

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 675**

51 Int. Cl.:

B60G 17/08 (2006.01)

B60G 17/0165 (2006.01)

B60G 17/016 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2020 PCT/IB2020/053341**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2020 WO20208538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2020 E 20721308 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2024 EP 3953197**

54 Título: **Vehículo y método para controlar la estabilidad del vehículo provisto de una suspensión semiactiva**

30 Prioridad:

12.04.2019 IT 201900005722

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

06.11.2024

73 Titular/es:

**AUTOMOBILI LAMBORGHINI S.P.A. (100.0%)
Via Modena, 12
40019 Sant'Agata Bolognese (BO), IT**

72 Inventor/es:

**CORNO, MATTEO;
SAVARESI, SERGIO MATTEO;
PANZANI, GIULIO;
GALLUPPI, OLGA;
CECCONI, JACOPO y
SINIGAGLIA, ANDREA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 985 675 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

Vehículo y método para controlar la estabilidad del vehículo provisto de una suspensión semiactiva

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un vehículo y a un método para controlar la estabilidad del vehículo equipado con una suspensión semiactiva.

10 Antecedentes de la técnica

Los sistemas de suspensión tienen un gran impacto en la facilidad de conducción y la seguridad de un vehículo, así como en la comodidad del conductor en una superficie de carretera irregular.

15 Los sistemas modernos de control de la estabilidad incluyen principalmente dos tipos de suspensiones: suspensiones neumáticas electrónicas y suspensiones semiactivas.

La diferencia entre los dos tipos de suspensiones reside en el hecho de que las suspensiones neumáticas electrónicas son activas y capaces de aplicar fuerzas, mientras que las suspensiones semiactivas son pasivas y la resistencia de las suspensiones a la contracción y a la extensión puede ajustarse.

20 Las suspensiones semiactivas, sin embargo, tienen la ventaja de tener una frecuencia de control más alta y de ser menos engorrosas en términos de peso y espacio y de consumir menos energía en la medida en que son pasivas.

25 Los métodos de control conocidos hasta la fecha implementan algoritmos del tipo skyhook, que están diseñados para limitar al máximo la dinámica de la masa amortiguada -es decir, la cuerpo del vehículo- en comparación con la masa sustancialmente no amortiguada que está en contacto con el suelo -es decir, las ruedas-.

30 En función de las velocidades verticales del cuerpo y de las ruedas, medidas por sensores específicos, los algoritmos skyhook calculan un nivel de amortiguación ideal que los amortiguadores deben aplicar para garantizar una calidad de conducción óptima.

35 La mayoría de los métodos de control de la suspensión desarrollados se basan en modelos matemáticos de los ángulos del vehículo para atenuar localmente los choques provocados por las irregularidades del firme.

Sin embargo, estos sistemas no controlan la dinámica general del vehículo que afecta a su estabilidad y al placer de conducción, como, por ejemplo, la dinámica de balanceo y cabeceo determinada por las órdenes de dirección, frenado y aceleración dadas por el conductor.

40 Para controlar estas dinámicas, la técnica anterior enseña el uso de sistemas jerárquicos en los que se utilizan controladores de nivel bajo para manejar las dinámicas individuales del vehículo y controladores de nivel alto para determinar qué controlador de nivel bajo debe tener prioridad, basándose en una lógica predeterminada.

45 El control de la suspensión se gestiona así de manera subóptima, ya que un sistema de control tiene prioridad sobre los demás, cuyas órdenes son por tanto ignoradas.

Así, cuando se asigna una mayor prioridad al sistema de control de balanceo y cabeceo, se ignoran las órdenes emitidas por el sistema que controla la amortiguación de las irregularidades de la superficie de la carretera, y viceversa.

50 Por lo tanto, estos sistemas de control basados en prioridades no garantizan un control total y simultáneo de la dinámica del vehículo, lo que repercute negativamente en el confort de conducción y la capacidad de adherencia del vehículo.

55 En consecuencia, una necesidad particularmente sentida en el campo del control de estabilidad de vehículos es la de proporcionar sistemas totales: es decir, sistemas capaces de tratar simultáneamente las irregularidades de la superficie de la carretera y la dinámica general del vehículo.

60 El documento GB2260106A divulga un sistema para la regulación activa o semiactiva de la suspensión en un vehículo que comprende un bucle de regulación en el que los parámetros de regulación para la regulación de las propiedades de la suspensión se varían en función del estado de desplazamiento, determinado por sensores del vehículo; en particular, se determinan magnitudes mediante dispositivos de medición y evaluación, para su uso en el reconocimiento del estado de desplazamiento del vehículo, que representan el estado de movimiento dinámico vertical del vehículo y/o el estilo de conducción individual del conductor.

65 El documento FR2701902A1 divulga un sistema para ajustar y/o controlar el sistema de suspensión de un vehículo, que comprende un accionador dispuesto entre la cuerpo del vehículo y al menos una rueda que forma el sistema de

suspensión, con medios de ajuste y/o control para ejercer fuerzas, entre la cuerpo del vehículo y la rueda, aplicadas al accionador en función de variables que representan y/o afectan al estado de conducción del vehículo.

El documento JP2002219921 divulga un dispositivo de control para un sistema de suspensión semiactiva que comprende: un amortiguador, una unidad de control de funcionamiento normal para determinar un valor de recorrido y una velocidad vertical del cuerpo del vehículo filtrante basándose en la aceleración vertical del cuerpo del vehículo; una unidad de control antibalaceo para determinar un valor de balanceo basándose en la velocidad del vehículo y en el ángulo de dirección; y una unidad de ajuste de la fuerza de amortiguación para controlar la válvula de compresión y la válvula de extensión del amortiguador basándose en el valor de balanceo y el valor de recorrido bajo una condición predeterminada y en la velocidad vertical del cuerpo del vehículo filtrante.

Sumario de la invención

En este contexto, el objetivo principal de la invención es superar los inconvenientes mencionados.

Concretamente, el objetivo de la presente divulgación es proponer un vehículo según la reivindicación 1 que comprende un sistema de control de la estabilidad del vehículo equipado con amortiguadores semiactivos y que permite tratar simultáneamente las oscilaciones causadas por las irregularidades del superficie de la carretera y la dinámica de balanceo y cabeceo del vehículo debida a las maniobras del conductor.

Según otro aspecto, la presente divulgación se refiere a un método para controlar un vehículo y su estabilidad, según la reivindicación 6.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de esta invención son más evidentes en la descripción no limitativa de una realización preferida pero no exclusiva de un sistema para controlar la estabilidad de un vehículo, como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 muestra una vista lateral esquemática de un vehículo equipado con el sistema de control de estabilidad de esta memoria descriptiva de patente;
- La figura 2 ilustra esquemáticamente un detalle del sistema de control de estabilidad de la figura 1;
- La figura 3 ilustra mediante un mapa en escala de grises la correspondencia entre los parámetros dinámicos del vehículo y el nivel de amortiguación.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

Con referencia específica a los dibujos, el número 100 denota un sistema para controlar la estabilidad de un vehículo 1.

Como se ilustra, el vehículo 1 tiene un cuerpo 2 y una pluralidad de ruedas 3, que son los puntos donde el vehículo toca el suelo.

Preferentemente, el vehículo 1 tiene cuatro ruedas 3.

El vehículo 1 también tiene un eje longitudinal de extensión x , un eje transversal de extensión y y un eje vertical de extensión z .

El vehículo 1 comprende además al menos un amortiguador semiactivo 4 para cada rueda 3 de la que está provisto el vehículo 1; para simplificar, en lo sucesivo sólo se hará referencia a un amortiguador 4, ya que los amortiguadores semiactivos 4 son preferentemente todos técnicamente iguales para cada rueda.

El amortiguador 4 está interpuesto entre la rueda 3 respectiva y el cuerpo del vehículo 2 y está configurado para amortiguar las oscilaciones del cuerpo del vehículo 2 a lo largo del eje vertical de extensión z del vehículo 1.

Preferentemente, el amortiguador 4 tiene un nivel de amortiguación C_{ref} ajustable de forma continua entre un nivel de amortiguación mínimo C_{min} y un nivel de amortiguación máximo C_{max} .

En otras palabras, el número de posibles niveles de amortiguación C_{ref} no es finito y predeterminado, sino que puede ajustarse según sea necesario dentro del intervalo definido por C_{min} y C_{max} .

Ventajosamente, en comparación con los sistemas skyhook tradicionales que tienen un número finito de niveles de ajuste, el hecho de que el nivel de amortiguación C_{ref} pueda regularse de forma continua permite al sistema 100 disponer de posibilidades prácticamente infinitas de ajuste del nivel de amortiguación, con ventajas evidentes en términos de estabilidad y placer de conducción del vehículo 1.

En una realización preferida pero no limitativa, el amortiguador semiactivo 4 es un amortiguador magnetoreológico: es decir, un tipo de amortiguador en el que la resistencia a las oscilaciones se regula aplicando un campo magnético para modificar las propiedades fluidodinámicas de un líquido incluido en el propio amortiguador 4.

En otra realización, el amortiguador semiactivo 4 es un amortiguador electroreológico o electrohidráulico.

Un sistema de estabilidad 100 del vehículo 1 se encarga de controlar y accionar el amortiguador 4 del vehículo 1, con el fin de limitar las oscilaciones del cuerpo del vehículo 2 a lo largo del eje vertical de extensión z, garantizando así un confort óptimo para el conductor del vehículo 1.

Como se ilustra en la figura 2, el sistema 100 comprende al menos un accionador 5 configurado para regular de forma continua un nivel de amortiguación C_{ref} del amortiguador 4. Preferentemente, cada amortiguador 4 del que está provisto el vehículo 1 está asociado a un accionador 5 encargado de accionar el respectivo amortiguador 4.

El accionador 5 transduce la señal de control en un estímulo mecánico, eléctrico o magnético para modificar de forma continua las propiedades físicas del amortiguador semiactivo 4 que condicionan su respuesta a las oscilaciones a lo largo del eje vertical de extensión z de la rueda 3 correspondiente y/o del cuerpo del vehículo 2.

El sistema 100 comprende al menos un primer sensor 6D, configurado para medir al menos un parámetro dinámico del vehículo 1 y enviar al menos una primera señal S1 que contiene una información relativa al parámetro dinámico.

El al menos primer sensor 6D comprende al menos uno de los siguientes:

- un acelerómetro 10 configurado para medir una aceleración del cuerpo del vehículo 2 en proximidad de una de las ruedas 3 a lo largo de una dirección paralela al eje vertical de extensión z;
- un potenciómetro 11 configurado para medir la compresión del amortiguador 4 a lo largo de su eje de extensión;
- un sensor GPS, configurado para captar la posición del vehículo 1.

También como se ilustra, el sistema 100 comprende al menos un segundo sensor 6C configurado para captar una entrada introducida por un conductor del vehículo 1 y enviar al menos una segunda señal S2 que contiene un elemento de información relativo a dicha entrada.

El al menos segundo sensor 6C comprende al menos uno de los siguientes:

- un sensor del ángulo de dirección 12 configurado para medir el ángulo de dirección δ determinado por un volante 13;
- un sensor del acelerador 14 configurado para medir una acción aplicada a través de un comando desde el acelerador 15;
- un sensor de freno 16 configurado para medir una acción aplicada mediante un comando desde el freno 17.

En otras palabras, el segundo sensor 6C supervisa el comportamiento del conductor, cuyas acciones se reflejan (tras un intervalo de respuesta) en el movimiento de traslación y oscilación del vehículo 1, que a su vez es supervisado por el primer sensor 6D.

Ventajosamente, el uso de dos tipos diferentes de sensores, uno para monitorizar el movimiento del vehículo 1 y otro para monitorizar las acciones del conductor, permite predecir, a través de un modelo, la dinámica futura del vehículo 1, específicamente las aceleraciones longitudinales y laterales a las que el vehículo 1 va a ser sometido.

La posibilidad de predecir la dinámica futura del vehículo 1 también garantiza que el sistema 100 pueda adaptar preventivamente el estado del amortiguador 4 para garantizar el confort de conducción del conductor y, al mismo tiempo, un buen comportamiento en carretera.

También como se ilustra, el sistema 100 comprende una unidad de control de nivel alto 8H en comunicación con el primer sensor 6D y con el segundo sensor 6C. La unidad de control de nivel alto 8H está configurada para calcular un parámetro de amortiguación nominal C_{nom} en función de la primera señal S1 y de la segunda señal S2.

El parámetro de amortiguación nominal C_{nom} representa el nivel de amortiguación que el amortiguador 4 debe aplicar cuando el cuerpo del vehículo 2 o la respectiva rueda 3 no están sometidas a oscilaciones a lo largo del eje vertical de extensión z del vehículo 1.

Ventajosamente, la dependencia de la segunda señal S2 recibida del segundo sensor 6C permite a la unidad de control de nivel alto 8H calcular el nivel de amortiguación nominal C_{nom} también en función de las acciones del conductor, permitiendo anticipar y mejorar así la respuesta del sistema 100 a la dinámica del vehículo 1.

El sistema 100 comprende además una unidad de control de nivel medio 8M, en comunicación con la unidad de control de nivel alto 8H y con el primer sensor 6D.

5 La unidad de control de nivel medio 8M está configurada para recibir el parámetro de amortiguación nominal C_{nom} de la unidad de control de nivel alto 8H y calcular, mediante un algoritmo o rutina de cálculo A, un nivel de amortiguación C_{ref} en función de la primera señal S1 recibida del primer sensor 6D.

10 En otras palabras, la unidad de control de nivel medio 8M está en comunicación con la unidad de control de nivel alto 8H, que parametriza el algoritmo A encargado de calcular el nivel de amortiguación C_{ref} a aplicar a nivel del amortiguador 4.

15 El término parametrización de un algoritmo se utiliza, por tanto, para referirse al cálculo de un parámetro que, cuando se aplica como entrada a un algoritmo, influye en el resultado del algoritmo sustancialmente de la misma manera que una variable de entrada independiente (en nuestro caso, la señal S1).

20 El término algoritmo se utiliza para designar cualquier rutina de cálculo que, mediante un número finito de pasos realizados según un conjunto finito de reglas, permite obtener el valor de una variable de salida en función de las variables de entrada y/o de los parámetros de entrada.

En una realización, el sistema 100 comprende una unidad de control de nivel medio 8M para cada amortiguador 4 del que está provisto el vehículo 1, de modo que cada unidad de control de nivel medio 8M es responsable de calcular el nivel de amortiguación C_{ref} de un único amortiguador 4.

25 Preferentemente, la unidad de control de nivel alto 8H envía a la unidad de control de nivel medio 8M el nivel de amortiguación nominal C_{nom} , que constituye una variable de entrada en el algoritmo A.

30 Así, el algoritmo A calcula el nivel de amortiguación C_{ref} en función de la primera señal S1 recibida del primer sensor 6D y del parámetro de amortiguación nominal C_{nom} recibido de la unidad de control de nivel alto 8H.

Específicamente, cada unidad de control de nivel medio 8M ejecuta el algoritmo A respectivo para calcular, independientemente de las otras unidades de control de nivel medio 8M, el nivel de amortiguación óptimo C_{ref} para el amortiguador 4 asociado a ella.

35 Ventajosamente, la presencia de una unidad de control de nivel medio 8M para cada amortiguador 4 del vehículo 1 permite que cada amortiguador 4 ejecute el algoritmo A respectivo de forma diferente y diferenciada de los demás.

40 El nivel de amortiguación nominal C_{nom} , calculado por la unidad de control de nivel alto 8H, se envía a todas las unidades de control de nivel medio 8M.

45 En una realización, el mismo nivel de amortiguación nominal C_{nom} se envía a las unidades de control de nivel medio 8M y constituye así una variable de entrada común a todos los algoritmos A, que luego son ejecutados independientemente por cada unidad de control de nivel medio 8M para calcular el nivel de amortiguación óptimo C_{ref} para el amortiguador 4 al que cada una está asociada.

50 En otra realización, se envía un nivel de amortiguación nominal C_{nom} distinto y específico a cada unidad de control de nivel medio 8M y constituye una variable de entrada del algoritmo A respectivo, que se ejecuta así independientemente de los demás algoritmos de las demás unidades de control de nivel medio 8M para calcular el nivel de amortiguación óptimo C_{ref} para el amortiguador 4 al que está asociado.

El sistema 100 comprende una unidad de control de nivel bajo 8L, en comunicación con la unidad de control de nivel medio 8M y con el accionador 5 y configurada para enviar una señal de accionamiento al accionador 5.

55 Más concretamente, la unidad de control de nivel bajo 8L está configurada para recibir de la unidad de control de nivel medio 8M un elemento de información que contiene el nivel de amortiguación deseado C_{ref} y para generar una señal de accionamiento correspondiente para el accionador 5.

60 El sistema 100 comprende una unidad de control de nivel bajo 8L para cada accionador 5 de que está provisto el vehículo 1, de modo que cada unidad de control de nivel bajo 8L es responsable de accionar un único accionador 5.

El sistema 100 comprende una unidad de cálculo informatizada 7 en comunicación con el primer sensor 6D, el segundo sensor 6C, la unidad de control de nivel alto 8H y la unidad de control de nivel medio 8M.

65 La unidad 7 está configurada para procesar la primera señal S1 del primer sensor 6D y la segunda señal S2 del segundo sensor 6C.

La unidad 7 también está configurada para enviar al menos una señal derivada a la unidad de control de nivel alto 8H y a la unidad de control de nivel medio 8M.

5 En otras palabras, la unidad 7 recibe como entrada los datos brutos captados por el primer sensor 6D y desde el segundo sensor 6C y los procesa, mediante filtrado o integración, para derivar otras cantidades utilizadas para calcular el nivel de amortiguación C_{ref} a aplicar a cada amortiguador 4 presente en el vehículo 1.

10 En una realización, según la invención, que comprende al menos un acelerómetro 10 y al menos un potenciómetro 11, la unidad de cálculo informatizada 7 procesa la primera señal S1 que contiene el elemento de información procedente del acelerómetro 10 y del potenciómetro 11 incluidos en el sistema 100, para obtener una velocidad vertical del cuerpo del vehículo z_c en proximidad de las ruedas 3 y una velocidad de compresión del amortiguador z_d .

15 En otras palabras, a partir de las aceleraciones captadas por el acelerómetro 10 y de los movimientos captados por el potenciómetro 11, la unidad de cálculo informatizada 7 obtiene la velocidad vertical z_c del cuerpo del vehículo en proximidad de la rueda 3 y la velocidad de compresión z_d del amortiguador por integración y diferenciación (y filtraciones, si es necesario), respectivamente.

20 Como se ilustra en la figura 2, el nivel de amortiguación C_{ref} del amortiguador 4 es calculado por la respectiva unidad de control de nivel medio 8M a través del algoritmo A en función de la velocidad vertical z_c del cuerpo del vehículo y la velocidad de compresión z_d del amortiguador.

Según la convención adoptada en esta realización, z_c se define como positivo cuando la cuerpo del vehículo 2 se desplaza hacia abajo a lo largo del eje vertical de extensión z y z_d se define como positivo cuando el amortiguador de referencia 4 está comprimido.

25 El algoritmo A, ejecutado por la respectiva unidad de control de nivel medio 8M, se define como sigue

$$C_{ref} = C_{ref \in [C_{min}, C_{max}]}^{sat} (K_{sky} z_c z_d + C_{nom}),$$

30 donde C_{min} y C_{max} son, respectivamente, un valor mínimo y un valor máximo para el nivel de amortiguamiento C_{ref} aplicable al amortiguador 4, sat es una función de saturación que restringe la dinámica de C_{ref} al rango $[C_{min}, C_{max}]$ y donde K_{sky} es un parámetro que representa una ganancia del algoritmo A.

35 En otras palabras, la función sat mantiene el valor C_{ref} sin cambios cuando $K_{sky} z_c z_d + C_{nom}$ cae dentro del rango $[C_{min}, C_{max}]$ pero aplica $C_{ref} = C_{max}$ cuando $K_{sky} z_c z_d + C_{nom}$ es mayor que C_{max} y $C_{ref} = C_{min}$ cuando $K_{sky} z_c z_d + C_{nom}$ es mayor que C_{min} .

40 Preferentemente, la ganancia K_{sky} es seleccionable por el conductor del vehículo 1 entre un número finito de valores, correspondientes a diferentes configuraciones de actitud del vehículo.

La realización del sistema 100 ilustrada en la figura 2 comprende, además de la unidad de control de nivel alto 8H, cuatro unidades de control de nivel medio 8M, cuatro unidades de control de nivel bajo 8L y cuatro accionadores 5 (uno para cada rueda 3 del vehículo 1).

45 En esta realización, la unidad de control de nivel alto 8H y las cuatro unidades de control de nivel medio 8M calculan, respectivamente, los niveles de amortiguación nominales $C_{nom,i}$ y los niveles de amortiguación $C_{ref,i}$ (donde i es un número entero de 1 a 4) independientemente para cada rueda 3.

50 Ventajosamente, en esta realización, la independencia entre los diferentes valores de amortiguación nominal $C_{nom,i}$ y de amortiguación $C_{ref,i}$ permite un ajuste óptimo de la actitud del vehículo 1.

Ventajosamente, la utilización del algoritmo A permite regular el nivel de amortiguación C_{ref} de manera más uniforme, para mayor comodidad, en comparación con los algoritmos tradicionales de skyhook con dos fases.

55 En efecto, los algoritmos skyhook tradicionales calculan el nivel de amortiguación C_{ref} en función de la velocidad vertical z_c del cuerpo del vehículo y de la velocidad de compresión z_d del amortiguador de la siguiente manera

$$C_{ref} = \begin{cases} C_{min} & \text{if } z_c z_d \leq 0, \\ C_{max} & \text{if } z_c z_d > 0. \end{cases}$$

60 Esta forma de manejar el funcionamiento del amortiguador provoca sacudidas no deseadas cuando las velocidades implicadas son casi nulas, ya que pequeñas variaciones, por ejemplo causadas por el ruido del sensor, dan lugar a numerosos cambios entre los dos estados permitidos por el nivel de amortiguación.

En la realización propuesta e ilustrada en la figura 3 en la configuración donde $C_{nom} = 0$, pequeñas variaciones en los

valores de velocidad z_c y z_d causan sólo ligeras variaciones en el valor de amortiguamiento C_{ref} , cancelando así las sacudidas causadas por los cambios de estado en las implementaciones tradicionales de algoritmos skyhook.

5 Ventajosamente, la utilización de esta variante más uniforme de un algoritmo skyhook garantiza una mayor variedad de ajustes del nivel de amortiguación C_{ref} del amortiguador 4 (que puede adaptarse mejor a las sacudidas del vehículo 1), mejorando así el confort de conducción para el conductor.

10 El parámetro C_{nom} es calculado por la unidad de control de nivel alto 8H en función de la primera señal S1 y la segunda señal S2 (si es necesario, procesadas por la unidad de cálculo informatizada 7) y transmitido a la unidad de control de nivel medio 8M.

Como se ha descrito anteriormente, el parámetro de amortiguación nominal C_{nom} es un parámetro de amortiguación que se aplica a los amortiguadores cuando no hay oscilaciones (es decir, cuando $z_c = 0$ o $z_d = 0$).

15 De nuevo de acuerdo con la realización preferida, el parámetro de amortiguación nominal C_{nom} es obtenido por la unidad de control de nivel alto 8H mediante la siguiente relación

$$C_{nom} = C_0 + C_{lat} + C_{long} ,$$

20 donde C_0 es un nivel de amortiguación nominal por defecto, aplicado cuando no hay aceleraciones longitudinales o laterales del vehículo 1, y donde C_{lat} y C_{long} son, respectivamente, un primer factor aditivo y un segundo factor aditivo, ambos calculados por la unidad de control de nivel alto 8H en función de la primera señal S1 y de la segunda señal S2.

25 El primer factor aditivo C_{lat} y el segundo factor aditivo C_{long} que tienen en cuenta la dinámica de aceleración lateral y de aceleración longitudinal del vehículo 1, respectivamente.

30 Preferentemente, el nivel de amortiguación nominal por defecto C_0 es seleccionable por el conductor del vehículo 1 entre un número finito de valores, correspondientes a diferentes configuraciones de actitud del vehículo 1.

Más específicamente, en esta realización preferida, el primer factor aditivo C_{lat} es calculado por la unidad de control de nivel alto 8H de la siguiente manera

$$C_{lat} = K_{lat} A_{y,HP} ,$$

35 donde K_{lat} es un factor de ganancia ajustable y $A_{y,HP}$ es una versión, filtrada preferentemente por un filtro de banda de paso alto, de la cantidad

$$A_y = \left\| \frac{v^2 \delta}{K_{us} v^2 + L} \right\| ,$$

40 donde v es una velocidad de movimiento del vehículo 1, K_{us} es un coeficiente de referencia de la dirección y L es un parámetro del modelo que describe la longitud de la distancia entre ejes del vehículo 1.

45 Preferentemente, la velocidad de movimiento v es derivada por la unidad de cálculo informatizada 7 procesando al menos una primera señal S1 captada y enviada por el sensor GPS del que está provisto el vehículo 1.

De nuevo de acuerdo con la realización preferida, el segundo factor aditivo C_{long} es calculado por la unidad de control de nivel alto 8H de la siguiente manera

$$50 \quad C_{long} = K_{long} A_{x,HP} ,$$

donde K_{long} es un factor de ganancia ajustable y $A_{x,HP}$ es una versión, filtrada preferentemente por un filtro de banda de paso alto, de la cantidad

$$55 \quad A_x = - \frac{\rho S C_x v^2}{2 m} + k_{bk} P_{bk} + k_{pos} \frac{T_{eng,pos} \omega_{eng}}{v} + k_{neg} \frac{T_{eng,neg} \omega_{eng}}{v} ,$$

60 donde ρ es una densidad del aire, S es una superficie delantera del vehículo 1, C_x es un coeficiente de fricción aerodinámica del vehículo 1, m es una masa del vehículo 1, v es la velocidad de movimiento del vehículo 1, k_{bk} es una eficacia de frenado, P_{bk} es una presión sobre el mando de freno 17 medida por el sensor de freno 16, k_{pos} es un primer parámetro del modelo que describe la eficacia de la unidad propulsora, k_{neg} es un segundo parámetro modelo que describe la eficiencia de la unidad de propulsión, $T_{eng,pos}$ es un parámetro positivo que describe un par positivo del

motor, $T_{eng,neg}$ es un parámetro negativo que describe un par negativo del motor y ω_{eng} es un parámetro que describe un número de revoluciones del motor del vehículo 1.

Preferentemente, cuando $T_{eng,pos}$ es mayor que 0, entonces $T_{eng,neg}$ es igual a 0 y cuando $T_{eng,neg}$ es menor que 0, entonces $T_{eng,pos}$ es igual a 0, respectivamente. En otras palabras, es imposible que los dos últimos sumandos de la ecuación anterior contribuyan simultáneamente al cálculo de A_x . Ventajosamente, la presencia del primer factor aditivo C_{lat} y del segundo factor aditivo C_{long} permite al sistema de control de estabilidad 100 tener en cuenta la dinámica de balanceo y cabeceo del vehículo 1, respectivamente. Aún más ventajoso, el hecho de que el nivel de amortiguación nominal C_{nom} (calculado así sumando el primer factor aditivo C_{lat} y el segundo factor aditivo C_{long}) parametrize el algoritmo A permite gestionar simultáneamente el confort de conducción y el agarre a la carretera en presencia de dinámicas de balanceo y de cabeceo.

En efecto, la adición del nivel de amortiguación nominal C_{nom} calculado por la unidad de control de nivel alto 8H, permite a la unidad de control de nivel medio 8M ejecutar el algoritmo A con una actitud del vehículo previamente optimizada en función de la segunda señal S2, es decir, en función de las entradas introducidas por el conductor.

También se define según la invención un método 200 para controlar un vehículo 1 y su estabilidad, teniendo el vehículo 1 un eje longitudinal de extensión x, un eje transversal de extensión y y un eje vertical de extensión z y comprendiendo un cuerpo 2, una pluralidad de ruedas 3 y, para cada rueda 3, al menos un amortiguador semiactivo 4 interpuesto entre la rueda 3 respectiva y el cuerpo 2.

El método 200 comprende una primera etapa de medición 201, para captar un parámetro dinámico del vehículo 1.

La primera etapa de medición 201 para captar un parámetro dinámico del vehículo 1 comprende al menos una de las siguientes subetapas:

- medir al menos una aceleración del cuerpo 2 cerca de las ruedas 3 en una dirección paralela al eje vertical z del vehículo 1;
- medir al menos una compresión de los amortiguadores 4 a lo largo de una dirección casi paralela al eje vertical z.

La medición de la aceleración del cuerpo del vehículo 2 y la medición de la compresión de los amortiguadores 4, la primera etapa de medición 201 comprende al menos una subetapa de procesamiento de los parámetros dinámicos del vehículo 1 para calcular una velocidad vertical z_c del cuerpo del vehículo en proximidad de las ruedas 3 y una velocidad de compresión z_d de los amortiguadores.

Tras la primera etapa de medición 201, el método 200 comprende una segunda etapa de medición 202 para capturar una entrada introducida por el conductor del vehículo 1.

La segunda etapa de medición 202 para capturar una entrada introducida por el conductor del vehículo 1 comprende al menos una de las siguientes subetapas:

- medir el ángulo de dirección δ determinado por un volante 13;
- medir una acción de aceleración aplicada mediante un comando desde el acelerador 15;
- medir una acción de frenado aplicada mediante un comando desde el freno 16.

A continuación, el método 200 comprende una etapa 203 de ejecución de un algoritmo A para calcular un nivel de amortiguación C_{ref} para el amortiguador 4 en función del parámetro dinámico capturado en la primera etapa de medición 201 y de la entrada capturada en la segunda etapa de medición 202.

La medición de la compresión de los amortiguadores 4, y la subetapa de procesar los parámetros dinámicos del vehículo 1, la etapa 203 de ejecución comprende ejecutar el algoritmo A definido como

$$C_{ref} = C_{ref \in [C_{min}, C_{max}]}^{sat} (K_{sky} z_c z_d + C_{nom}),$$

donde C_{min} y C_{max} son, respectivamente, un valor mínimo y un valor máximo para el nivel de amortiguamiento $C_{ref,sat}$ es una función de saturación que restringe la dinámica de C_{ref} al rango $[C_{min}, C_{max}]$ y donde K_{sky} y C_{nom} son dos parámetros ajustables que representan, respectivamente, una ganancia del algoritmo A y un nivel de amortiguamiento nominal en ausencia de velocidad del cuerpo vertical z_c o de velocidad de compresión del amortiguador z_d .

Preferentemente, el nivel de amortiguación nominal C_{nom} se calcula en función de los parámetros dinámicos del vehículo 1 captados durante la primera etapa de medición 201 y de la entrada captada durante la segunda etapa de medición 202.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo (1) que comprende un sistema (100) para controlar la estabilidad del vehículo (1) que tiene un eje longitudinal de extensión (x), un eje transversal de extensión (y) y un eje vertical de extensión (z) y que comprende un cuerpo (2), una pluralidad de ruedas (3) y, para cada rueda (3), al menos un amortiguador semiactivo (4) interpuesto entre la rueda (3) respectiva y la cuerpo (2); comprendiendo el sistema de control (100):

- al menos un accionador (5) configurado para regular de forma continua un nivel de amortiguación (C_{ref}) del amortiguador semiactivo (4);
 - al menos un primer sensor (6D), configurado para medir al menos un parámetro dinámico del vehículo (1) y enviar al menos una primera señal (S1) que contenga una información relativa al parámetro dinámico;
 - al menos un segundo sensor (6C) configurado para medir una entrada introducida por un conductor del vehículo (1) y para enviar al menos una segunda señal (S2) que contenga una información relativa a esa entrada;
 - una unidad de control de nivel alto (8H) en comunicación con el primer sensor (6D) y con el segundo sensor (6C) y configurada para recibir la primera señal (S1) y la segunda señal (S2);
 - una unidad de control de nivel medio (8M) en comunicación con la unidad de control de nivel alto (8H) y con el primer sensor (6D) para recibir la primera señal (S1);
 - una unidad de control de nivel bajo (8L), en comunicación con el accionador (5) y con la unidad de control de nivel medio (8M) y configurada para enviar una señal de accionamiento al accionador (5);
- la unidad de control de nivel alto (8H) está configurada para parametrizar, en función de la primera señal (S1) y de la segunda señal (S2), un algoritmo (A) ejecutado por la unidad de nivel medio (8M), con el fin de calcular el nivel de amortiguación (C_{ref}) en función de la primera señal (S1), comprendiendo el sistema una unidad de cálculo informatizada (7) en comunicación con el primer sensor (6D), el segundo sensor (6C), la unidad de control de nivel alto (8H) y la unidad de nivel medio (8M); estando configurada la unidad de cálculo informatizada (7) para procesar la primera señal (S1) y la segunda señal (S2) y enviar al menos una cantidad derivada de la primera señal (S1) y la segunda señal (S2) a la unidad de control de nivel alto (8H) y a la unidad de control de nivel medio (8M), comprendiendo el primer sensor (6D) al menos uno de los siguientes elementos:

- un acelerómetro (10) configurado para medir una aceleración del cuerpo (2) en proximidad de la respectiva rueda (3) a lo largo de una dirección paralela al eje vertical de extensión (z),
- un potenciómetro (11) configurado para medir una compresión del amortiguador (4) a lo largo de una dirección paralela al eje vertical de extensión (z), y el segundo sensor (6C) comprende al menos uno de los siguientes:
 - un sensor del ángulo de dirección (12) configurado para medir el ángulo de dirección (δ) determinado por un volante (13),
 - un sensor del acelerador (14) configurado para medir una acción aplicada a través de un comando desde el acelerador (15),
 - un sensor de freno (16) configurado para medir una acción aplicada a través de un comando desde el freno (17);

comprendiendo el primer sensor (6D) al menos el potenciómetro (10) y el acelerómetro (11), estando la unidad de cálculo informatizada (7) configurada para calcular una velocidad vertical del cuerpo (z_c) en proximidad a la rueda (3) y una velocidad de compresión del amortiguador (z_d) en función de la primera señal (S1) que contiene al menos un elemento de información procedente desde el acelerómetro (10) y desde el potenciómetro (11); calculándose el nivel de amortiguación (C_{ref}) del amortiguador (4) por la unidad de control de nivel medio (8M) en función de la velocidad vertical del cuerpo (z_c) y de la velocidad de compresión del amortiguador (z_d), y calculándose el nivel de amortiguación (C_{ref}) del amortiguador (4) por la unidad de control de nivel medio (8M) mediante el algoritmo (A) definido como

$$C_{ref} = C_{ref \in [C_{min}, C_{max}]}^{sat} (K_{sky} z_c z_d + C_{nom}),$$

donde (C_{min}) y (C_{max}) son, respectivamente, un valor mínimo y un valor máximo para el nivel de amortiguación aplicable (C_{ref}) y donde (K_{sky}) y (C_{nom}) son dos parámetros ajustables que representan, respectivamente, una ganancia del algoritmo (A) y un nivel de amortiguación nominal en ausencia de velocidad vertical del cuerpo (z_c) o de velocidad de compresión del amortiguador (z_d).

2. El vehículo (1) según la reivindicación anterior, en el que el nivel de amortiguación nominal (C_{nom}) se calcula por la unidad de control de nivel alto (8H) de la siguiente manera

$$C_{nom} = C_0 + C_{lat} + C_{long},$$

en el que (C_0) es un nivel de amortiguación nominal por defecto y donde (C_{lat}) y (C_{long}) son, respectivamente, un primer factor aditivo y un segundo factor aditivo, ambos calculados por la unidad de control de nivel alto (8H) en función de la primera señal (S1) y de la segunda señal (S2).

3. El vehículo (1) según la reivindicación anterior, en el que el primer factor aditivo (C_{lat}) se calcula como sigue

$$C_{lat} = K_{lat} A_{y,HP} ,$$

donde (K_{lat}) es un factor de ganancia ajustable y ($A_{y,HP}$) es una versión filtrada de la cantidad

$$A_y = \left\| \frac{v^2 \delta}{K_{us} v^2 + L} \right\| ,$$

en el que (v) es una velocidad de movimiento del vehículo (1), (K_{us}) es un coeficiente de referencia de la dirección y (L) es un parámetro que describe la longitud de la distancia entre ejes del vehículo (1).

4. El vehículo (1) según las reivindicaciones 2 o 3, en el que el segundo factor aditivo (C_{long}) se calcula como sigue

$$C_{long} = K_{long} A_{x,HP} ,$$

donde (K_{long}) es un factor de ganancia ajustable y ($A_{x,HP}$) es una versión filtrada de la cantidad

$$A_x = - \frac{\rho S C_x v^2}{2 m} + k_{bk} P_{bk} + k_{pos} \frac{T_{eng,pos} \omega_{eng}}{v} + k_{neg} \frac{T_{eng,neg} \omega_{eng}}{v} ,$$

donde (ρ) es una densidad del aire, (S) es una superficie delantera del vehículo (1), (C_x) es un coeficiente de fricción aerodinámica del vehículo (1), (m) es una masa del vehículo (1), (v) es una velocidad de movimiento del vehículo (1), (k_{bk}) es una eficacia de frenado, (P_{bk}) es una presión sobre el mando de frenado (17) medida por el sensor de freno (16), (k_{pos}) es un primer parámetro modelo que describe la eficiencia de la unidad propulsora, (k_{neg}) es un segundo parámetro modelo que describe la eficiencia de la unidad propulsora, ($T_{eng,pos}$) es un parámetro que describe un par positivo del motor, ($T_{eng,neg}$) es un parámetro que describe un par negativo del motor y (ω_{eng}) es un parámetro que describe un número de revoluciones de un motor del vehículo (1).

5. El vehículo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el amortiguador (4) es un amortiguador magnetoreológico.

6. Un método (200) para controlar un vehículo (1) y su estabilidad, teniendo el vehículo (1) un eje longitudinal de extensión (x), un eje transversal de extensión (y) y un eje vertical de extensión (z) y que comprende un cuerpo (2), una pluralidad de ruedas (3) y, para cada rueda (3), al menos un amortiguador semiactivo (4) interpuesto entre la respectiva rueda (3) y el cuerpo (2);

comprendiendo el método (200) lo siguiente:

- una primera etapa de medición (201), para capturar al menos un parámetro dinámico del vehículo (1);
- una segunda etapa de medición (202), para capturar al menos una entrada introducida por un conductor del vehículo (1);
- una etapa (203) de ejecución de un algoritmo (A) para calcular un nivel de amortiguación (C_{ref}) del amortiguador (4) en función del parámetro dinámico y de la entrada;
- una etapa (204) de aplicación del nivel de amortiguación (C_{ref}), calculado por el algoritmo (A), mediante un accionador (5) que está conectado operativamente al amortiguador (4),

comprendiendo la primera etapa de medición (201) para capturar al menos un parámetro dinámico del vehículo (1) al menos una de las siguientes subetapas:

- medir al menos una aceleración del cuerpo (2) en proximidad de las ruedas (3) a lo largo de una dirección paralela al eje vertical (z) del vehículo (1);
- medir al menos una compresión de los amortiguadores (4) a lo largo de una dirección casi paralela al eje vertical (z),

comprendiendo la primera etapa de medición (201) al menos la subetapa de medición de al menos una aceleración del cuerpo (2) y la subetapa de medición de al menos una compresión de los amortiguadores (4), la primera etapa de medición (201) comprende una subetapa de tratamiento de los parámetros dinámicos del vehículo (1) para calcular una velocidad vertical (z_c) del cuerpo en proximidad de las ruedas (3) y una velocidad de compresión (z_d) de los amortiguadores,

comprendiendo la segunda etapa de medición (202) para capturar una entrada introducida por el conductor del vehículo (1) al menos una de las siguientes subetapas:

- medir el ángulo de dirección (δ) determinado por un volante (13);
- medir una acción de aceleración aplicada mediante un comando desde el acelerador (15);
- medir una acción de frenado aplicada a través de un comando desde el freno (16),

5

y comprendiendo la etapa (203) de ejecución la ejecución del algoritmo (A) definido como

$$C_{ref} = C_{ref \in [C_{min}, C_{max}]}^{sat} (K_{sky} z_c z_d + C_{nom})$$

10 donde (C_{min}) y (C_{max}) son, respectivamente, un valor mínimo y un valor máximo del nivel de amortiguación aplicable (C_{ref}) y en el que (K_{sky}) y (C_{nom}) son dos parámetros ajustables que representan, respectivamente, una ganancia del algoritmo (A) y un nivel de amortiguación nominal en ausencia de la velocidad vertical del cuerpo (z_c) o de la velocidad de compresión del amortiguador (z_d).

15 7. El método (200) según la reivindicación anterior, en el que el parámetro (C_{nom}) se calcula como una función del parámetro dinámico del vehículo (1) capturado durante la primera etapa de medición (201) y de la entrada capturada durante la segunda etapa de medición (202).

FIG. 1

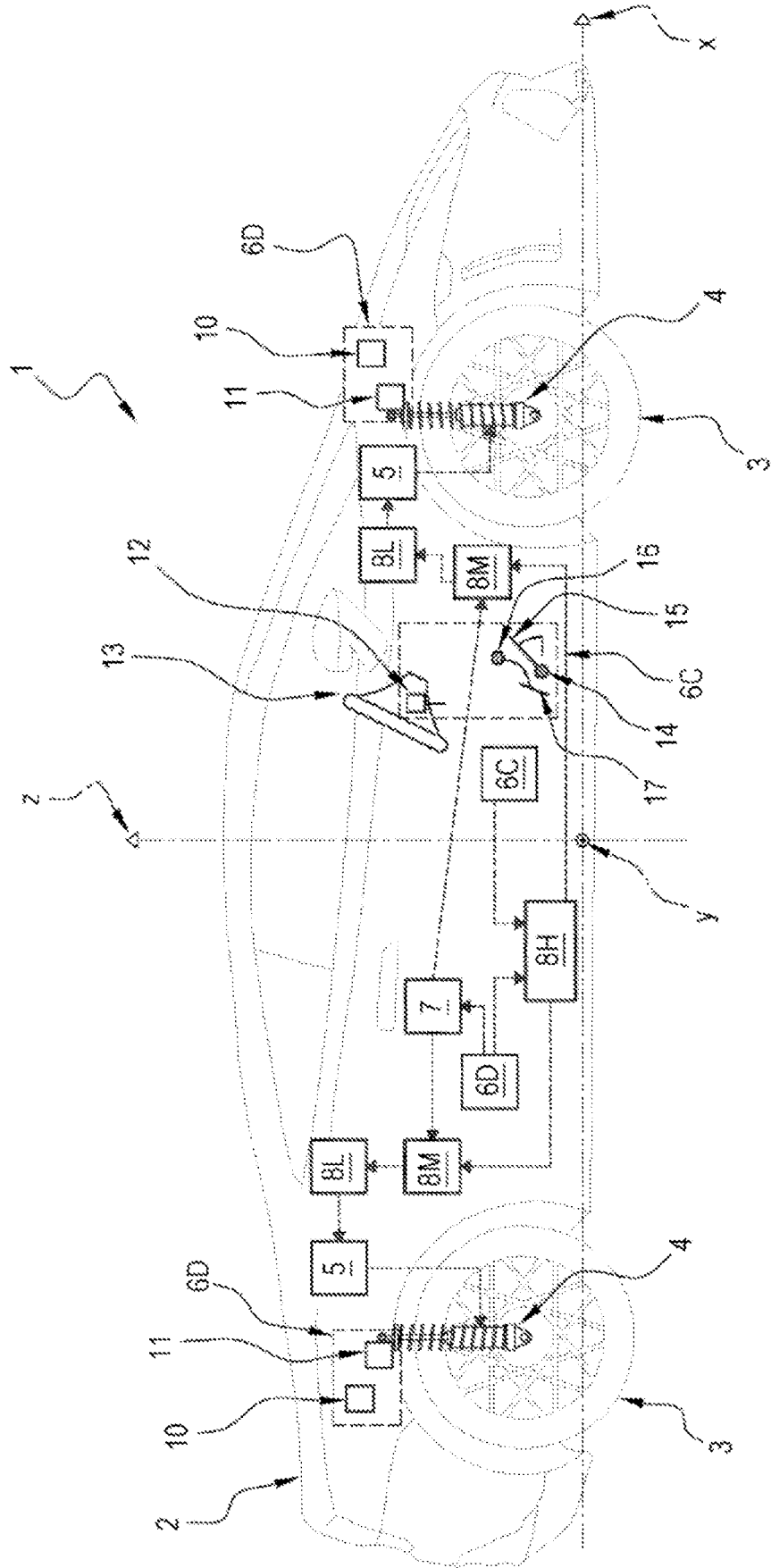


FIG. 2

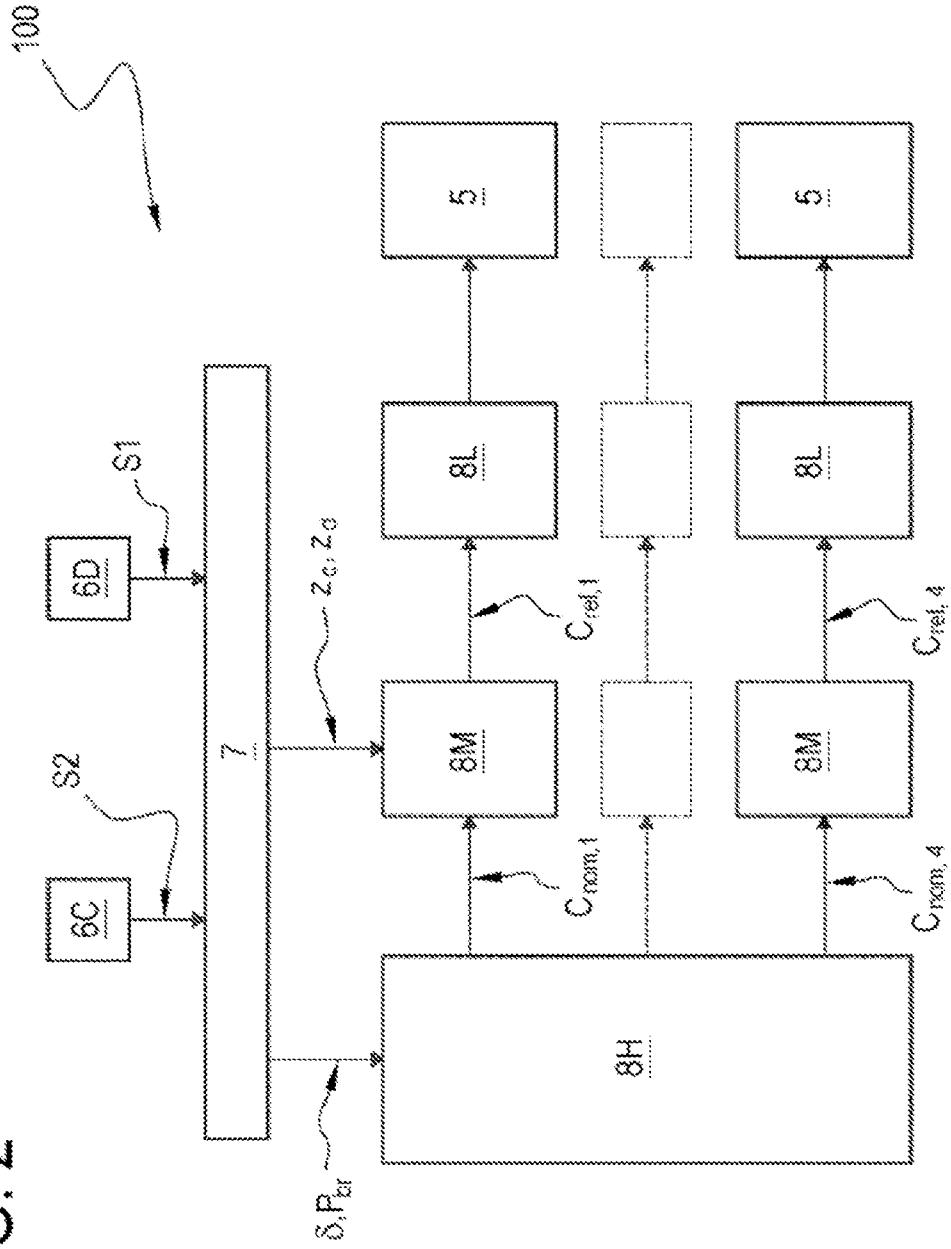


FIG. 3

