);
- el ángulo (α_f) de giro de las ruedas delanteras (2, 3) del vehículo (1); y
- la ganancia estática (GS1) de la velocidad de guiñada (Ψ') con respecto a la posición angular del volante.

2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende unos medios de control (SC) para activar o desactivar dichos medios de elaboración (6).

3. Sistema según 1a reivindicación 2, en el cual dichos medios de control (SC) están adaptados para activar dichos medios de elaboración (6) cuando al menos un primer parámetro de funcionamiento del vehículo (1) comprueba una condición de umbral respectiva.

4. Sistema según la reivindicación 3, en el cual dicho o dichos primeros parámetros incluyen la velocidad longitudinal (VL) del vehículo y/o la posición angular del volante.

5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha ganancia estática (GS1) de la velocidad de guiñada (Ψ') con respecto a la posición angular del volante varía además en función de al menos un segundo parámetro de funcionamiento de vehículo (1).

6. Sistema según la reivindicación 5, en el cual dicho o dichos segundos parámetros de funcionamiento del vehículo (1) comprenden la velocidad longitudinal (VL) del vehículo (1) y/o la posición angular del volante.

7. Sistema según la reivindicación 1, en el cual los medios de elaboración (6) están adaptados para elaborar la orden de giro (α_r) de las ruedas traseras (4, 5) adicionalmente en función de la aceleración de guiñada (Ψ'') del vehículo (1).

8. Sistema según la reivindicación 1, en el cual los medios de elaboración (6) están adaptados para elaborar la orden de giro (α_r) de las ruedas traseras (4, 5) adicionalmente en función de la velocidad de guiñada (Ψ') del vehículo.

9. Procedimiento de control de giro de ruedas traseras directrices situado a bordo de un vehículo automóvil (1) con cuatro ruedas directrices (2, 3, 4, 5), **caracterizado** porque se elabora una orden de giro (α_r) de las ruedas traseras (4, 5), reduciendo el desfase entre la aceleración lateral (γ_l) del vehículo y 1a velocidad de guiñada (Ψ') del vehículo, en función de:

- la velocidad longitudinal (VL) del vehículo;
- el ángulo (α_f) de giro de las ruedas delanteras de (2, 3) del vehículo; y
- la ganancia estática (GS1) de la velocidad de guiñada (Ψ') con respecto a la posición angular del volante.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en que se activa dicha elaboración de orden de giro (α_r) de las ruedas traseras (4, 5) cuando al menos un primer parámetro de funcionamiento del vehículo comprueba una condición de umbral respectiva.

FIG.1

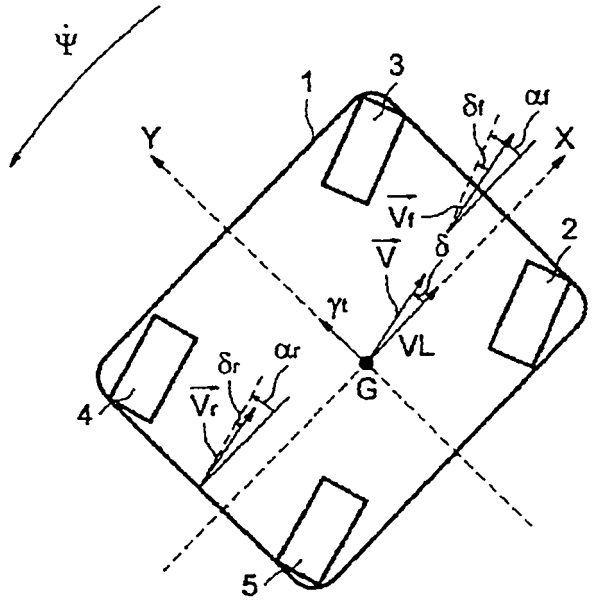


FIG.2

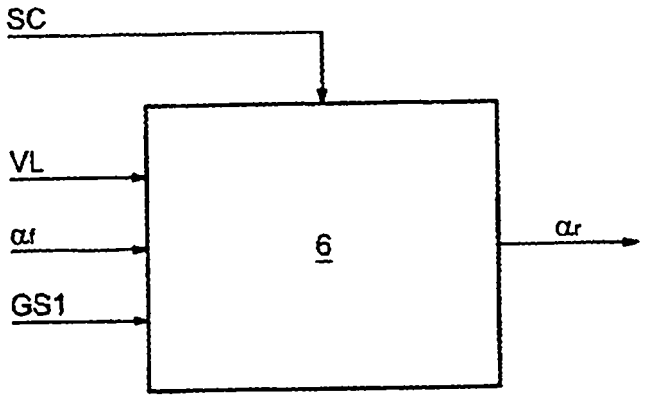


FIG.3

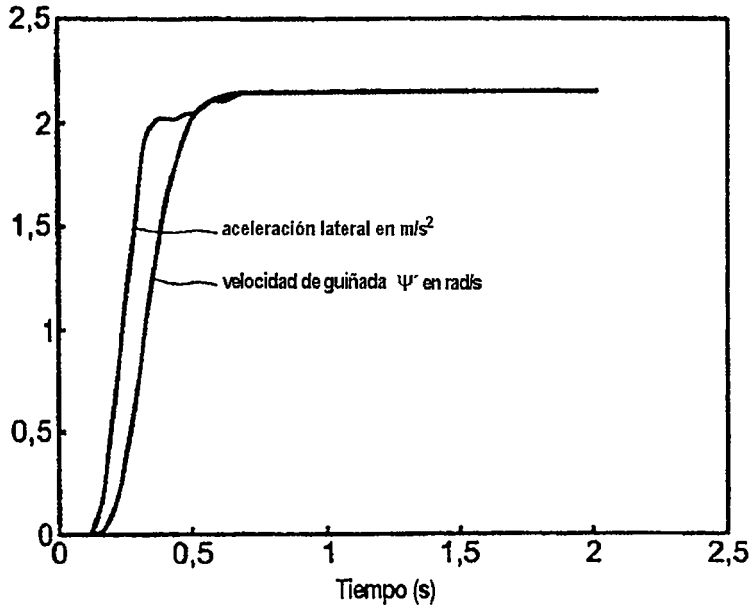

2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
aceleración lateral en m/s2
velocidad de guiñada Ψ´ en rad/s
Tiempo (s)

FIG.4

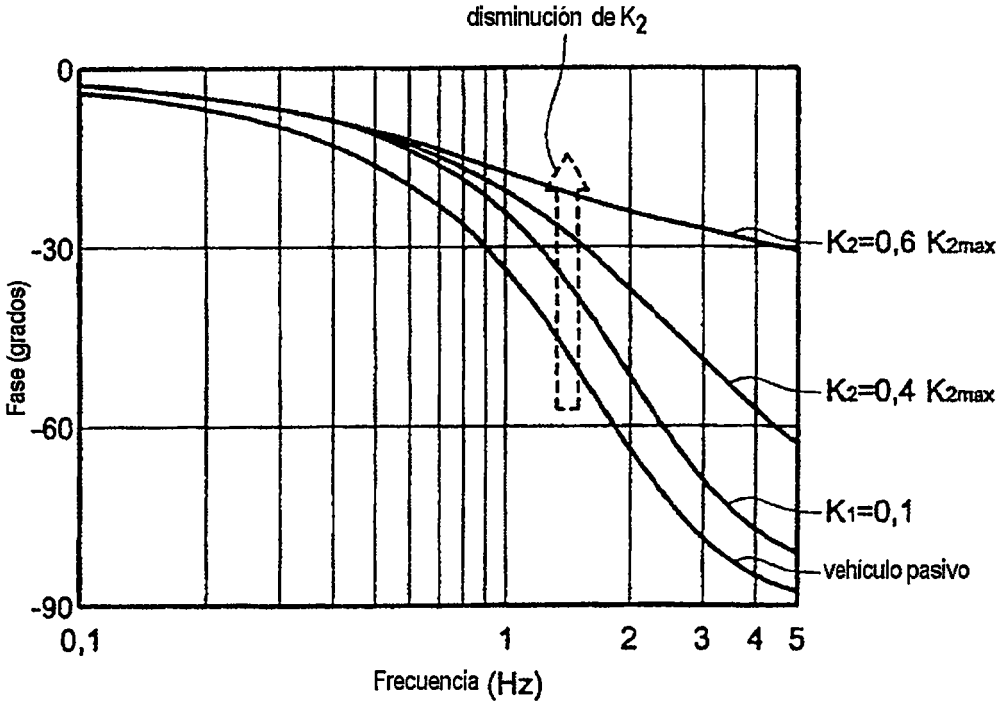
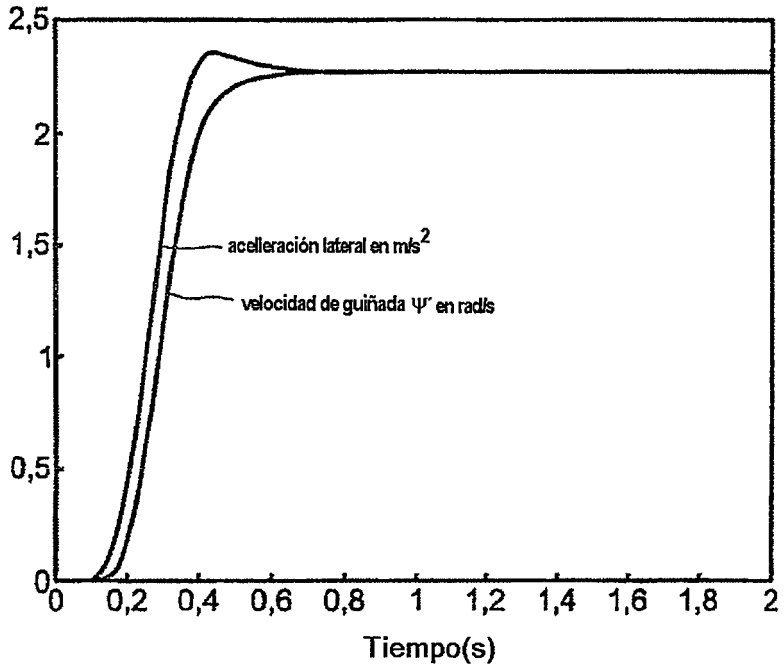

disminución de K2
0
-30
-60
-90
Fase (grados)
0,1
1
2
3
4
5
Frecuencia (Hz)
K2=0,6 K2max
K2=0,4 K2max
K1=0,1
vehículo pasivo

FIG.5


2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2
Tiempo(s)
acelleración lateral en m/s2
velocidad de guiñada Ψ' en rad/s