

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 919**

51 Int. Cl.:

B60G 17/016 (2006.01)

B60G 17/0165 (2006.01)

B60G 17/018 (2006.01)

B60G 17/0185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2008 PCT/EP2008/008996**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2009 WO09053080**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2008 E 08841892 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 2205457**

54 Título: **Procedimiento y sistema para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil y vehículo**

30 Prioridad:
26.10.2007 DE 102007051226

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.10.2017

73 Titular/es:
**VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Berliner Ring 2
38440 Wolfsburg, DE**

72 Inventor/es:
ARENZ, ANDREA

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 637 919 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 y sistema para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil y vehículo

5 La invención se refiere a un procedimiento para generar señales para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil, según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere además a un sistema para la realización de este procedimiento.

10 Un procedimiento y un sistema de tipo genérico se conocen por el documento WO 2007/034102 A. Además, por ejemplo por el documento DE 39 18 735 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para amortiguar desarrollos de movimiento en chasis de vehículos de pasajeros y vehículos industriales, en los que a partir de un movimiento determinado mediante sensores de dos masas de vehículo por medio de un circuito de procesamiento de señales se forma una señal de control para un actuador controlable, que actúa sobre las masas de vehículo. Para
15 una adaptación de chasis confortable y aun así segura está previsto conducir las señales determinadas mediante sensores a través de una disposición de conexión que pertenece al circuito de procesamiento de señales con un comportamiento de transmisión dependiente de la frecuencia. De este modo se pretende conseguir que debido al procesamiento dependiente de la frecuencia de las señales de sensor no se utilice ninguna curva característica estática para el control del actuador o la regulación del actuador, sino que tenga lugar un control del actuador o una
20 regulación del actuador dependiente del contenido frecuencial del desarrollo de movimiento. De este modo se pretende conseguir el objetivo de una comodidad de conducción lo más alta posible en el caso de un diseño seguro del chasis también en las zonas límite del estado de conducción. Este planteamiento se basa en la idea de que debe satisfacerse el conflicto objetivo entre una comodidad de conducción deseada, es decir un diseño confortable y suave, y una dinámica de conducción, es decir una adaptación deportiva y rigurosa, por un lado y una seguridad de
25 conducción suficiente por otro lado. Para una comodidad de conducción y una dinámica de conducción es decisiva una amortiguación del movimiento de la carrocería, mientras que para una seguridad de conducción es decisiva una carga de rueda o fluctuación de la carga de rueda.

Se conocen esencialmente tres sistemas de amortiguador para vehículos, en los que a una disposición de resorte entre la rueda y la carrocería está conectado en paralelo un actuador. Se conocen sistemas de amortiguador pasivos, semiactivos y activos. En los sistemas de amortiguador pasivos no está prevista una variación de la fuerza de amortiguador durante la marcha. En los sistemas de amortiguador semiactivos puede variarse la fuerza de amortiguador mediante una variación de una corriente de fluido de aceite usando una o varias válvulas. De esta
30 manera pueden variarse las propiedades de amortiguación. Los sistemas de amortiguador semiactivos funcionan de manera que meramente absorben energía. En los sistemas de amortiguador activos puede proporcionarse una fuerza de amortiguador deseada en cualquier dirección tanto de manera amortiguada como con aporte de energía.

En los procedimientos y sistemas conocidos para influir en el movimiento del chasis resulta desventajoso que como magnitud de partida de módulos de regulación utilizados se requiere una fuerza. Esto tiene la desventaja de que
40 adicionalmente se necesita una velocidad de amortiguador como magnitud adicional, para llegar a través de un cálculo de diagrama característico a la verdadera magnitud de ajuste, la corriente de control. Además, también en el caso de un requisito de fuerza constante puede variarse la corriente en función de la velocidad de amortiguador. Dado que un cálculo de diagrama característico es propenso a errores, la fuerza de amortiguador resultante se vuelve también inestable de manera correspondiente. Precisamente en el intervalo de velocidades de amortiguador reducidas, que se producen en particular con frecuencia en el caso de procesos de dinámica transversal, esto resulta desventajoso dado que en este caso existen las mayores no linealidades e imprecisiones en el diagrama característico. Además, se conoce que en el paso por cero de la velocidad en el diagrama característico el amortiguador por regla general se pone suave. Precisamente en el caso de velocidades de amortiguador, que
45 oscilan alrededor de cero, se ajusta entonces en el caso de un requisito de fuerza constante una corriente oscilante de manera constante, que es contraproducente para la verdadera regulación.

Por tanto, la invención se basa en el objetivo de indicar un procedimiento y un sistema de tipo genérico, por medio de los cuales es posible de manera sencilla y segura una regulación del movimiento de una carrocería con actuadores que pueden activarse electrónicamente (amortiguadores) solucionando al mismo tiempo el conflicto
50 objetivo entre la comodidad de conducción, la dinámica de conducción y la seguridad de conducción.

Según la invención, este objetivo se alcanza mediante un procedimiento con las características mencionadas en la reivindicación 1. Debido a que por medio del regulador de amortiguador a partir de las señales de sensor teniendo en cuenta estados momentáneos y/o esperados, en función de requisitos seleccionables del movimiento de la carrocería y requisitos de seguridad de conducción, por medio de algoritmos de regulación dependientes del estado se determina la al menos una señal de control para activar los actuadores, es posible de manera ventajosa
60 solucionar en su mayor parte el conflicto objetivo entre la comodidad de conducción y la dinámica de conducción por un lado y la seguridad de conducción por otro lado mediante la integración especial de los algoritmos de regulación dependientes del estado. Teniendo en cuenta los estados momentáneos y/o esperados al proporcionar las señales de control para los actuadores, es decir por tanto al ajustar la amortiguación del movimiento de la carrocería,
65

además de los requisitos de comodidad del conductor de un vehículo también se consideran los estados de conducción dinámicos del vehículo, en particular también teniendo en cuenta los estados críticos para la seguridad.

5 En una configuración preferida de la invención, está previsto que como la al menos una señal de control se proporcione una corriente de control que influye directamente en los actuadores. De este modo se prescinde por un lado de la necesidad de proporcionar una velocidad de amortiguador como magnitud adicional y por otro lado ya no es necesario el cálculo de diagrama característico conocido del estado de la técnica para la verdadera magnitud de ajuste.

10 En una configuración preferida adicional de la invención está previsto que como requisito seleccionable del movimiento de la carrocería pueda seleccionarse al menos entre comodidad y deportividad, teniendo lugar en particular la selección gradualmente y/o de manera escalonada entre alta comodidad y alta deportividad. De este modo se hace posible de manera sencilla una adaptación de la influencia del movimiento de la carrocería a las necesidades individuales del conductor de un vehículo.

15 En la invención está previsto que durante la determinación de la al menos una señal de control como estados momentáneos y/o esperados se tengan en cuenta estados de conducción y/o estados de carga y/o estados de energía y/o actividades del conductor. De este modo pueden tenerse en cuenta de manera muy ventajosa como estados de conducción la dinámica vertical y/o la dinámica longitudinal y/o la dinámica transversal del vehículo.

20 Además, de manera muy ventajosa como estados de energía pueden tenerse en cuenta los estados de energía de la carrocería y/o de las ruedas y/o de la carretera y/o del actuador. Además, como actividades del conductor pueden tenerse en cuenta de manera ventajosa el estado de accionamiento del pedal de aceleración y/o del pedal de freno y/o de la dirección y/o del mando de cambio de velocidades. Una señal de control determinada a partir de estos estados posibles individualmente o en cualquier combinación conduce a una adaptación muy cómoda del movimiento de la carrocería a los requisitos planteados realmente por el conductor del vehículo. Por tanto, en general puede ajustarse un desarrollo de movimiento muy armónico de la carrocería, que se percibe por el conductor del vehículo o el pasajero del vehículo como agradable y cómodo.

30 Además, en una configuración preferida de la invención está previsto que se implemente una exigencia de comodidad en los algoritmos de regulación, en particular mediante el uso de al menos un filtro dependiente del estado y/o al menos de módulo de dinámica vertical en función del estado para el movimiento de una rueda individual y/o el movimiento total de la carrocería (elevación, balanceo y cabeceo) y/o al menos un módulo de posiciones finales dependiente del estado, en particular teniendo en cuenta los estados de energía de la carrocería, del amortiguador, de la rueda y/o de la carretera. De este modo se hace posible de manera ventajosa una regulación del movimiento de la carrocería, muy sensible, que considera la exigencia de comodidad deseada y que tiene en cuenta los estados dados o esperados.

40 Además, en una configuración preferida de la invención está previsto que se implemente una exigencia de deportividad y/o de seguridad de conducción en los algoritmos de regulación en particular mediante el uso de filtros dependientes del estado y módulos de dinámica longitudinal y transversal dependientes del estado para procesos cuasiestacionarios y para procesos dinámicos, en particular teniendo en cuenta los estados de energía de la carrocería, del amortiguador, de la rueda y/o de la carretera. También se cumplen de este modo de manera muy ventajosa los requisitos del conductor del vehículo en cuanto a un ajuste deportivo del amortiguador, teniéndose en cuenta estados de conducción críticos desde el punto de vista de la seguridad. Por tanto, un conductor del vehículo puede satisfacer su modo de conducción deportivo deseado, sin que de este modo se provoquen situaciones críticas desde el punto de vista de la seguridad adicionales.

50 Además, preferiblemente está previsto que los algoritmos de regulación dependientes del estado de los estados y requisitos se realicen individualmente o de manera combinada. De este modo se hace posible de manera ventajosa un ajuste de la amortiguación del movimiento de la carrocería mediante todas las influencias concebibles, también influencias perturbadoras.

60 En la invención está previsto que los algoritmos de regulación dependientes del estado tengan en cuenta mensajes de mayor relevancia, teniéndose en cuenta como mensajes de mayor relevancia preferiblemente señales de diagnóstico y/o señales de valores de sustitución y/o señales de marcha de emergencia. De este modo, durante la determinación de las señales de control para activar los actuadores se tienen en cuenta estados erróneos y la determinación de las señales de control en el regulador de amortiguador mediante los algoritmos de regulación dependientes del estado se adapta tanto que se consiguen los objetivos de regulación necesarios mínimos, a pesar de eventuales estados erróneos. En particular, a pesar de la aparición de un error hasta una subsanación del error puede mantenerse la regulación del amortiguador de manera correspondiente a los requisitos o los estados dados y esperados a través de la proporción de magnitudes de sustitución o funciones de emergencia tanto que puede seguir conduciéndose el vehículo sin limitación o con una comodidad dado el caso limitada. Por tanto, las pérdidas de comodidad para el conductor del vehículo o los pasajeros del vehículo se evitan en su mayor parte a pesar de que se produzcan errores.

65

- Además, en una configuración preferida de la invención está previsto que las señales de diagnóstico, las señales de valores de sustitución y/o las señales de marcha de emergencia se consulten y/o se generen de manera automática mediante los algoritmos de regulación dependientes del estado, teniéndose en cuenta preferiblemente señales de identificación y/o señales de estado de un software funcional que realiza los algoritmos de regulación y/o de un software básico subordinado o asociado en paralelo. El diagnóstico comprende preferiblemente los sensores y/o los actuadores y/o los medios de control de los actuadores, es decir los componentes implicados en la influencia del movimiento de la carrocería. De este modo se garantiza que en el caso de producirse realmente un error el movimiento de la carrocería sobre el que puede influirse puede realizarse de la manera más próxima posible al movimiento deseado, hasta que tiene lugar o se hace posible la eliminación del error.
- El objetivo se alcanza además mediante un sistema para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil, según la reivindicación 12.
- Puede estar previsto que el regulador de amortiguador comprenda una interfaz de entrada, un módulo de entrada de señales, un módulo de regulador, un módulo de salida de señales y una interfaz de salida. De este modo puede implementarse de manera sencilla una determinación estructurada dado el caso de manera jerárquica entre sí de las señales de control para los actuadores. Preferiblemente, el módulo de salida de señales comprende un módulo de cálculo de corriente, con lo que se hace posible proporcionar una señal de corriente que activa directamente los medios de control de los actuadores mediante el regulador de amortiguador. Una asociación de módulos parciales individuales es posible de manera variable dentro de la estructura modular del regulador de amortiguador según puntos de vista funcionales y/o jerárquicos.
- El sistema de la invención presenta un módulo de gestión de errores. Además, el módulo de entrada de señales puede comprender un módulo de filtro, un módulo de interfaz hombre-máquina (módulo *Man-Machine-Interface*) y un módulo de reconocimiento de carga.
- El módulo de regulador puede comprender igualmente un módulo de reconocimiento de carretera, un módulo de amortiguación de posiciones finales, un módulo de dinámica transversal, un módulo de dinámica longitudinal y un módulo de dinámica vertical.
- El módulo de gestión de errores comprende en el sentido de la invención un módulo de diagnóstico, un módulo conceptual de valores de sustitución y un módulo de marcha de emergencia de regulación.
- El módulo de salida de señales puede comprender además un módulo de cálculo de corriente.
- Se obtienen configuraciones preferidas a partir de las características restantes, mencionadas en las reivindicaciones dependientes.
- A continuación se muestra más detalladamente la invención en ejemplos de realización mediante los dibujos correspondientes. Muestran:
- la Figura 1 esquemáticamente un automóvil con una regulación de amortiguador;
 - la Figura 2 un diseño esquemático de un automóvil con velocidades de carrocería de esquina verticales;
 - la Figura 3 un diseño esquemático de un automóvil con velocidades de carrocería modales verticales;
 - la Figura 4 un diseño esquemático de un automóvil con sensores dispuestos en el sistema de amortiguador y las velocidades de rueda, de carrocería y de amortiguador resultantes;
 - la Figura 5 un diagrama característico de ejemplo de un amortiguador regulado;
 - la Figura 6 una estructura aproximada de los módulos funcionales de una regulación de amortiguador;
 - las Figuras 7 - 14 diagramas de bloques esquemáticos de módulos de regulación individuales;
 - la Figura 15 un diagrama de bloques de un circuito de regulación convencional;
 - la Figura 16 un diagrama de bloques de un circuito de regulación ampliado;
 - la Figura 17 un diseño esquemático de una unidad de combinación para determinar una corriente resultante usando estados/magnitudes de estado;
 - la Figura 18 un diseño esquemático de una división de una unidad de combinación en elementos de módulo y un elemento completo;

- la Figura 19 un diagrama de flujo de señales de un sistema completo de la regulación de amortiguador;
- la Figura 20 un diagrama de bloques de un sistema de regulación tolerante a los errores;
- 5 la Figura 21 un diagrama de flujo de señales de la regulación de amortiguador con gestión de errores y
- la Figura 22 un diagrama de bloques esquemático de un módulo de regulador inclusive información de errores y de estados.
- 10 La Figura 1 muestra esquemáticamente en una vista en planta un automóvil designado en total con 10. La estructura y el funcionamiento de los automóviles se conocen en general, de modo que en el marco de la presente descripción no se entrará en más detalle en esto.
- 15 El automóvil 10 presenta cuatro ruedas 12, 14, 16 y 18. Las ruedas 12, 14, 16 y 18 están sujetas a través de una suspensión de las ruedas conocida en una carrocería 20 del automóvil 10. Por carrocería 20, en el contexto de la invención, se entiende en general la carrocería del vehículo con el habitáculo. Entre las ruedas 12, 14, 16 y 18 por un lado y la carrocería 20 está dispuesto en cada caso un amortiguador 22, 24, 26 ó 28. Los amortiguadores 22, 24, 26 y 28 están dispuestos en paralelo a resortes no representados. Los amortiguadores 22, 24, 26 y 28 están configurados por ejemplo como amortiguadores semiactivos, es decir mediante la aplicación de una señal de control a un medio de ajuste del amortiguador puede variarse la fuerza de amortiguador. El medio de ajuste está configurado habitualmente como válvula electromagnética, de modo que la señal de ajuste es una corriente de control para la válvula.
- 20 A cada rueda o a cada amortiguador está asociado un sensor de recorrido 30, 32, 34 ó 36. Los sensores de recorrido están configurados como sensores de recorrido relativo, es decir éstos miden una variación de la separación de la carrocería 20 con respecto a la respectiva rueda 12, 14, 16 ó 18. Normalmente, en este caso se utilizan los denominados sensores de recorrido de ángulo de giro, cuya carrocería y funcionamiento se conocen en general.
- 25 La carrocería 20 comprende además tres sensores de aceleración vertical 38, 40 y 42 dispuestos en puntos definidos. Estos sensores de aceleración 38, 40 y 42 están dispuestos de manera firme en la carrocería 20 y miden la aceleración vertical de la carrocería en la zona de las ruedas 12, 14 ó 18. En la zona de la rueda trasera izquierda 16 puede determinarse mediante cálculo la aceleración a partir de los otros tres sensores de aceleración, de modo que en este caso puede prescindirse de la disposición de un sensor de aceleración propio.
- 30 La disposición de los sensores es en este caso únicamente a modo de ejemplo. También pueden utilizarse otras disposiciones de sensores, por ejemplo un sensor de aceleración de carrocería vertical y dos sensores de ángulo de giro o similares.
- 35 El automóvil 10 comprende además un aparato de control 44, que está conectado a través de líneas de señalización o de control con los medios de ajuste de los amortiguadores 22, 24, 26 y 28, los sensores de recorrido 30, 32, 34 y 36 y los sensores de aceleración 38, 40 y 42. El aparato de control 44 asume la regulación de amortiguador que se explicará a continuación aún más detalladamente. Además, el aparato de control 44 puede asumir naturalmente también funciones adicionales, que no se tendrán en cuenta en este caso, dentro del automóvil 10. El automóvil 10 comprende además un medio de conmutación 46, por ejemplo un botón, una rueda giratoria o similar, por medio del que puede seleccionarse por parte del conductor de un vehículo un requisito del movimiento de la carrocería 20. En este caso puede seleccionarse, por ejemplo, entre el requisito "comodidad", el requisito "deportivo" y el requisito "básico". La selección es posible o bien de manera escalonada entre los tres modos o gradualmente con modos intermedios correspondientes.
- 40 El medio de conmutación 46 está conectado igualmente con el aparato de control 44.
- 45 La Figura 2 muestra un diseño esquemático del automóvil 10, indicándose en este caso la carrocería 20 como superficie plana. En las esquinas de la carrocería 20 están dispuestas en cada caso las ruedas 12, 14, 16 y 18 a través de una combinación de resorte-amortiguador de una manera en sí conocida. La combinación de resorte-amortiguador está compuesta por los amortiguadores 22, 24, 26 y 28 y resortes conectados en cada caso en paralelo 48, 50, 52 y 54. En las esquinas de la carrocería 20 están dispuestos los sensores de aceleración 38, 40 ó 42 representados en la Figura 1, por medio de los cuales puede determinarse la velocidad vertical en las esquinas de la carrocería 20. A este respecto, se trata de las velocidades vA_{vl} (velocidad de la carrocería delante a la izquierda), vA_{vr} (velocidad de la carrocería delante a la derecha), vA_{hl} (velocidad de la carrocería detrás a la izquierda) y vA_{hr} (velocidad de la carrocería detrás a la derecha). La velocidad puede calcularse mediante integración a partir de las aceleraciones medidas por medio de los sensores de aceleración.
- 50 La Figura 3 muestra a su vez el diseño esquemático del automóvil 10, estando dotadas las piezas iguales que en las figuras anteriores de los mismos números de referencia y no explicándose de nuevo. En un centro de gravedad 56 se ilustran los movimientos modales de la carrocería 20. Éstos son, por un lado una elevación 58 en la dirección
- 55
- 60
- 65

vertical (dirección z), un cabeceo 61, es decir un movimiento giratorio alrededor de un eje transversal que se encuentra en el eje y, y un balanceo 63, es decir un movimiento giratorio alrededor de un eje longitudinal del automóvil 10 que se encuentra en el eje x.

5 La Figura 4 muestra un diseño esquemático adicional del automóvil 10, representándose en este caso, de manera complementaria a la representación en la Figura 2, señales adicionales. Adicionalmente, en este caso se representan las velocidades de amortiguador vD, siendo vD_vl la velocidad de amortiguador para el amortiguador 22 (delante a la izquierda), vD_vr la velocidad de amortiguador para el amortiguador 24 (delante a la derecha), vD_hl la velocidad de amortiguador para el amortiguador 26 (detrás a la izquierda) y vD_hr la velocidad de amortiguador para el amortiguador 28 (detrás a la derecha). Las velocidades de amortiguador pueden determinarse a través de una diferenciación a partir de las señales de los sensores de recorrido 30, 32, 34 ó 36 (Figura 1). En la Figura 4 se indican además las velocidades de rueda vR. En este caso, la velocidad vR_vl representa la rueda 12 (delante a la izquierda), vR_vr la rueda 14 (delante a la derecha), vR_hl la rueda 16 (detrás a la izquierda) y vR_hr la rueda 18 (detrás a la derecha). Las velocidades de rueda vR pueden determinarse por ejemplo a través de sensores de aceleración de rueda.

Dado que tanto las velocidades de carrocería vA, las velocidades de amortiguador vD como las velocidades de rueda vR presentan todas el mismo vector de dirección (en la dirección z), existe la relación $vD=vA-vR$. De este modo no todas las magnitudes de medición tienen que existir en forma de señales de medición, sino que pueden calcularse a partir de las otras magnitudes de medición.

En la Figura 5 se representa a modo de ejemplo un diagrama característico de fuerza-velocidad de un amortiguador regulado. En general se conoce la estructura y el funcionamiento de amortiguadores regulados, de modo que en el marco de la presente descripción no se entrará más detalladamente en ello. A este respecto se utilizan o bien amortiguadores semiactivos o bien amortiguadores activos. Resulta decisivo que a través de una influencia en la velocidad de amortiguador puede ajustarse la fuerza de amortiguador. La fuerza de amortiguador actúa en paralelo a las fuerzas de los resortes (véanse las Figuras 2 a 4), de modo que a través de esto puede influirse en el movimiento de la carrocería 20 en sus desarrollos de movimiento. Para influir en la velocidad de amortiguador, en los amortiguadores está dispuesta una válvula electromagnética u otra válvula adecuada, con la que mediante la aplicación de una corriente de control correspondiente se influye en una sección transversal de flujo para un medio, en particular un aceite hidráulico. El diagrama característico representado en la Figura 5 muestra diferentes diagramas característicos, representándose la fuerza de amortiguador en Newton a través de la velocidad de amortiguador vD en mm/s para diferentes corrientes de ajuste. Los amortiguadores presentan una gran apertura, es decir según la corriente de ajuste aplicada pueden ajustarse grandes variaciones entre las velocidades de amortiguador y la fuerza de amortiguador. Para la ilustración se representa una curva característica 57, que correspondería a un amortiguador pasivo. Mediante esta gran apertura del amortiguador se hace posible por primera vez una regulación eficaz, encontrándose una característica suave por debajo de la curva característica pasiva 57 y encontrándose una característica dura claramente por encima de la curva característica 57. Se vuelve clara también la apertura ya grande a velocidades de amortiguador vD reducidas así como la evolución esencialmente lineal de las líneas de corriente en el diagrama característico.

Mediante las explicaciones hasta la fecha se vuelve claro que para una regulación eficaz del desarrollo del movimiento de la carrocería es decisivo proporcionar una corriente de ajuste para el medio de control de los amortiguadores. A continuación se entrará más en detalle en la proporción de esta corriente de ajuste teniendo en cuenta la implementación de las soluciones según la invención.

La Figura 6 muestra en un diagrama de bloques una estructura aproximada de los módulos funcionales para la regulación de amortiguador según la invención. Los módulos individuales se representan encapsulados por motivos de claridad y facilidad de comprensión. La estructura total se estructura de manera ventajosa jerárquicamente en varios niveles. Los módulos funcionales están integrados en un regulador de amortiguador, preferiblemente el aparato de control 44 (Figura 1). La regulación del amortiguador comprende un módulo de entrada de señales 60, un módulo de función auxiliar 62, un módulo de regulador 64, un módulo de evaluación 66 y un módulo de salida de señales 68. En el módulo de entrada de señales 60 se leen las señales de sensor de los sensores de recorrido 30, 32, 34 ó 36 y de los sensores de aceleración 38, 40 y 42 así como señales adicionales, disponibles a través del bus CAN del automóvil. El módulo de función auxiliar 62 comprende un módulo de interfaz hombre-máquina 70, un módulo de filtro 72 y un módulo de reconocimiento de carga 74.

El módulo de regulador 64 comprende un módulo de reconocimiento de carretera 76, un módulo de amortiguación de posiciones finales 78, un módulo de dinámica transversal 80, un módulo de dinámica longitudinal 82 así como un módulo de dinámica vertical 84. El módulo de lógica de evaluación 66 comprende un módulo de cálculo de corriente 86. Los módulos de regulación 76, 78, 80, 82 y 84 generan de manera ventajosa una corriente, o una magnitud que es proporcional a la corriente. En el módulo de cálculo de corriente 86 tiene lugar el cálculo de corriente de todas las magnitudes de salida de regulación a magnitudes de control para los amortiguadores 22, 24, 26 ó 28. A través del módulo de salida de señales 68 se ponen a disposición estas corrientes de ajuste para los amortiguadores. Tanto el módulo de entrada de señales 60 como el módulo de salida de señales 68 pueden recibir o emitir de manera opcional naturalmente también señales adicionales, según la equipación del automóvil en cuestión.

La Figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de interfaz hombre-máquina 70. A través del medio de conmutación 46 el conductor del vehículo puede seleccionar un modo. Éste es, por ejemplo, el modo "comodidad", el modo "deportivo" o el modo "normal". El módulo 70 calcula una corriente i_{m_m} para conmutaciones de modo con el objetivo de notificar al conductor del vehículo y a los pasajeros el comportamiento de comodidad modificado durante el cambio del modo de conducción. Además, un vector de disparo $trigger_m$ reproduce el estado de los tres modos de conducción posibles. Este vector de disparo puede usarse entonces como señal de conmutación en los módulos adicionales. Además, una señal mdl_m_out emite el modo de conducción seleccionado actualmente.

La Figura 8 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de filtro 72. En el módulo de filtro 72 se aplican por un lado los valores de medición aA proporcionados por los sensores de aceleración de la carrocería 38, 40 y 42 (Figura 1) y las señales zD proporcionadas por los sensores de recorrido relativo 30, 32, 34 y 36. A partir de estas magnitudes de entrada se calculan mediante el módulo de filtro 72 las velocidades de carrocería vA en las esquinas de la carrocería 20. Además se determinan las velocidades de amortiguador vD en las esquinas de la carrocería 20. Además se calculan las velocidades de carrocería modales $vModal$ para el cabeceo y el balanceo. Las velocidades de carrocería vA en las esquinas de la carrocería 20 sirven principalmente como magnitudes de entrada para la regulación de rueda individual en el módulo de regulación vertical 84. Las velocidades de carrocería modales $vModal$ son necesarias para una atenuación adicional de movimientos de cabeceo y de balanceo de la carrocería 20 en la regulación modal en el módulo de regulación vertical 84.

La Figura 9 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de reconocimiento de carga 74. A partir de las señales zD aplicadas en la entrada, proporcionadas por los sensores de recorrido relativo 30, 32, 34, 36 se forman las masas de carrocería mA en el eje delantero VA y el eje trasero HA . Además se determinan los factores de amplificación V para ajustar la distribución de masas.

La Figura 10 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de reconocimiento de carretera 76. Por medio de este módulo 76 se realiza un cálculo de la calidad de la calzada como estado energético. En la entrada del módulo 76 se aplican las velocidades relativas de carrocería/rueda vD proporcionadas por el módulo de filtro 72 así como las velocidades de carrocería vA y la distribución de cargas por eje mA proporcionada por el módulo 74. Adicionalmente, el módulo 70 aplica la señal $Trigger_m$ como estado de los modos de conducción. El módulo 76 proporciona señales, para tener en cuenta el estado de la calzada actual (regular/irregular) dentro de la regulación de amortiguador. Para ello se determinan en el módulo 76 magnitudes de estado de la carretera energética eR (energía de la rueda) y se representa con factores de amplificación correspondientes para módulos posteriores. Además se generan límites de corriente mínimos y máximos, para que pueda impedirse de manera satisfactoria un salto de la rueda debido a una amortiguación excesiva o una amortiguación insuficiente.

La Figura 11 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de amortiguación de posiciones finales 78. En el módulo 78 se aplican como señales de entrada las velocidades relativas vD de la carrocería/rueda del módulo 72 así como las señales zD de los sensores de recorrido relativo 30, 32, 34 y 36. Además se procesan la velocidad del vehículo vF y una señal de conmutación aq (encendido/apagado) a partir del módulo de dinámica transversal 80 (Figura 13). A partir de estas señales se calculan corrientes de amortiguador para cada uno de los amortiguadores 22, 24, 26 ó 28 eI_min . Con ayuda de estas corrientes de amortiguador se implementa una amortiguación de posiciones finales electrónica, selectiva para cada rueda.

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de dinámica vertical 84. En señales de entrada, en el módulo 84 se aplican la señal de estado de carretera energética eR , eA proporcionada por el módulo 76 así como los factores de amplificación $v-str.$ correspondientes y las sales de corriente mínima y máxima i_min , i_max del módulo 76. Además, la velocidad del vehículo vF , las velocidades de carrocería vA del módulo 72, las velocidades de balanceo y cabeceo $vModal$ del módulo 72 y los factores de amplificación V se aplican a las masas de carrocería del módulo 74. Además, el estado se proporciona a los modos de conducción por medio de la señal $trigger_m$. El módulo 84 contiene una regulación dependiente del modo del comportamiento de comodidad de la dinámica vertical y con ello una función central de la regulación de amortiguador. El objetivo de este módulo de regulación vertical 84 es regular, con ayuda de la función "regulación de rueda individual" en primer lugar cada una de las esquinas de la carrocería 20 por separado, para desacoplar por tanto la carrocería 20 en su mayor parte del estímulo de la carretera. Con ayuda de una función "regulación modal" se influye directamente en los movimientos modales cabeceo, balanceo y elevación acoplados a través de la carrocería 20 (Figura 3). El módulo 84 proporciona una corriente de regulación i_vd para la amortiguación vertical.

La Figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de dinámica transversal 80. Como señales de entrada se aplican la velocidad del vehículo vF , una señal de ángulo de volante wL , una señal de aceleración transversal y una señal de reconocimiento de carretera del módulo 76. Además se proporciona la señal de estado a los modos de conducción $trigger_m$. Mediante el módulo 80 se calculan en cada caso corrientes i_{min_qd} para los amortiguadores 22, 24, 26 y 28 para influir en la dinámica transversal del vehículo. De este modo se reduce por ejemplo el movimiento de balanceo de la carrocería 20 debido a aceleraciones transversales, por ejemplo en el caso de conducciones en curva, un cambio de carril o similares. Además, de este modo puede influirse en el propio

comportamiento de direccionamiento del automóvil 10 mediante distribuciones de momento de balanceo dirigidas en el eje delantero y el eje trasero. Además se tiene en cuenta el estado de la calzada mediante la incorporación de las energías cinéticas de rueda-carrocería. El módulo de regulación transversal 80 proporciona además una señal de conmutación aq_SW (apagado/encendido), con cuya ayuda pueden activarse o desactivarse otros módulos, en particular orientados a la comodidad. De este modo puede conseguirse que en el caso de una regulación de la dinámica transversal para dominar situaciones relevantes desde el punto de vista de la seguridad puedan desactivarse las regulaciones de comodidad para el momento.

La Figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático del módulo de dinámica longitudinal 82. En el módulo 82, como señales de entrada se aplican la señal de reconocimiento de carretera eR del módulo 76, un momento de deseo del conductor M_w , la velocidad del vehículo vF , una presión de frenado P así como señales de la intervención de ABS y la intervención de ESP. Además se proporciona la señal $trigger_mmi$ para el estado momentáneo de los modos de conducción. El módulo de dinámica longitudinal 82 calcula corrientes de amortiguador i_{min_Lv} e i_{max_LV} para los amortiguadores 22, 24, 26 y 28, para reducir procesos de cabeceo durante procesos de frenado y de aceleración. Al mismo tiempo se tienen en cuenta intervenciones relevantes desde el punto de vista de la seguridad en la dinámica de conducción mediante el sistema ESP o el sistema ABS.

La asociación explicada mediante las Figuras 6 a 14 de los módulos individuales 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86 con los módulos principales 62, 64, 66 es únicamente a modo de ejemplo. Son posibles otras asociaciones adecuadas dentro del regulador de amortiguador.

En la Figura 15 se representa un circuito de regulación convencional. Éste consiste en un trayecto 90, un regulador 92 y una retroalimentación negativa de la magnitud de regulación, es decir del valor real en el regulador 92. La diferencia de regulación se calcula a partir de la diferencia entre el valor teórico (magnitud de referencia) y la magnitud de regulación. La magnitud de ajuste actúa sobre el trayecto 90 y con ello sobre la magnitud de regulación. La magnitud perturbadora provoca una modificación, normalmente indeseada, de la magnitud de regulación, que tiene que compensarse. La magnitud de entrada del regulador 92 es la diferencia entre el valor real medido de la magnitud de regulación y el valor teórico. El valor teórico se denomina también magnitud de referencia, cuyo valor debe reproducirse mediante el valor real medido. Dado que el valor real puede modificarse mediante magnitudes perturbadoras, el valor real debe seguir el valor teórico. Una desviación establecida en un comparador 94 del valor real con respecto al valor teórico, la denominada diferencia de regulación, sirve como magnitud de entrada para el regulador 92. Mediante el regulador 92 se establece cómo reacciona el sistema de regulación a las desviaciones establecidas, por ejemplo rápidamente, con retardo, de manera proporcional, de manera integradora o similar. Como magnitud de partida del regulador 92 se obtiene una magnitud de ajuste, que influye en un tramo de regulación 90. La regulación sirve principalmente para eliminar magnitudes perturbadoras, para eliminarlas mediante regulación.

En la Figura 16 se representa una representación detallada del circuito de regulación según la Figura 15. Se muestra un circuito de regulación ampliado con los elementos adicionales elemento de ajuste 96 y elemento de medición 98. En el ejemplo de la regulación de amortiguador según la invención, el mecanismo de ajuste o el elemento de ajuste 96 está compuesto de un componente electrónico y un componente electrohidráulico. El componente electrónico corresponde al regulador de corriente en el aparato de control 44, mientras que el componente electrohidráulico corresponde a la válvula que puede activarse eléctricamente de los amortiguadores 22, 24, 26 ó 28. Sin embargo, en las realizaciones siguientes, no se pretende que se tengan en cuenta adicionalmente. Estos se asumen como ideales o se desprecia su influencia. Por tanto, de manera idealizada, la salida de regulador, que proporciona la magnitud de control, coincide con la magnitud de ajuste o es al menos proporcional a la misma. A este respecto, el regulador 92 según la Figura 15 está dividido en el verdadero regulador 92 y el elemento de ajuste 96. El regulador 92 sirve para determinar una magnitud, con la que se pretende reaccionar a una diferencia de regulación establecida mediante el comparador 94 a través del elemento de ajuste 96. El elemento de ajuste 96 proporciona la energía necesaria en la forma física adecuada, para actuar sobre el proceso o el tramo de regulación. En el elemento de medición 98 se mide el valor real. La magnitud perturbadora puede estar basada en el caso de una regulación del movimiento de una carrocería 20 en irregularidades de la calzada, fuerzas que actúan lateralmente, tal como por ejemplo el viento o similares, o influencias similares.

Teniendo en cuenta el modo de funcionamiento conocido en general mediante las estructuras de regulación explicadas en las Figuras 15 y 16, la Figura 17 muestra una posibilidad del cálculo de corriente en el módulo de cálculo de corriente 86. En una unidad de combinación 100 para determinar una corriente resultante i_{res} , ésta se determina a partir de las diferentes corrientes de entrada i_1 , i_2 , i_3 , proporcionadas por reguladores individuales 102, usando estados/magnitudes de estado. A este respecto, las corrientes de entrada i pueden ser las corrientes proporcionadas por los módulos de regulación 76, 78, 80, 82 ó 84. La corriente resultante i_{res} es entonces la corriente de control para los amortiguadores.

En el módulo de cálculo de corriente 86 se generan estas corrientes teóricas para el software básico. Éstas se transmiten a la interfaz (módulo de salida de señales 68). El software básico transmite estas corrientes teóricas a través del regulador de corriente, por ejemplo un regulador de dos características, regulador PID con una activación PWM, a los amortiguadores. Se regula de manera correspondiente a la corriente teórica preestablecida.

- Según la variante mostrada en la Figura 18, el módulo de cálculo de corriente 86 también puede contener una división en elementos de módulo y elemento total. A este respecto están previstos, por ejemplo, elementos de módulo 104 y 106, que comprenden en cada caso un módulo de regulador y una unidad de combinación. Desde estos módulos ya se proporcionan, teniendo en cuenta magnitudes de estado, corrientes de salida de regulador i^*_1 o i^*_2 . La unidad de combinación 108 evalúa las magnitudes de salida de regulación de los módulos 104 y 106, como por ejemplo el módulo de reconocimiento de carretera 76, el módulo de amortiguación de posiciones finales 78, el módulo de dinámica transversal 80, el módulo de dinámica longitudinal 82 y el módulo de dinámica vertical 84, para emitir las corrientes teóricas de amortiguador i_{res} más adecuadas para el estado de conducción momentáneo.
- La Figura 19 muestra en una visión general un diagrama de flujo de señales de toda la regulación de amortiguador. El módulo de entrada de señales 60 contiene magnitudes de sensor de entrada de los sensores de recorrido o de los sensores de aceleración, señales CAN, bits erróneos así como magnitudes adicionales. Como magnitudes de sensor se usan a modo de ejemplo las señales proporcionadas por los sensores de recorrido relativo 30, 32, 34 y 36 (*duty cycle*, ciclo de trabajo) así como las magnitudes de aceleración de carrocería de los sensores de aceleración que miden en vertical 38, 40 y 42. A estas magnitudes pertenecen los bits erróneos correspondientes $err_pwm_dc_vl/vr/hl/hr$ y $err_adc_aA_vl/vr/hl$, que proporcionan información sobre si las señales son correctas (valor 0) o son erróneas (valor 1). Como magnitudes CAN deben usarse a modo de ejemplo el interruptor de luz de freno can_bls , el estado ABS can_ABS , el estado ESP can_ESP , el estado EDS can_EDS , el estado EBV can_EBV , la velocidad del vehículo can_vF , la aceleración transversal can_aq , la velocidad de ángulo de guiñada can_dwg , el ángulo del volante can_wlges (que se compone por ejemplo por el ángulo de dirección del conductor, el ángulo de la rueda o el ángulo de dirección compuesto en el caso de direccionamientos eléctricos), la presión de frenado can_p , el momento de deseo del conductor can_Mfw , la aceleración longitudinal del ACC can_al_acc y la aceleración longitudinal can_al_epb . También con respecto a estas señales se necesitan los bits erróneos err_can_xx . Además se usa la posición actual del medio de conmutación 46 mmi_in . Resulta además razonable la lectura de las corrientes $adc_i_vl/vr/hl/hr$ medidas de manera retroactiva a partir de los amortiguadores 22, 24, 26 y 28, así como los valores de error de amortiguador $err_D_vl/vr/hl/hr$ y la tensión del borne 30 del aparato de control 44.
- Además se transmite una señal dgn_i_bypass , que contiene si el software de aparato de control (software básico) evita directamente el sistema de regulación (software funcional), es decir ignora o sobrescribe el requisito de corriente del software funcional. Una señal adicional dgn_i_lim contiene información sobre si el software de aparatos de control reduce el intervalo de ajuste de la corriente. Para el cálculo correcto de las magnitudes de recorrido relativo debe indicarse además el valor de ajuste inicial $bdi_pwm_dc_vl/vr/hl/hr$ o $bdi_z_anp_vl/vr/hl/hr$. Éste se aprende de manera correspondiente durante la puesta en marcha de los aparatos de control mediante un procedimiento de aprendizaje bdi_modus . Opcionalmente también es posible integrar información para la utilización del sistema de funcionamiento como señales osk_ausl_xx .
- El módulo de salida de señales 68 está compuesto por la corriente teórica mdl_i determinada en el sistema de regulación, la emisión de modo mdl_mmi_out así como valores del diagnóstico funcional mdl_err_xx . Además se indica un intervalo de valores, dentro del cual los sensores pueden aprender. Éste son las señales $mdl_pwm_max/min_vl/vr/hl/hr$ así como $mdl_z_anp_min/max_vl/vr/hl/hr$. Magnitudes razonables adicionales son el estado de funcionamiento del sistema de regulación mdl_fkt así como ID, que describen el código, el conjunto de datos así como las interfaces mdl_xx/id , así como una indicación de si el conjunto de datos coincide con el código mdl_param_io y por tanto el sistema puede hacer funcionar de manera razonable el sistema de regulación.
- El módulo de entrada de señales 60 asume por tanto una normalización, una conversión y un cálculo de todas las entradas de señal (que se aplican en la interfaz) en un formato físico estándar en unidades si.
- El módulo de salida de señales 68 implementa una normalización, una conversión y un cálculo de todas las salidas de señal al formato definido en la interfaz para el software básico.
- El módulo de filtro 72 sirve para determinar las velocidades de esquina de carrocería verticales, las velocidades modales verticales (para balanceo y cabeceo) y las velocidades de amortiguador de los sensores para la aceleración de la carrocería y el movimiento relativo entre la carrocería y la rueda. Para ello se filtran las magnitudes de manera correspondiente.
- El módulo de interfaz hombre-máquina 70 asigna los modos de regulador comodidad, normal, deportivo a la representación de teclas correspondiente mmi del medio de conmutación 46 del software básico. Además se comunica al software básico, qué modo está activo en el regulador.
- El propósito del módulo de reconocimiento de carretera 76 es reconocer el estado de la carretera. Para ello se determinan los porcentajes de energía correspondientes para la rueda y la carrocería. Ambos porcentajes se suman finalmente para dar una energía de rueda-carrocería común, que se introduce entonces en todos los módulos, que tienen en cuenta la influencia de la carretera.
- El módulo de reconocimiento de carga 74 determina a partir de la información de recorrido relativo del eje trasero mediante una filtración de onda larga de manera correspondiente la posición cuasiestática del recorrido relativo. Ésta

5 puede procesarse en los siguientes módulos para dar una modificación dependiente de la carga del requisito de corriente. El propósito del módulo de dinámica vertical 84 con los componentes rueda individual (ve) y modal (vm) es la armonización y minimización de las vibraciones de la carrocería teniendo en cuenta estados tales como la velocidad de conducción y el estado de la carretera y similares. El regulador de rueda individual sirve para provocar una puesta en horizontal de la carrocería mediante una atenuación de las esquinas de vehículo individuales. Resulta ventajoso que tanto los sensores como los actuadores (amortiguadores) estén dispuestos en las esquinas de vehículo, de modo que en estas posiciones sea posible una intervención local y temporalmente correcta/sin pérdidas. La velocidad de carrocería sirve como magnitud de regulación esencial. Una minimización del movimiento de la carrocería a las esquinas individuales no es suficiente, dado que un conductor percibe además el acoplamiento del movimiento, que conduce por ejemplo a procesos de cabeceo o de balanceo. Esta tranquilización de la carrocería 20 puede tener lugar sólo mediante la atenuación correspondiente de los movimientos modales. A este respecto, el modo de acción de la regulación vertical puede variar a través de la parametrización, de modo que por ejemplo en el modo de comodidad la carrocería 20 se desacopla en su mayor parte de la calzada, mientras que en el modo deportivo se facilita un contacto directo con la calzada.

15 El módulo de dinámica transversal 80 permite un ajuste óptimo de la amortiguación en situaciones de conducción con un requisito de dinámica y/o de seguridad aumentado. El objetivo es minimizar un movimiento de la carrocería debido a movimientos de direccionamiento. En paralelo tiene que garantizarse que no se produzcan oscilaciones de la carga de rueda aumentadas, que conduzcan a una adherencia al suelo correspondientemente menor de las ruedas. En cuanto a la dinámica transversal se diferencia entre movimientos cuasiestacionarios y dinámicos. Los primeros pueden respaldarse por el amortiguador sólo de manera condicionada, dado que no puede aplicar ninguna fuerza de manera estacionaria. En el caso de que tenga lugar una intervención de ESP, existe ya una situación relevante desde el punto de vista de la seguridad de conducción, que sólo depende de una amortiguación lo más óptima posible de la rueda. Ésta puede ajustarse de manera variable según el estado de la carretera, de modo que se evite un salto de una rueda debido a una amortiguación insuficiente y/o excesiva.

20 En el módulo de dinámica longitudinal 82 se tienen en cuenta los requisitos de amortiguación en procesos de arranque y de frenado. Se reducen los movimientos de cabeceo de la carrocería durante los procesos de frenado y de aceleración. También se tiene en cuenta en este caso (como en la dinámica transversal) una combinación de los requisitos en cuanto a la comodidad (con movimientos de la carrocería reducidos) y la seguridad (con oscilaciones de la carga de rueda reducidas). En el caso de intervenciones de ABS se aplica como en la intervención de ESP una amortiguación óptima de la rueda adaptada a la carretera.

30 El objetivo del módulo de amortiguación de posiciones finales 78 es evitar ruidos de choque mediante choques mecánicos en el amortiguador en el lado de tracción o de presión. Esto se consigue porque en las zonas de posiciones finales se reduce de manera correspondiente la velocidad de amortiguador mediante la alimentación de corriente.

35 En el módulo de cálculo de corriente 86 se resumen los requisitos de los módulos de regulación y de control anteriores a través de evaluaciones de estado correspondientes. A este respecto, básicamente durante la activación de los amortiguadores 22, 24, 26 y 28 se ajusta la seguridad de conducción a través de la comodidad de conducción. En maniobras de conducción relevantes desde el punto de vista de la dinámica de conducción o limitaciones de sistema, por ejemplo errores, se ajusta por ejemplo por medio de los algoritmos de regulación siempre un estado de amortiguador seguro desde el punto de vista de la conducción.

40 Queda claro que por medio del módulo de filtro 72, del módulo de dinámica vertical 84 y del módulo de posiciones finales 78 se implementa en particular la exigencia de comodidad. Los requisitos de deportividad y/o de seguridad de conducción se implementan en particular mediante el módulo de filtro 72 y el módulo de dinámica longitudinal 82 así como el módulo de dinámica transversal 80 en función del estado para procesos cuasiestacionarios y para procesos dinámicos.

45 El módulo de cálculo de corriente 86 es responsable del desacoplamiento de las diferentes exigencias de regulación y la selección de las magnitudes de control óptimas.

50 Para los módulos individuales de la regulación de amortiguador se obtienen diferentes requisitos con respecto a los tiempos de muestreo. En el caso de una capacidad de cálculo suficiente pueden calcularse todos los módulos en la trama más rápida, por ejemplo una trama de 1 ms. Sin embargo, esto tampoco puede implementarse en los aparatos de control 44 de última generación. Por tanto, es razonable la realización en el lado de control de los módulos por motivos de tiempo de cálculo con diferentes tiempos de muestreo, por ejemplo 1 ms, 5 ms, 10 ms o 100 ms.

55 En la Figura 20 se muestra un circuito de regulación, que está ampliado en un nivel de monitorización. De este modo puede implementarse un sistema de regulación tolerante a los errores. En este caso, el circuito de regulación convencional mostrado en la Figura 15 está complementado mediante un módulo de diagnóstico de errores 110. Este módulo de diagnóstico de errores 110 observa las magnitudes de entrada y de salida del trayecto 90 y por tanto monitoriza el circuito de regulación y determina el estado de error del tramo de regulación. La estimación del error

determinado se transmite a un módulo 112 para la adaptación del regulador. A través del módulo 112 se recurre al regulador 92 de manera correspondiente al estado de error determinado, de modo que pueden conseguirse objetivos de regulación necesarios mínimos.

5 Por tanto, por medio de los módulos de diagnóstico de errores 110 o módulos de adaptación de regulador 112 puede mantenerse en la fase desde la aparición de un error hasta un eventual paso por el taller en la regulación de amortiguador la proporción de la amortiguación a través de magnitudes de sustitución y funciones de emergencia tanto que puede seguir conduciéndose con una comodidad limitada. En el caso de un error reconocido de una señal de entrada, el algoritmo sustituye la información que falta por un valor de sustitución, que por regla general puede
10 calcularse a partir de un procesamiento de otras señales. Este valor de sustitución debe caracterizar lo mejor posible la respectiva propiedad de la señal y es de manera ventajosa dinámico para proporcionar resultados satisfactorios. En el caso de un fallo de uno o varios sensores o actuadores se toman medidas de marcha de emergencia individuales en función del patrón de errores. Los procedimientos de regulación se siguen realizando ahora con el valor de sustitución, con lo que se garantiza una funcionalidad mínima de la regulación también en el caso de la
15 aparición de un error.

El tratamiento de los errores sigue el siguiente esquema. Se produce un error, se reconoce un error, se notifica un error, se impiden consecuencias adicionales del error, se trata el error (por ejemplo tolerancia de errores), se elimina el error (reparación), se sigue trabajando. Es deseable reconocer los errores y tratarlos, antes de que muestren
20 consecuencias visibles, debiendo sin embargo que tener en cuenta siempre un compromiso entre esfuerzo y utilidad, es decir entre costes, rendimiento, transparencia, grado de tolerancia de errores y similares.

En la técnica, la tolerancia de errores significa la propiedad de un sistema técnico de mantener su modo de funcionamiento también cuando aparecen introducciones imprevistas o errores, por ejemplo en el hardware o el
25 software. La tolerancia de errores aumenta la fiabilidad del sistema.

La tolerancia de errores se utiliza en el caso de un sistema no relevante desde el punto de vista de la seguridad a menudo para aumentar la disponibilidad del sistema o para garantizar la seguridad de sistemas de seguridad. Se diferencia entre seguridad con respecto a los errores (*fail safe*) y una degradación suave (*fail graceful*). En el caso de
30 la seguridad con respecto a los errores, el sistema, en el caso de reconocer errores o fallos pasa a un estado de funcionamiento seguro y estable y se mantiene en el mismo hasta que el motivo se ha eliminado o reparado. En los amortiguadores semiactivos, por ejemplo a menudo sin alimentación de corriente, se abre una válvula de derivación, que conecta una curva característica *fail safe*, que no es crítica en cuanto a los aspectos de seguridad de conducción. En el caso de una degradación, el sistema sigue funcionando en el caso de reconocer una anomalía,
35 pero ya no pone a disposición toda la gama de sus funciones o velocidad, hasta que se ha eliminado el error.

El hecho de tener en cuenta mensajes de error puede tener lugar mediante la integración de un nivel de diagnóstico en los algoritmos de regulación, explicados mediante las Figuras anteriores. Esto puede incorporarse tanto horizontalmente a lo largo de las trayectorias de flujo de datos, pero también verticalmente en la jerarquía de
40 módulos.

En la interfaz de entrada 60 deben completarse las señales de entrada en cada caso con una señal de error o una señal de estado de error. Esto es necesario en particular en el caso de magnitudes, que tienen una influencia directa en la regulación, tal como por ejemplo las magnitudes de sensor, inclusive las magnitudes CAN.
45

Adicionalmente puede completarse tanto la interfaz de entrada 60 como la interfaz de salida 68 con información general. A esta pertenece por ejemplo la información relativa al estado del respectivo componente, tal como software básico y regulador. Además debe intercambiarse información de identificación sobre si los componentes encajan entre sí, de modo que sólo se acoplan entre sí niveles asociados unos a otros. En el caso de una desviación, el
50 aparato de control 44 pasa a la marcha de emergencia.

Además pueden transferirse valores de sustitución estadísticos a las interfaces, dado que en un gestor de errores en la mayoría de los casos los errores y los valores de sustitución están acoplados entre sí. En este caso es posible transferir los valores de sustitución en lugar de los verdaderos valores de señal o sin embargo ponerlos a disposición
55 en una entrada de señales separada. Una entrada de señales separada es ventajosa por los siguientes motivos. Por un lado, en la denominada fase pendiente, en la que aún no se conoce si realmente existe un error, puede decirse qué valor se usa en la siguiente regulación. Por otro lado existen los valores de señal reales para un diagnóstico funcional o si no para una nueva comprobación de corrección de errores. Precisamente el aspecto de la nueva comprobación de corrección tiene un alto valor de ajuste, dado que aumenta la disponibilidad del sistema. Por lo demás puede ser ventajoso en ciclos de inicialización, que por ejemplo se transfieran valores iniciales como señal y
60 no valores de sustitución.

También la interfaz de salida 68 está complementada con señales de error correspondientes. Éstas tienen que proporcionar al menos información sobre en qué medida la magnitud de regulación requerida es susceptible a errores o en qué estado se encuentra el regulador. Estos estados pueden ser "en orden", "en orden con limitación",
65

“marcha de emergencia”, “*fail safe*” o similares. Además, las señales de salida están previstas con un estado de error. También en este caso puede determinarse en el caso de necesidad un valor de sustitución.

5 A este respecto, el estado de error puede tener los estados más diversos, tal como por ejemplo “en orden”, “no en orden”, “pendiente de error” (error reconocido, pero aún no cualificado), “no corregido”, etcétera.

10 Además está previsto un módulo de errores 114 en el módulo de entrada de señales 62, que evalúa los estados de error de las señales de entrada. En este caso pueden determinarse por ejemplo también índices de error. De manera correspondiente, un módulo de errores 116 también puede completarse en el módulo de salida de señales 66, para proporcionar las señales de salida a la interfaz 68.

15 Además está prevista una formación de valores de sustitución. Esto puede tener lugar en un módulo independiente 118, que también puede estar dispuesto por ejemplo en la entrada de señales, pero que también puede estar integrado en el módulo de errores 114. En este caso también tiene que decidirse, entre otros, si y en qué forma se retrocede a valores de sustitución.

20 De manera complementaria puede estar previsto un módulo de marcha de emergencia 120, que lleva a cabo evaluaciones generales para la estrategia de marcha de emergencia y las transmite de manera correspondiente a los siguientes módulos. En este caso puede tener lugar una integración en el módulo de entrada de señales 62 y/o en el módulo de salida de señales 66. En el módulo de entrada de señales 62 puede tener lugar, por ejemplo, un cálculo de la información de estado de regulador o de marcha de emergencia para el regulador individual. En el módulo de salida de señales puede estar implementada por ejemplo la aplicación de límites de corrientes o de bandas de corriente.

25 Además de estos módulos de error es además ventajosa la integración de un diagnóstico funcional. Éste está dispuesto igualmente de manera preferible en el módulo de entrada de señales 62. Su transmisión de errores puede estar entonces marcada directamente como en el caso de los errores de señales de entrada. También es posible integrar este módulo de diagnóstico 122 en un gestor de errores. Sin embargo, dado que el diagnóstico funcional con frecuencia está estructurado basado en modelos o basado en conocimientos, se recomienda una incorporación
30 en la estructura de regulador.

35 Los módulos individuales 76, 78, 80, 82, 84 del módulo de regulador 64 pueden dotarse, en caso de necesidad igualmente con magnitudes de entrada adicionales, tales como por ejemplo estados de error de señales individuales, el índice de error o índices de error así como el estado de regulador o de marcha de emergencia o estado de marcha de emergencia. Las señales de valores de sustitución pueden alimentarse en este caso o bien en lugar del verdadero valor de señal o si no como entrada de señales independiente. Precisamente durante la fase pendiente de un error puede ser ventajoso proporcionar tanto del verdadero valor de señal como un valor de sustitución correspondiente.

40 La posibilidad explicada ahora mismo de la asociación de los módulos individuales o las etapas de procesamiento son únicamente a modo de ejemplo. Naturalmente son posibles otras asociaciones, que cumplen con las respectivas funciones.

45 Los módulos de error o de diagnóstico o de valor de sustitución pueden incorporarse en la estructura de regulador correspondiente, tal como se ilustra en la Figura 6 o la Figura 19.

Para ello, en las Figuras 21, 22 y 23 se representan las estructuras de regulador adaptadas correspondientes.

50 La Figura 21 muestra una complementación de manera correspondiente a la Figura 6, alimentándose conjuntamente en este caso a la interfaz de entrada 60 en cada caso la señal de estado de error y la señal de valor de sustitución de una señal. En la interfaz de salida 68 se emite de manera correspondiente a cada señal una señal de estado de error y una señal de valor de sustitución. Además, en la interfaz de entrada 60 se leen tanto señales de identificación como señales de estado de sistema y en la interfaz de salida 68 se emiten señales de identificación y señales de estado de sistema correspondientes. En el módulo de entrada de señales 62 y el módulo de regulador 64 o módulo
55 de salida 66 están incorporados los módulos explicados correspondientes.

60 La Figura 22 muestra un único módulo, por ejemplo el módulo de reconocimiento de carretera 76, el módulo de posiciones finales 78, el módulo de dinámica transversal 80, el módulo de dinámica longitudinal 82 o el módulo de dinámica vertical 84. En cada uno de los módulos se ponen entonces a disposición conjuntamente a través de entradas adicionales correspondientes las señales de estado de error o señales de estado de regulador correspondientes a los valores de señal.

65 Por tanto, para la gestión de errores es aplicable que estos módulos de diagnóstico comprenden módulos de valores de sustitución y/o módulos de marcha de emergencia. Mediante la gestión de errores se aumenta la calidad de regulación y se mejora la disponibilidad del regulador de amortiguador. La interfaz entre software básico y software funcional (regulador de amortiguador) está ampliada con señales de identificación, de modo que la comprobación

puede tener lugar en una interacción concreta. Por ejemplo, así puede garantizarse que una determinada versión de software básico sólo puede comunicarse con la versión del regulador de amortiguador existente. La interfaz entre el software básico y el software funcional contiene tanto la verdadera señal como una segunda señal paralela sobre el estado y/o el valor de sustitución del valor de señal. Éste puede contener por ejemplo los mensajes “correcto”, “erróneo”, “inicial”, “valor de sustitución” o similares. También puede estar previsto un módulo de errores independiente, que evalúa los estados de error individuales y los agrupa en un estado de errores global. Puede estar previsto un módulo de evaluación de sustitución, que según el estado de error calcula valores de sustitución para las entradas de señal de los módulos de regulador, con ello también puede trabajar de manera razonable también en el caso de una avería. A partir de esto puede estar previsto un estado de regulación/módulo de marcha de emergencia, que notifica a los módulos de regulador cuál es el estado de regulador y que eventualmente inicia otras estrategias de regulación. Además está previsto un diagnóstico funcional, que basándose en la evaluación del funcionamiento de los sensores y/o actuadores implicados, determine un estado de error. Los propios módulos de regulación contienen además de las verdaderas entradas para las señales entradas adicionales, los valores de sustitución, el estado de regulador y similares como información adicional.

La invención se refiere también a un procedimiento o sistema para la regulación del movimiento de un vehículo con amortiguadores de choque que pueden activarse electrónicamente, teniendo que tenerse en cuenta en el sistema de regulación todos los requisitos posibles en paralelo según la “realización de comodidad” y la “alta deportividad” así como la seguridad del conductor y desacoplarse en su mayor parte mediante el uso de módulos de regulación dependientes del estado, en particular para estados de conducción (dinámica vertical, longitudinal y transversal), estados de carga, estados de energía (carrocería, amortiguador, rueda, carretera) y actividades del conductor (acelerador, freno, direccionamiento, etapa de conmutación, selección del modo de amortiguador).

Lista de números de referencia

- 25 10 automóvil
- 12 rueda
- 14 rueda
- 16 rueda
- 30 18 rueda
- 20 carrocería
- 22 amortiguador
- 24 amortiguador
- 26 amortiguador
- 35 28 amortiguador
- 30 sensor de recorrido
- 32 sensor de recorrido
- 34 sensor de recorrido
- 36 sensor de recorrido
- 40 38 sensores de aceleración
- 40 sensores de aceleración
- 42 sensores de aceleración
- 44 aparato de control
- 46 medio de conmutación
- 45 48 resorte
- 50 resorte
- 52 resorte
- 54 resorte
- 56 centro de gravedad
- 50 57 curva característica
- 58 elevación

	60	módulo de entrada de señales
	61	cabeceo
	62	módulo de función auxiliar
	63	balanceo
5	64	módulo de regulador
	66	módulo de salida de señales
	68	módulo de salida de señales
	70	módulo de interfaz hombre-máquina
	72	módulo de filtro
10	74	módulo de reconocimiento de carga
	76	módulo de reconocimiento de carretera
	78	módulo de amortiguación de posiciones finales
	80	módulo de dinámica transversal
	82	módulo de dinámica longitudinal
15	84	módulo de dinámica vertical
	86	módulo de cálculo de corriente
	90	trayecto
	92	regulador
	94	comparador
20	96	elemento de ajuste
	98	elemento de medición
	100	unidad de combinación
	102	regulador individual
	104	elementos de módulo
25	106	elementos de módulo
	108	unidad de combinación
	110	módulo de diagnóstico de errores
	112	módulo de adaptación de regulador
	114	módulo de errores
30	116	módulo de errores
	118	módulo
	120	módulo de marcha de emergencia
	122	módulo de diagnóstico

35

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para generar señales para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil, en el que se determina mediante sensores el movimiento de la carrocería, las señales de sensor que corresponden a los valores de sensor determinados se suministran a un regulador de amortiguador y el regulador de amortiguador proporciona al menos una señal de control para activar actuadores, en particular amortiguadores semiactivos o activos, por medio de los cuales puede influirse en el movimiento de la carrocería, en el que a partir de las señales de sensor teniendo en cuenta estados de conducción y/o estados de carga y/o estados de energía y/o actividades del conductor momentáneos y esperados en función de requisitos seleccionables del movimiento de la carrocería y requisitos de seguridad de conducción por medio de algoritmos de regulación dependientes del estado se determina la al menos una señal de control para activar los actuadores, caracterizado porque los algoritmos de regulación dependientes del estado tienen en cuenta mensajes de mayor relevancia, en el que como mensajes de mayor relevancia se tienen en cuenta señales de diagnóstico y/o señales de valores de sustitución y/o señales de marcha de emergencia.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como la al menos una señal de control se proporciona una corriente de control que influye directamente en los actuadores.
- 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como requisitos seleccionables del movimiento de la carrocería puede seleccionarse al menos entre comodidad y deportividad.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque la selección puede tener lugar gradualmente o de manera escalonada entre alta comodidad y alta deportividad.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como estados de conducción se tienen en cuenta la dinámica vertical y/o la dinámica longitudinal y/o la dinámica transversal del vehículo.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como estados de energía se tienen en cuenta los estados de energía de la carrocería y/o de la rueda y/o de la carretera y/o del actuador.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque como actividad del conductor se tiene en cuenta el estado de accionamiento del pedal de aceleración y/o del pedal de freno y/o de la dirección y/o del mando de cambio de velocidades.
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se implementa una exigencia de comodidad en los algoritmos de regulación en particular mediante el uso de al menos un filtro dependiente del estado y/o al menos un módulo de dinámica vertical dependiente del estado para el movimiento de una rueda individual y/o el movimiento total de la carrocería (elevación, balanceo y cabeceo) y/o al menos un módulo de posiciones finales dependiente del estado, en particular teniendo en cuenta los estados de energía de la carrocería, del amortiguador, de la rueda y/o de la carretera.
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la exigencia de deportividad y/o exigencia de seguridad de conducción se implementa en los algoritmos de regulación, en particular mediante el uso de filtros dependientes del estado y módulos de dinámica longitudinal y transversal dependientes del estado para procesos cuasiestacionarios y para procesos dinámicos, en particular teniendo en cuenta los estados de energía de la carrocería, del amortiguador, de la rueda y/o de la carretera.
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los algoritmos de regulación dependientes del estado de los estados y las exigencias se realizan individualmente o de manera combinada.
- 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el código de los algoritmos de regulación se ejecuta en diferentes tramas de tiempo en el regulador de amortiguador, en el que existen al menos una trama rápida con una trama de tiempo de entre 0,5 ms y 5 ms, preferiblemente una trama de 1 ms y una trama de 5 ms, y al menos una trama más lenta con una trama de tiempo >5 ms, preferiblemente una trama de 10 ms y una trama de 100 ms.
- 12.- Sistema para influir en el movimiento de una carrocería cuyos desarrollos de movimiento pueden controlarse o regularse de un automóvil, con sensores, que detectan el movimiento de la carrocería, con actuadores que pueden controlarse o regularse, en particular amortiguadores semiactivos o activos, que están dispuestos entre la carrocería y las ruedas del vehículo, con un regulador de amortiguador, por medio del que se procesan las señales de sensor y se proporciona al menos una señal de activación para los actuadores, en el que el regulador de amortiguador y/o un aparato de control comprende o comprenden módulos, por medio de los cuales a partir de las señales de sensor teniendo en cuenta estados de conducción y/o estados de carga y/o estados de energía y/o actividades del conductor momentáneos y esperados, en función de requisitos seleccionables del movimiento de la carrocería y requisitos de seguridad de conducción, puede generarse al menos una señal de control para los actuadores, caracterizado porque el sistema presenta un módulo de gestión de errores, que comprende un módulo de

diagnóstico, un módulo conceptual de valores de sustitución y un módulo de estado de marcha de emergencia de regulación, con lo que el sistema es adecuado para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11.

5

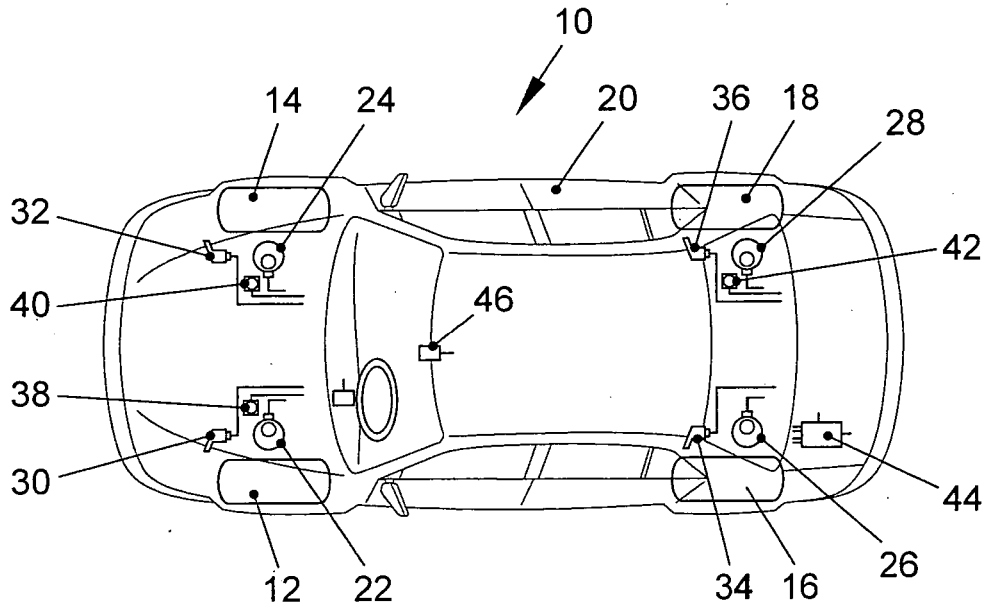


FIG. 1

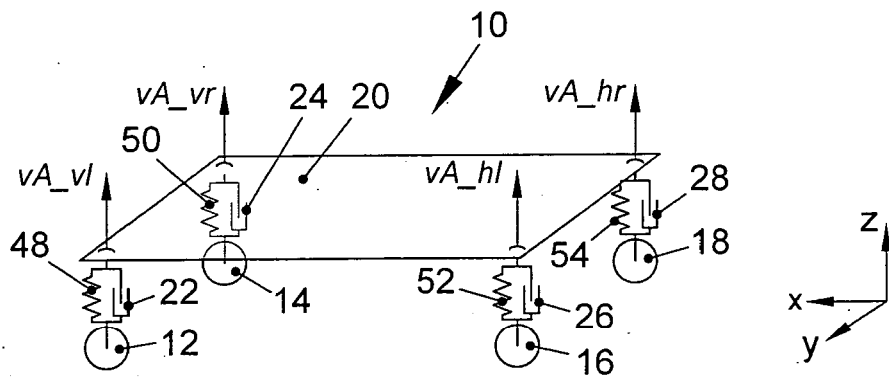


FIG. 2

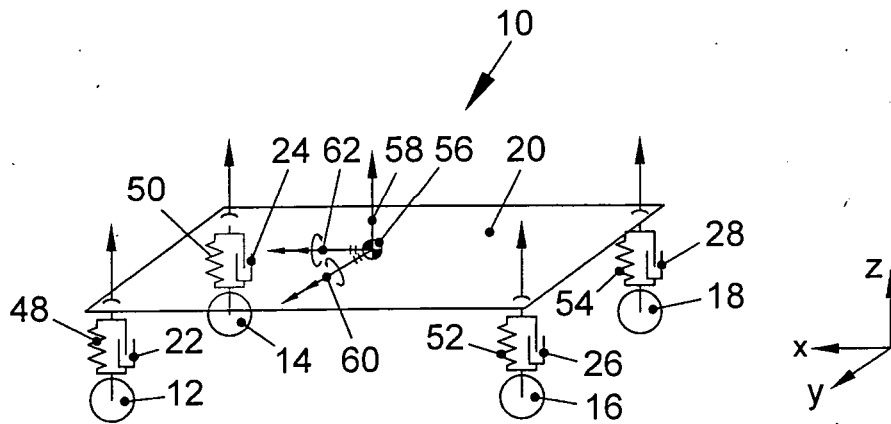


FIG. 3

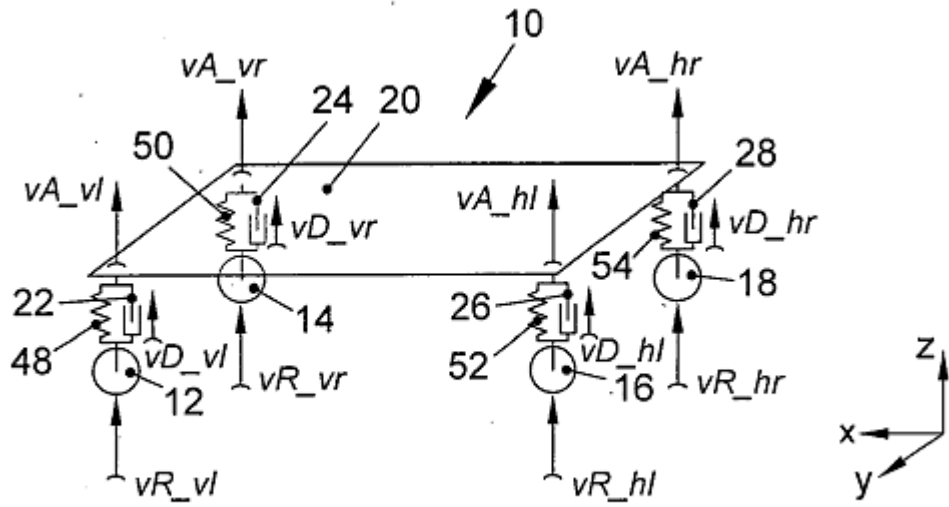


FIG. 4

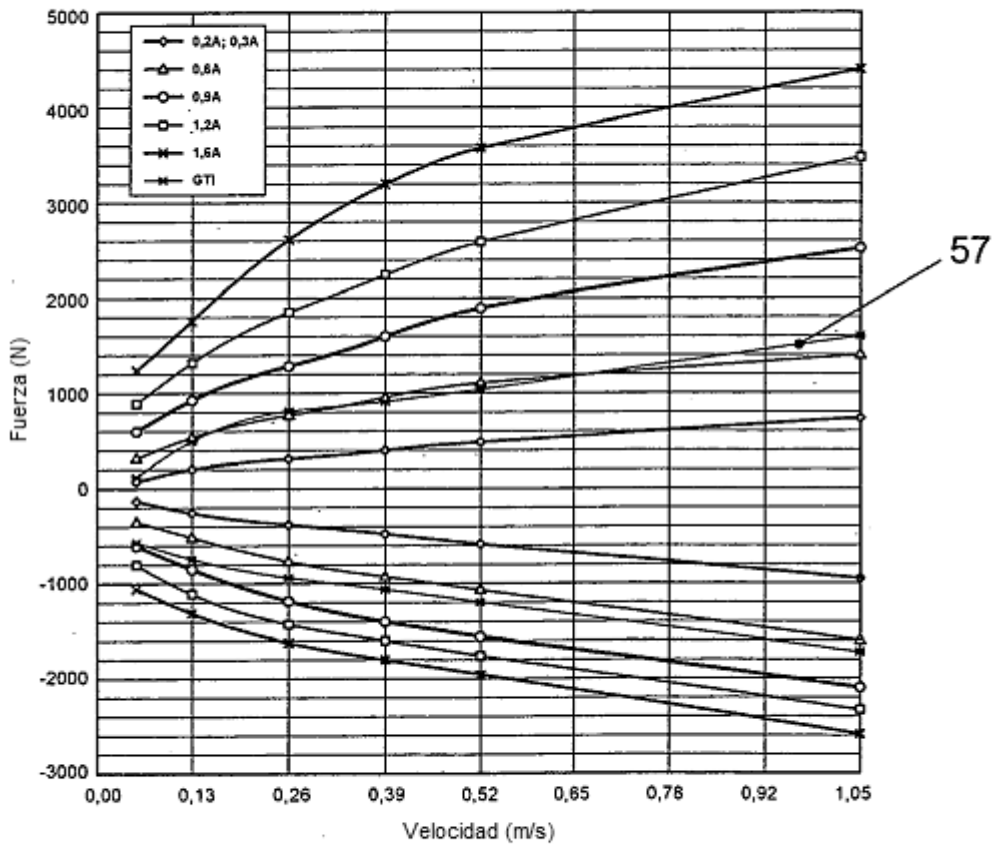


FIG. 5

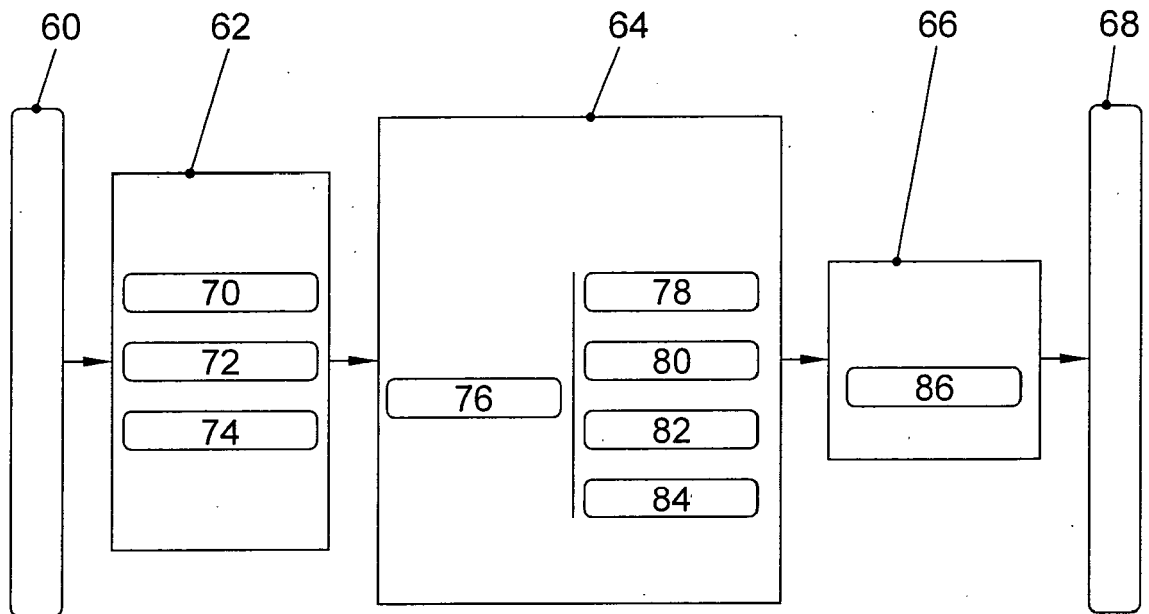


FIG. 6

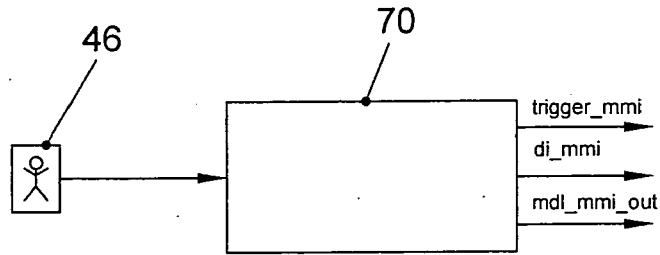


FIG. 7

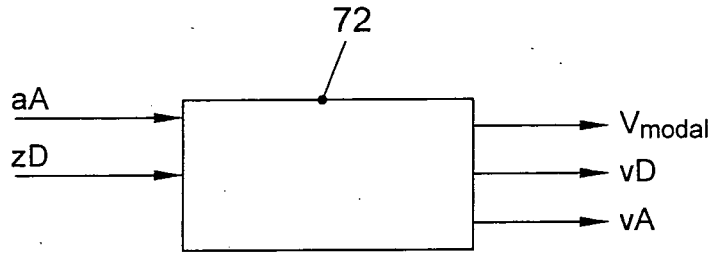


FIG. 8

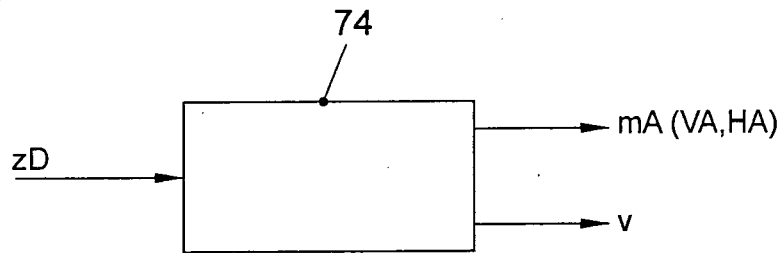


FIG. 9

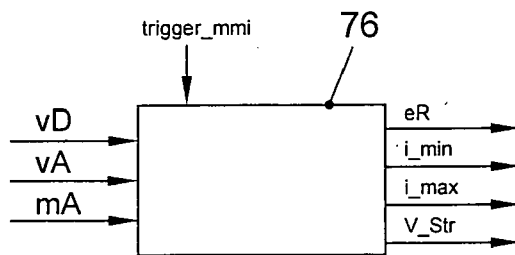


FIG. 10

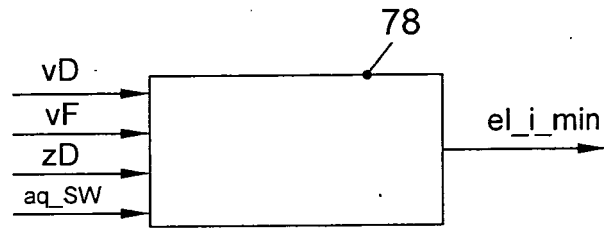


FIG. 11

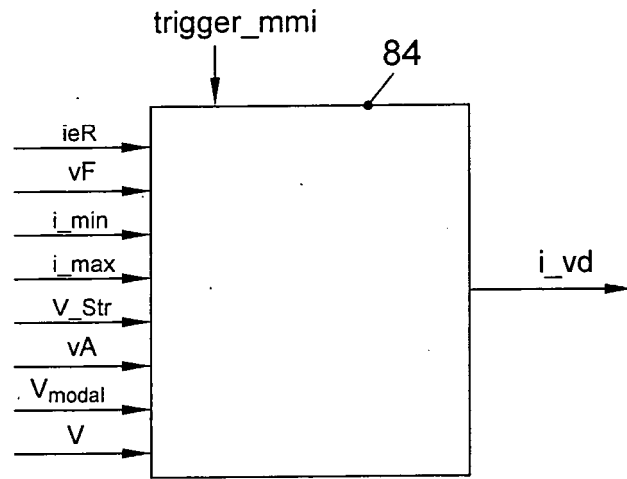


FIG. 12

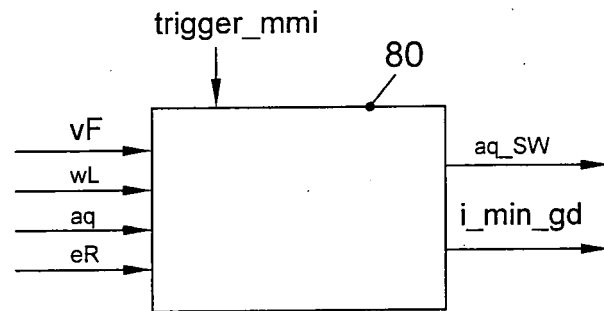


FIG. 13

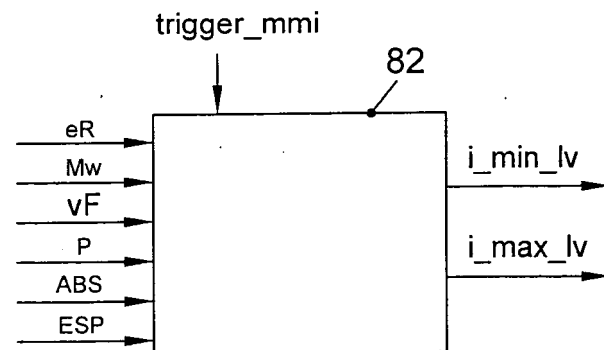


FIG. 14

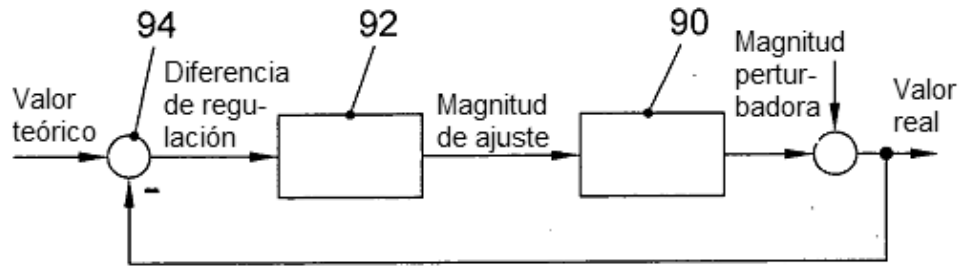


FIG. 15

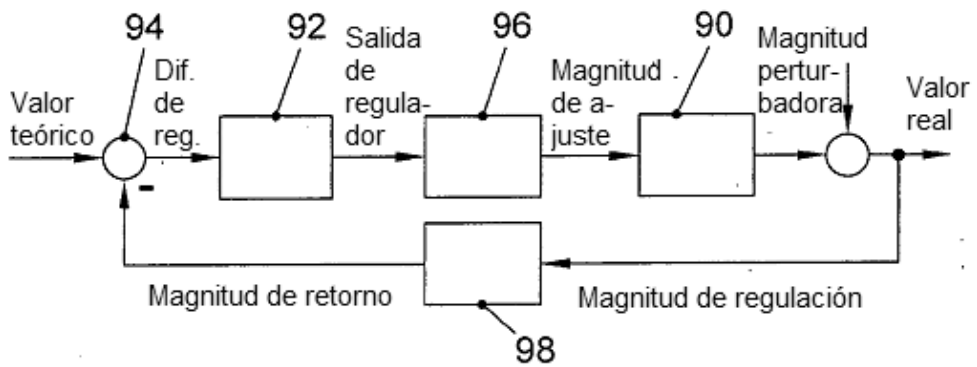


FIG. 16

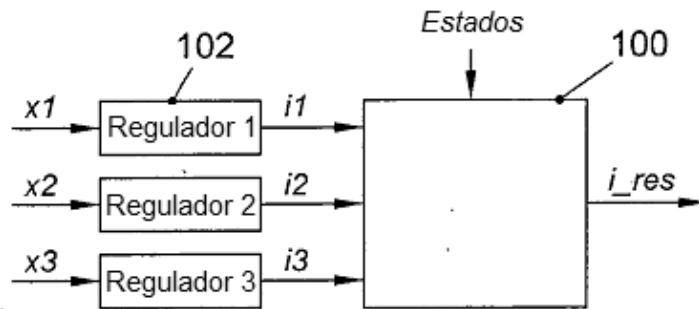


FIG. 17

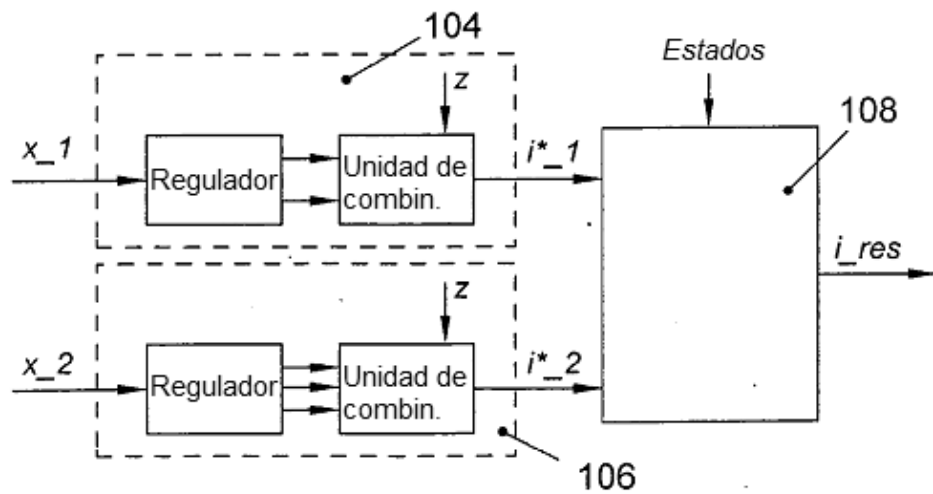


FIG. 18

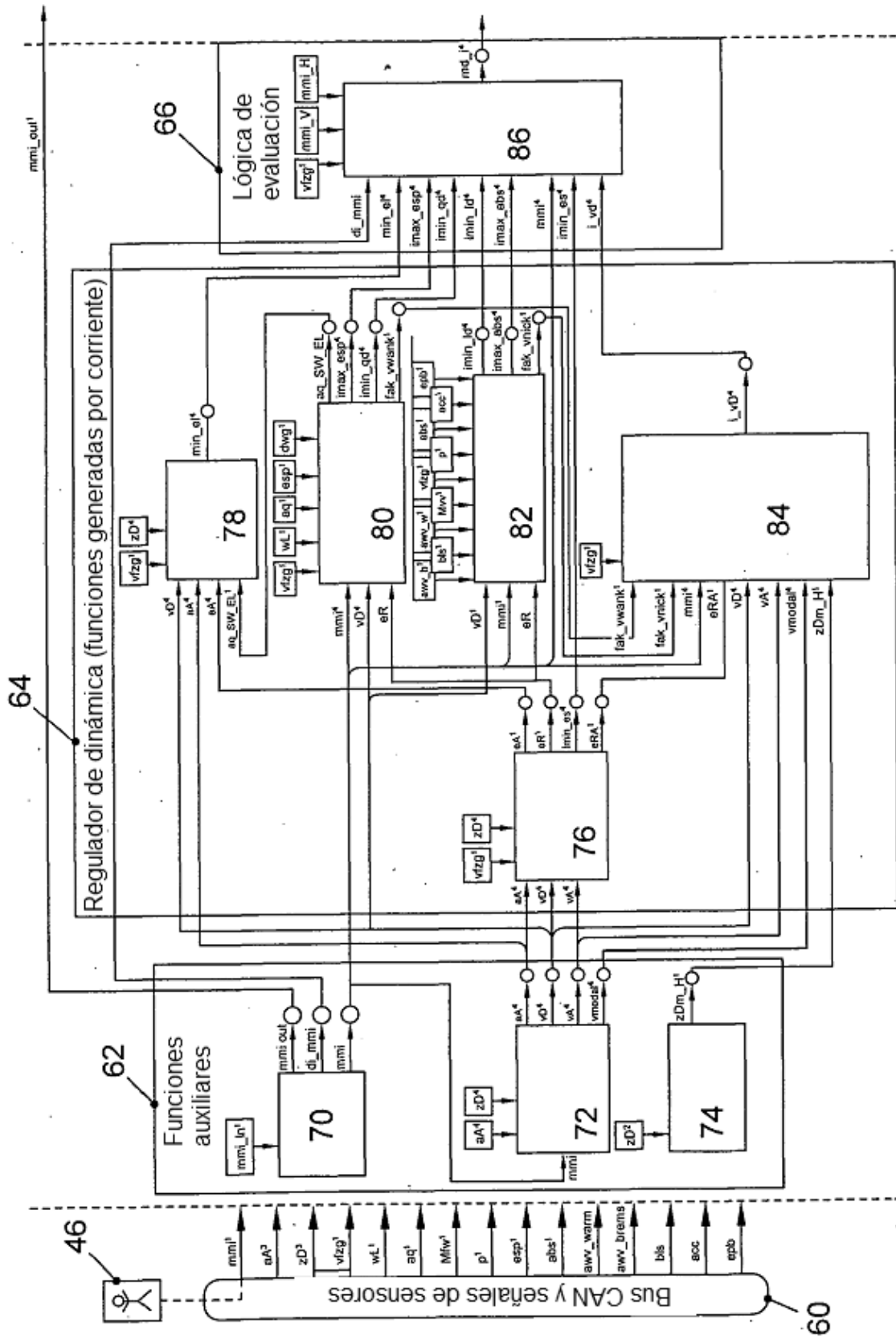


FIG. 19

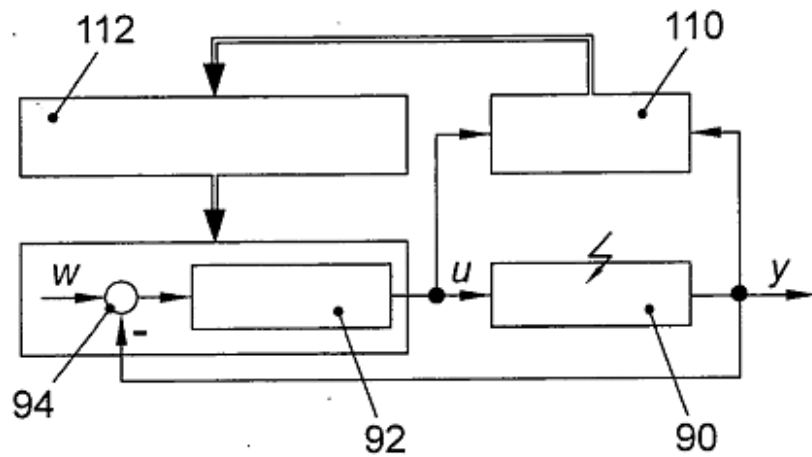


FIG. 20

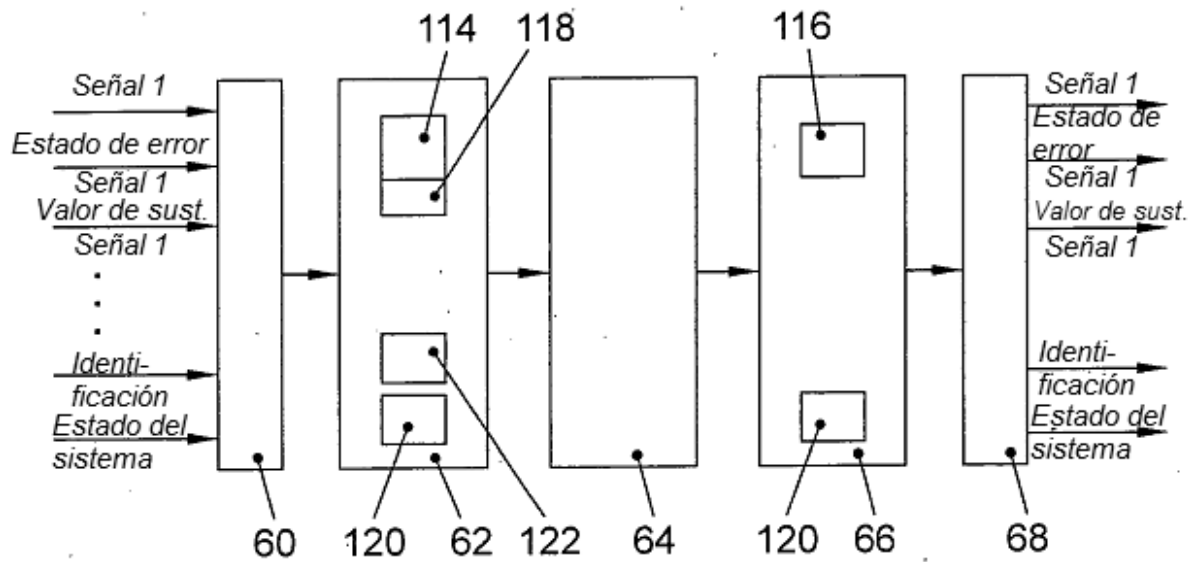


FIG. 21

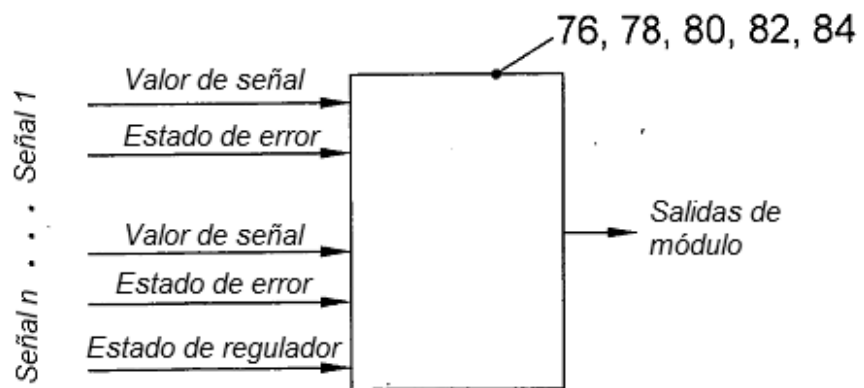


FIG. 22