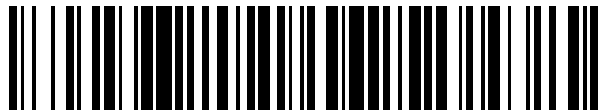


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 434**

51 Int. Cl.:

**B60G 11/27** (2006.01)

**B60G 99/00** (2010.01)

**B60G 17/052** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2012 PCT/NL2012/050192**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12134277**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012 E 12714409 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2688756**

54 Título: **Sistema de suspensión para un compartimento del conductor de un vehículo**

30 Prioridad:

**25.03.2011 NL 2006476**  
**28.07.2011 NL 2007191**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.08.2017**

73 Titular/es:

**DAF TRUCKS N.V. (100.0%)**  
**Hugo van der Goeslaan 1**  
**5600 PT Eindhoven , NL**

72 Inventor/es:

**VAN DER KNAAP, ALBERTUS CLEMENS MARIA;**  
**BEENAKKERS, MENNO ADRIANUS y**  
**VANDENHOUDT, JEROEN**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 628 434 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**

Sistema de suspensión para un compartimento del conductor de un vehículo

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de suspensión para el compartimento del conductor de un vehículo, más particularmente, a un sistema de suspensión que incluye resortes neumáticos.

10 La optimización del confort de conducción en vehículos, en particular, camiones con cabinas suspendidas desde chasis del vehículo, siempre ha sido un punto de atención. Aunque la mayor parte de la atención ha sido la optimización de la suspensión pasiva y el ajuste de las características pasivas a las condiciones del vehículo y/o de la carretera, se han propuesto sistemas de suspensión que minimizan las perturbaciones transmitidas a través del chasis neutralizando activamente el impacto de las perturbaciones de la carretera y/o el sistema de suspensión de la cabina. El objetivo es neutralizar cualquier perturbación en la cabina de modo que el sistema de suspensión mantenga la cabina prácticamente estable en una posición forzada que contrarreste el balanceo, cabeceo o movimientos de elevación que se producen en el vehículo debido a las aceleraciones. Además, la cabina puede mantenerse en una posición de reposo con desviación de impacto mínima.

20 Tales sistemas convencionales de suspensión activa experimentan dificultades en el ajuste y sufren una demanda de energía bastante alta, lo cual es un inconveniente en el enfoque actual para economizar energía.

Aunque la mayor parte de la suspensión activa utiliza presión hidráulica, en la serie de documentos técnicos SAE/, pap.910023 1991 A. Wiesmeier, F. Ufflmann (Ingeniería de camiones IVECO) "Cabina aislada de vibración por suspensión activa - Requisitos, Conceptos y Primeros Resultados" se contempla una disposición neumática. El documento proporciona más detalles sobre una suspensión hidráulica con una disposición de válvula proporcional para una configuración de cabina suspendida. Se utiliza una fuente de suministro de presión central para operar los cilindros de presión. Se encontró una disposición neumática poco atractiva teniendo en cuenta las consideraciones de temperatura y eficiencia energética. De hecho, las leyes de la termodinámica para los gases de Boyles requiere un modelo físico complejo para poder controlar los resortes basados en el flujo másico.

El documento DE102009012581, que se considera como la técnica anterior más cercana, explora sin embargo esta dirección y utiliza un modelo invertido de ecuaciones termodinámicas básicas que se linealizan sobre un intervalo de control para proporcionar una fuerza controlada en los resortes neumáticos en los que se requiere un control de alimentación directa para la predicción de la masa de aire requerida en el resorte neumático. Se contempla una válvula neumática proporcional para implementar como una válvula entre la presión central y los resortes neumáticos. Es importante destacar, que se contemple que la válvula proporcional tenga una abertura de válvula regulable, dependiente de la tensión de control (o corriente eléctrica del solenoide).

40 El documento WO 2010/019038 describe una suspensión hidráulica multipunto con un modo de control activo y pasivo.

La invención tiene como objeto proporcionar una suspensión para el compartimento del conductor con un concepto de control de la válvula que sea fácil de fabricar y que tenga un control suave y de alta precisión de la presión del gas en los resortes neumáticos, con el fin de neutralizar las perturbaciones de la carretera y/o el compartimento del conductor.

45 Resumen de la invención

Según un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de suspensión para el compartimento del conductor en el chasis de un vehículo, que comprende una disposición de montaje para montar el compartimento del conductor en el chasis del vehículo que incluye al menos dos resortes neumáticos dispuestos a lo largo de la parte lateral del compartimento del conductor y se acopla entre el compartimento del conductor y el chasis del vehículo. El sistema de suspensión incluye un suministro de presión y una ventilación atmosférica.

55 Por cada resorte neumático se acopla comunicativamente un dispositivo de válvula a la alimentación de presión; la ventilación y un resorte neumático respectivo a través de un terminal de presión; un terminal de ventilación y un terminal de resorte. El dispositivo de válvula comprende al menos una primera válvula que tiene una salida de válvula formada por el terminal de resorte y una entrada de válvula acoplada comunicativamente a la alimentación de presión. Dicha al menos primera válvula comprende un asiento de válvula que separa la entrada de válvula y la salida de válvula; un elemento de válvula que se presiona en condición normalmente cerrada contra el asiento de válvula por medio de un resorte. Durante el uso, se ejerce una presión de entrada en el elemento de válvula a través del orificio del asiento de válvula, el elemento de válvula está encerrado en la salida de la válvula de modo que la presión de salida se contraponga al elemento de válvula; el elemento de válvula está sujeto a la fuerza generada por una diferencia de presión entre la entrada y la salida. Un accionador eléctrico se acopla al elemento de válvula. Puede establecerse un punto de ajuste de fuerza continuamente variable que active un servomecanismo de presión integrado de válvula (explicado con más detalle con la descripción de la Figura 5) y define así una fuerza de ajuste que contrarresta la

diferencia de presión entre la entrada y la salida y se proporciona un controlador para establecer el punto de ajuste de la fuerza de la válvula mediante la alimentación del actuador en base a un valor de referencia establecido.

5 De esta manera, se logra una operación fluida y continuamente variable sin complejidad ya que los parámetros de ajuste de presión según esta disposición pueden controlar directamente la dinámica de fuerza mecánica requerida para el movimiento del compartimento del conductor independientemente de la temperatura y el flujo másico.

10 Otras áreas de aplicabilidad de los presentes sistemas y métodos se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación. Debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican modalidades ejemplares de las presentaciones y métodos, se destinan únicamente a fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la invención.

Breve descripción de las Figuras

15 Estas y otras características, aspectos y ventajas de los aparatos, sistemas y métodos de la presente invención se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción, reivindicaciones adjuntas, y dibujos acompañantes en los que:

La Figura 1 muestra uno de los resortes neumáticos con un sistema de válvulas;

La Figura 2 muestra una disposición de conmutación alternativa de la Figura 1;

20 La Figura 3 muestra una válvula neumática de control proporcional de presión con un servomecanismo de presión integrado con más detalle;

La Figura 4 muestra el principio de funcionamiento de la válvula de la Figura 3;

La Figura 5 muestra un diagrama de fuerza ejemplar de la válvula de fuerza regulable;

La Figura 6 muestra otra modalidad de acuerdo con la invención;

25 La Figura 7 muestra un circuito de control de presión que ilustra la no dependencia entre la temperatura y el volumen; y

La Figura 8 muestra un ejemplo de diagrama de estimación del estado del vehículo

La Figura 9 muestra múltiples configuraciones de remolque en combinación con las correspondientes estrategias de retroalimentación háptica de retorno de dicho sistema de suspensión de cabina activa.

La Figura 10 muestra otra modalidad adicional de acuerdo con la invención;

30

Descripción en detalle

35 La siguiente descripción de ciertas modalidades ejemplares es meramente de naturaleza ejemplar y no pretende en modo alguno limitar la invención, sus aplicaciones o sus usos. En la siguiente descripción detallada de modalidades de los presentes sistemas, dispositivos y métodos, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración modalidades específicas en las que los dispositivos y métodos descritos pueden practicarse. Estas modalidades se describen con suficiente detalle para permitir que los expertos en la técnica practiquen los sistemas y métodos descritos en la presente invención, y debe entenderse que pueden utilizarse otras modalidades y que pueden realizarse cambios estructurales y lógicos sin apartarse del alcance del presente sistema.

40

Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo, y el alcance del presente sistema se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas. El(Los) dígito(s) principal(es) de los números de referencia en las Figuras del presente documento se corresponden típicamente con el número de la Figura, con la excepción de que los componentes idénticos que aparecen en múltiples Figuras se identifican con los mismos números de referencia. Además, a efectos de claridad, se omiten descripciones detalladas de dispositivos, circuitos y métodos bien conocidos para no eclipsar la descripción del presente sistema.

45

50 La Figura 1 muestra un resorte neumático 30 con un dispositivo de válvula 10 que acopla selectivamente el resorte 30 a una alimentación de presión 20 o una abertura de ventilación 25. El resorte neumático forma parte de una disposición de montaje para montar el compartimento de un conductor en el chasis de un vehículo; típicamente de un gran camión de carga (no mostrado). La suspensión preferentemente se dispone en una de cuatro puntos, pero también puede formarse como una suspensión neumática de dos o tres puntos; por ejemplo, en combinación con acopladores que acoplan la cabina al chasis del vehículo, tales como bisagras (flexibles); por ejemplo, con los resortes neumáticos dispuestos a lo largo de una parte lateral del compartimento del conductor, típicamente el lado delantero del vehículo. De esta manera,

55 el resorte 30 puede acoplarse entre el compartimento de conductor y el chasis de vehículo (no mostrado) y formar un resorte neumático que puede acoplarse de forma selectiva a la alimentación de presión 20 o abertura de ventilación 25 para obtener un flujo másico de gas desde o hacia el resorte 30. El dispositivo de válvula se acopla comunicativamente a la alimentación de presión a través del terminal de presión 11; a la ventilación a través del terminal de ventilación 12 y a un resorte neumático respectivo a través del terminal de resorte 13. El dispositivo de válvula comprende una primera

60 válvula 15 que acopla selectivamente el resorte neumático 30 y la alimentación de presión 20 y una segunda válvula 16 que acopla selectivamente el resorte neumático 30 y la ventilación 25 bajo el control de un controlador 14 dispuesto para conmutar las válvulas primera y segunda 15, 16 alternativamente para presurizar o despresurizar el resorte neumático 30.

Se proporciona un controlador 14 para establecer el punto de ajuste de la fuerza de la válvula al accionar el actuador basándose en un valor de referencia establecido y acoplarse comunicativamente con un sistema de control del estado del vehículo (no mostrado). El sistema de control del estado del vehículo deriva los movimientos de la cabina de una serie de variables dinámicas de entrada; tales como: velocidad del vehículo; aceleración del vehículo; balanceo absoluto; velocidades de cabeceo e impulso (para el control del cabeceo) de la cabina del camión; altura e inclinación de la cabina; el ángulo de dirección y la aceleración lateral tales como la velocidad del balanceo, del cabeceo y del impulso. Basándose en una estrategia de control de avance directo, puede controlarse la presión neumática en el resorte neumático independientemente del caudal másico y de la temperatura. Además, ventajosamente, un sensor de presión y un sensor de altura en el resorte neumático 30 (ver la Figura 6) pueden proporcionar valores de ajuste a través de un control de retroalimentación. La válvula ascendente 15 tiene una salida de válvula 152 formada por el terminal de resorte 13. Una segunda válvula descendente 16 tiene una entrada 161 acoplada al terminal de resorte 13 y una salida 162 acoplada a la ventilación 25 a través del terminal de ventilación 12. Las válvulas 15 y 16 son de tipo regulable por fuerza para definir una diferencia de presión regulable entre los terminales de entrada y salida de las válvulas, respectivamente, y se ilustran más detalladamente en la Figura 3.

La Figura 2 muestra otra disposición en la que se muestra una combinación de una válvula regulable por fuerza 15 con dos válvulas de conmutación rápida 18 y 19 que trabajan juntas en sincronía para definir una trayectoria de flujo unidireccional a través de la válvula 15 que actúa selectivamente como válvula ascendente entre la alimentación de presión 20 y el resorte 30 o como válvula descendente entre la ventilación 25 y el resorte 30. En la condición de presurización del resorte 30; el conmutador rápido 18 acopla el suministro de presión 20 y desacopla la ventilación 25; inversamente, en la condición de despresurización del resorte 30, el conmutador rápido 18 desacopla la alimentación de presión y acopla la ventilación. Simultáneamente, el conmutador rápido 19 bloquea la trayectoria de flujo de retorno y permite el paso del flujo de gas forzado a través de la válvula regulable por fuerza 15; inversamente, cuando se despresuriza; el conmutador rápido 19 proporciona una trayectoria de flujo de retorno para fluir a través de la válvula regulable por fuerza para proporcionar un flujo unidireccional a través de la válvula regulable por fuerza 15. Otras combinaciones de una válvula regulable por fuerza 15 y una disposición de válvula de conmutación rápida también caen bajo el concepto de la invención.

La Figura 3 muestra una válvula regulable por fuerza 15 con más detalle. Específicamente, la válvula 15 tiene una salida de válvula 152, y una entrada de válvula 151. La válvula es unidireccional y tiene una entrada de alta presión y una salida de presión inferior que definen un flujo unidireccional desde la entrada 151 a la salida 152. Un asiento de válvula 153 separa la entrada de válvula 151 y la salida de válvula 152. La entrada 151, la salida 152 y el asiento de válvula 153 pueden estar previstos en una cubierta de válvula 150. El elemento de válvula 154 se encierra en la salida por una cubierta 155 que aloja un actuador eléctrico 156. La cubierta se conecta comunicativamente a la salida de válvula 152 de manera que el elemento de válvula se encierre en la salida de válvula 152 y, por lo tanto, sujeto a la presión de la salida de válvula. El elemento de válvula 154 se presiona en condición normalmente cerrada contra el asiento de válvula 153 por un resorte 158 a través del pistón 160, por ejemplo, un resorte helicoidal. El elemento de válvula 154 se acopla a un pistón 160 que puede proveerse de un orificio 157 para la función de amortiguación. El actuador eléctrico 156 se acopla mecánicamente al elemento de válvula 154 por medio del pistón 160, teniendo el actuador 156 un punto de ajuste de fuerza continuamente variable. Mediante la alimentación del actuador 156; específicamente; mediante el control de corriente 145, se ajusta automáticamente una diferencia de presión preestablecida entre el terminal de entrada 151 y el terminal de salida 152 mediante un servomecanismo neumático de control de presión que se explicará con más detalle en la próxima sección de la descripción de la Figura 4 independientemente del caudal másico y la temperatura. La geometría de esta válvula es unidireccional teniendo una alta presión en la entrada 151 de la válvula y una presión inferior en la salida 152 de la válvula.

La Figura 4 muestra el principio de trabajo de la válvula 15 con más detalle; en el que el asiento de válvula 153 define un área de presión igual al orificio de asiento A. Se observa que en una geometría invertida del actuador, el elemento de válvula puede accionarse a través del orificio A y puede tener por lo tanto un área efectiva reducida en el elemento de válvula 154 sujeto a la diferencia de presión entre la presión de entrada y de salida. Un orificio típico puede tener 6 mm de ancho de diámetro o mayor para tener suficiente flujo de gas rápido con valores de presión de 5-10 bar y tiempos de conmutación con constantes de tiempo típicas de 0,5 -1,5 segundos para proporcionar variaciones de fuerza de 3000 - 6000 N. La fuerza electromagnética proporcionada para una corriente fija  $I_{sol}$  (control de corriente 145) a través de un solenoide 156 con una fuerza que varía en un rango de fuerza predeterminado de aproximadamente un 10% (dependiendo del diseño de la válvula proporcional y la precisión deseada de control de presión neumático proporcional) de una fuerza de ajuste promedio independientemente de la posición del elemento de válvula.

La presión alta  $P_H$  desde la entrada 151 se equilibra con la presión baja  $P_L$  desde la salida 152, dando como resultado una presión neta de  $P_H$  menos  $P_L$  ejercida sobre el elemento de válvula a través de una superficie de elemento de válvula efectiva con área  $A_{orificio}$ . La diferencia de fuerza entre un resorte relativamente débil (con suficiente fuerza de pretensión) y la contrafuerza controlada del solenoide equilibran la diferencia de presión en esta superficie efectiva del elemento de válvula. Por lo tanto, se establece un caudal que es efectivo por una distancia  $x$  del orificio del elemento de válvula. Dado que el solenoide controla esta fuerza antagonista para que sea constante, el caudal se hace efectivo independientemente del flujo y la temperatura del gas, y la presión en la salida 152 (acoplada al resorte neumático) se mantiene constante con relación a la entrada 151 (acoplada a la alimentación de presión) que se establece un

servomecanismo de control de presión neumático automático en el que el elemento de válvula se mantiene flotante debido a la diferencia de presión y la contrafuerza controlada. Cuando se producen fluctuaciones de caudal debido a efectos térmicos o impacto dinámico, el elemento de presión flotante se ajusta automáticamente bajo la influencia de la fuerza preestablecida, estableciendo así un servomecanismo de control de presión. El controlador 14 puede proporcionar así un punto de ajuste de fuerza directamente relacionado con un control de presión en el resorte neumático independientemente de la temperatura y el flujo de gas.

Las ecuaciones del movimiento del elemento de la válvula son las siguientes:

$$F_{\text{resorte}} - F_{\text{sol}}(I, x) = m_{\text{sol}} \ddot{x} + c\dot{x} + kx + (p_H - p_L) \cdot A_{\text{orificio}}$$

$$p_H - p_L = f(\dot{m}, x)$$

↓ Estado estable

$$(p_H - p_L)_{ss} = \frac{F_{\text{resorte}} - F_{\text{sol}}(I, x)}{A_{\text{orificio}}}$$

Aquí,  $F_{\text{resorte}}$  es una fuerza de pretensión, lo suficientemente fuerte para cerrar la válvula (libre de fugas) independientemente de la presión del actuador, ejercida por el resorte 158 y  $F_{\text{sol}}$  es la contrafuerza proporcionada por el sistema de solenoide 156;  $k$  es la constante elástica del resorte 158 y  $c$  es un factor de amortiguación. La fuerza de pretensión típica puede ser de aproximadamente 40-100 N, típicamente un elemento de válvula 154 y/o asiento de válvula 153, de 60 N preferentemente, comprende un sellante elastomérico 159 para sellar completamente el orificio en condición normalmente cerrada, contrariamente a los tipos de válvula deslizante como se describen por ejemplo en el documento DE102009012581. Mediante el sellador 159, en estado normalmente cerrado, la válvula sellará completamente el gas en el resorte neumático, lo que reducirá el uso de energía. El cierre hermético es lo suficientemente rígido como para impedir el estriado, y mantiene sustancialmente su geometría durante el uso.

La alta presión de entrada  $p_H$  se comunica sobre la superficie del elemento de válvula 154.1 a través del orificio de válvula eficaz  $A_{\text{orificio}}$  en dirección de apertura. La baja presión de salida  $p_L$  contrarresta el elemento de válvula en la dirección de cierre en la superficie eficaz 160.1 axialmente opuesta a la primera superficie del elemento de válvula 154.1. Durante el uso, se ejerce una presión de entrada sobre un área efectiva del elemento de válvula 154 a través del orificio del asiento de válvula 153, el elemento de válvula 154 está encerrado en la salida de válvula por la cubierta 155 de manera que la presión de salida  $p_L$  contrarreste el elemento de válvula 154; el elemento de válvula 154 está sometido a la fuerza generada por una diferencia de presión entre la entrada 151 y la salida 152. El servomecanismo de presión da lugar al hecho de que la diferencia de presión entre la entrada y la salida se ajusta automáticamente en relación (o proporción) con la fuerza de cierre de resorte  $F_{\text{resorte}}$  menos la fuerza de solenoide actuada  $F_{\text{sol}}$  (ver la ecuación de estado estacionario). Cuanto mayor sea el área del orificio  $A_{\text{orificio}}$ , más sensible será el control del servomecanismo de presión que reaccionará a los cambios en la fuerza de accionamiento  $F_{\text{sol}}$  y perturbaciones en el flujo másico y en la temperatura.

Se muestra un típico diagrama de fuerzas del sistema de solenoide 156 en la Figura 5 de un sistema de válvula solenoide, como por ejemplo puede encontrarse en el documento US4954799 y que puede obtenerse a partir de una válvula de alivio de presión proporcional hidráulica obtenible comercialmente. Típicamente, puede diseñarse un solenoide estándar de un solenoide proporcional de corriente continua de manera que la curva fuerza - carrera del solenoide sea tan horizontal y lineal como sea posible alrededor de una carrera de trabajo  $S_a$ . La presión se controla así eléctricamente, en donde la señal de control eléctrica del solenoide se suministra por la electrónica de control apropiada que opera el solenoide 156 (corrientes de control  $I_1, I_2$ ). La Figura 5 muestra un buen comportamiento de la fuerza constante del solenoide independientemente de la posición del elemento de válvula. La fuerza del solenoide se caracteriza por un comportamiento de fuerza constante del solenoide independientemente de la posición del elemento de válvula. Aunque los valores prácticos pueden variar, preferentemente, el accionamiento eléctrico se proporciona por un solenoide con una fuerza que varía en un rango de fuerza predeterminado de aproximadamente un 10% a partir de una fuerza de ajuste promedio independientemente de la posición del elemento de válvula definido por sistemas de propiedades específicamente, que tienen una constante de resorte que es preferentemente muy baja. Un valor típico puede ser menor que los valores entre 3 N/mm y 10 N/mm aproximadamente. Notablemente, con presiones prácticas de 5-15 bar, mientras que la fuerza de pretensión del resorte (dependiendo de la zona del orificio  $A_{\text{orificio}}$  puede ser típicamente bastante fuerte (típicamente 50-100 N), la constante del resorte es preferentemente muy baja para una dinámica de control eficiente. Además, o alternativamente, los circuitos de control pueden disponerse para variar la potencia de control dependiendo de la posición de la válvula; para suministrar una fuerza sustancialmente constante

independientemente de la distancia de apertura mediante un actuador eléctrico con una fuerza electromagnética configurable para cada posición del elemento de válvula.

La Figura 6 muestra otra modalidad de acuerdo con la invención en la que la válvula se integra en el resorte neumático 30. Un sensor de presión 31 mide el fuelle de presión de gas del resorte para la retroalimentación al controlador 14 (ver la Figura 14). Además, un sensor de desviación del resorte 32 proporciona una distancia de desviación que varía dependiendo del estado de presión en el fuelle y de las fuerzas contrarias que actúan sobre los acopladores del resorte 34 acoplados al chasis del vehículo y la cabina, respectivamente. La altura del orificio es indicativa de la extensión del resorte entre los acopladores 34. Puede obtenerse un control adicional de la suspensión activa a partir de un sensor de aceleración de acción vertical opcional 33 que puede mejorar la calidad del sistema de control total del vehículo y/o la estimación del estado de los movimientos que se producen en la cabina (tenga en cuenta que para el control del cabeceo se requiere la velocidad absoluta de elevación de la cabina, la cual no es directamente medible por simples sensores directos). El dispositivo de válvula integrado 15 puede ser de la forma descrita en la Figura 1 - Figura 4 y evita el montaje separado de válvulas que simplifica el montaje y el cableado de las líneas de presión y líneas de control; ahorra peso y costos y mejora la robustez. La unidad de resorte puede combinarse ventajosamente con un amortiguador hidráulico central (no dibujado en la Figura 6 por razones de transparencia). Además, las válvulas proporcionales de control de presión pueden montarse internamente (de acuerdo con la Figura) o externamente cuando el embalaje lo requiere. De esta manera puede ahorrarse un bloque de válvulas independiente.

La Figura 7 y la Figura 8 ilustran finalmente un circuito de control de errores que combina la retroalimentación de presión y el control de avance de alimentación. Se utilizan las siguientes variables:

- $r$  ; señal de presión de referencia
- $e$  ; señal de error
- $I$  ; señal de corriente
- $p$  ; presión en el sistema neumático
- $a$  ; presión medida en el sistema
- FB ; Controlador de retroalimentación débil
- FF ; Prealimentación basada en la característica PI
- PS ; Sistema neumático (válvula y aire-resorte y otro hardware)
- SE ; Sensor de presión

Cuanto mejor sea la precisión del servomecanismo de presión integrado de la válvula mejor será la prealimentación de acuerdo con las características medidas de presión - corriente (P-I) que puede confiarse mediante el diseño del sistema de control de ordenador requerido. Puede proporcionarse una retroalimentación adicional del sensor de presión del resorte para ajustar la presión que optimiza el comportamiento dinámico del resorte 30. Puede proporcionarse la retroalimentación de la desviación del resorte para optimizar adicionalmente el comportamiento del resorte neumático, típicamente, para proporcionar un comportamiento de resorte pasivo con una cantidad de gas constante fija que minimiza el uso de la potencia del sistema de resorte.

La Figura 8 muestra la relación entre la estimación del estado del vehículo y el control de la válvula; a través de un sistema de control de estado del vehículo que puede proporcionar una característica de avance de alimentación con un valor de ajuste de fuerza al controlador de presión. El estimador del estado del vehículo se forma a partir de un número de variables dinámicas de entrada; tales como: velocidad del vehículo; aceleración del vehículo; balanceo absoluto; velocidades de cabeceo e impulso (para el control del cabeceo) de la cabina del camión; altura e inclinación de la cabina; el ángulo de dirección y la aceleración lateral.

En una modalidad; el controlador de presión acciona selectivamente el actuador dependiendo de una altura medida que difiere de una altura ajustada para la acción neumática pasiva del resorte; en el que la alimentación selectiva depende de una altura predeterminada superior al 5% de la altura medida para reducir el consumo de energía (por ejemplo, durante la operación en la carretera). Alternativamente o adicionalmente, el controlador de presión alimenta selectivamente el actuador para tener una altura de conjunto que nivela el compartimento del conductor, por ejemplo, durante el estacionamiento. Una cabina nivelada proporciona más confort, específicamente para dormir el conductor cuando se estaciona en una superficie irregular. El estimador de estado del vehículo puede proporcionar alimentación selectiva del actuador dependiendo de la condición de seguridad del estado del vehículo.

La Figura 9 muestra condiciones de carga típicas que pueden derivarse de un controlador de estado de vehículo acoplado a sensores de presión 90.2 y sensores de desviación 90.1 en la suspensión de vehículo; y acelerómetros laterales (no representados) para determinar un centro de gravedad dinámico 91. De este modo, la condición de seguridad del estado del vehículo se proporciona por un controlador del estado del vehículo dispuesto para derivar una condición de carga del vehículo provista de un sistema de control de advertencia de vuelco. Dependiendo de la condición de carga, por ejemplo, si se determina, a partir de la desviación, presión y acelerómetros, que la carga está montada de forma estable sobre el suelo y tiene un centro de gravedad estable y relativamente bajo (como se muestra en la Figura 9A) puede adoptarse una estrategia de control que controla la suspensión de la cabina en modo antibalanceo, típicamente condicionado a que las aceleraciones laterales se mantengan por debajo de aproximadamente 2-3,5 m/s<sup>2</sup> para tener una suspensión de cabina de "cabeceo" nivelada. Por encima de estos valores

de aceleración, puede proporcionarse gradualmente el comportamiento del balanceo. Esta estrategia de antibalanceo mejorará sustancialmente el comportamiento de la dirección del vehículo resultando en un "donde usted dirige es donde usted va!" la sensación de precisión de la dirección para el conductor, que mejora fuertemente la facilidad de la operación de dirección mientras que se adelanta y/o conduce en rotondas. Por otra parte, cuando el motor del estado del vehículo determina, mediante acelerómetros, sensores de presión y desviación, una condición de carga similar a la de las Figuras 9B o 9C (centro de gravedad dinámico o fluido móvil elevado), correspondiente a una condición de seguridad del estado del vehículo peligrosa, el controlador puede accionar selectivamente el actuador de manera que tenga una altura ajustada que desacople el compartimento del conductor para proporcionar una retroalimentación haptónica de la condición de seguridad. El movimiento del balanceo de la cabina es un indicador importante para que los humanos juzguen el margen de seguridad en las curvas de la combinación del vehículo. Un ángulo de balanceo elevado da una sensación de malestar y una creciente sensación de inestabilidad. Puede detectarse una condición de carga del remolque relacionando la aceleración medida real con la presión del fuelle de aire y/o la desviación de la suspensión. De esta manera puede monitorearse el llamado mecanismo de generación de fuerza de transferencia de carga desde las ruedas internas hacia las exteriores y pueden simularse diferentes escenarios de estrategia de balanceo de acuerdo con los gráficos superiores de la Figura 9. Una vez experimentado un escenario de precisión de dirección estable y confortable, que corresponde a una condición de carga de remolque estable, el conductor se verá enormemente disuadido a tomar curvas demasiado rápido cuando se somete a un ajuste de control de cabeceo de cabina que permite movimientos amplios de cabeceo de cabina. Resumiendo lo anterior, puede concluirse que las características típicas de conformación de los diagramas superiores de la Figura 9, como el nivel de aceleración lateral donde la cabina empieza a cabecear y el ángulo de inclinación (o gradiente) en función de la aceleración creciente son parámetros de importación para ajustar la eficacia del sistema típico de advertencia haptónica de balanceo total. Alternativamente, cuando se detecta una condición insegura; por ejemplo una velocidad demasiado alta o la dirección demasiado abrupta; el control de presión normal puede conmutarse o incluso invertirse ligeramente para proporcionar ángulos de balanceo incrementados para advertir de este modo al conductor de la condición insegura, por ejemplo, cuando se aproxima a un viraje de carretera, para proporcionar un balanceo suficiente de reserva para el movimiento del vehículo para evitar volcarse. Puede adoptarse una estrategia de control dinámico preestablecido en la que un ángulo de balanceo se fija activamente dependiendo de la aceleración lateral.

Dado que la estabilidad de la cabina es proporcionada activamente por el sistema de suspensión; los estabilizadores convencionales pueden parcialmente omitirse o reducirse en rigidez; por ejemplo, el compartimento del conductor puede proveerse de una barra estabilizadora colateral con los al menos dos resortes neumáticos, el estabilizador provisto de un debilitamiento para mejorar el confort de marcha en carreteras onduladas (la excitación a la izquierda y a la derecha está fuera de fase). Puede ser necesario proporcionar al compartimento del conductor una estructura de bloqueo para bloquear los resortes neumáticos durante la inclinación hacia delante de la cabina (necesaria para el mantenimiento del motor) cuando el cilindro basculante hidráulico se sitúa en un lado del vehículo.

La Figura 10 muestra otra modalidad adicional de acuerdo con la invención, en la que la válvula se integra en el resorte neumático 300. Los fuelles 301 se unen entre un elemento de tapa 302 unido al acoplador del resorte superior que puede montarse en la cabina. Los fuelles se unen adicionalmente a un elemento de cubierta 303 que se acopla al acoplador del resorte inferior 341 para fijarse al chasis del vehículo. Un sensor de presión 31 dispuesto en la cubierta 303 mide el fuelle de presión de gas del resorte 301 para la retroalimentación al controlador 14 del estado del vehículo. Además, un sensor de desviación del resorte 32 dispuesto en la cubierta 303 y el elemento de tapa 302 proporciona respectivamente una distancia de desviación que varía dependiendo del estado de presión en el fuelle 302 y fuerzas contrarias que actúan sobre los acopladores de los resortes 341, 342. La altura del orificio es indicativa de la extensión del resorte entre los acopladores 341, 342. Puede obtenerse un control adicional de la suspensión activa desde un sensor de aceleración de acción vertical 33 dispuesto en la cubierta, que puede mejorar la calidad del sistema general de control del vehículo y/o estimar el estado de los movimientos que se producen en la cabina. Los sensores se forman preferentemente como una unidad de sensor desmontable integrada en la cubierta 303. Las válvulas 151, 152 de control de presión proporcional se montan externamente para propósitos de refrigeración. La fuerza de ajuste proporcionada por el resorte neumático 300, definida por el control de presión del controlador de presión, es proporcional a la presión ejercida sobre el área efectiva con un diámetro  $D_{eff}$ .

Convenientemente, la cubierta 303 tiene una parte de pared de contacto 304 para contactar el fuelle del resorte 301 en un rango de trabajo. La parte de pared de contacto 304 tiene un diámetro efectivo que disminuye cuando aumenta el área de contacto entre la parte de pared de contacto y el fuelle del resorte.

La superficie de contacto para el fuelle se forma preferentemente como una parte de pared cónica 304 en un intervalo de trabajo con una pendiente que aumenta el área efectiva en la dirección de expansión del resorte neumático 300. En la dirección de contracción, con el aumento del área de contacto entre la parte de pared cónica y los fuelles del resorte, el diámetro efectivo disminuye con una pendiente negativa  $\beta$  correspondiente a la dirección axial en el intervalo de trabajo. Con una pendiente negativa menos beta, el diámetro efectivo de la cubierta disminuye cuando el resorte neumático se contrae, y aumenta cuando el resorte se expande. Las formas de diámetro efectivo y el área efectiva para el fuelle del resorte que genera una fuerza de resorte  $F$  con presión de resorte  $P$ .

Con un área de contacto aún más creciente, en posición contraída fuera del margen de trabajo, el área efectiva aumenta sustancialmente para aumentar la contrafuerza neta en estado contraído del resorte 300.

5 Esta última característica emula la característica progresiva de un resorte de tope convencional, reduciendo ventajosamente la carga máxima que actúa sobre un eventual tope de caucho. La parte de pared cónica con una pendiente negativa  $\beta$  tiene el efecto de reducir sustancialmente la cantidad de flujo de gas al resorte para generar una fuerza de ajuste incrementada, ya que tanto la presión como el área efectiva aumentan la fuerza incrementada. Se considera que el intervalo práctico preferido para el ángulo de la pendiente sea mayor que 20 grados, o incluso tan grande como 30 grados o más. Además, la conducción pasiva se beneficia de una rigidez de resorte eficaz bastante baja debido a la pendiente negativa, de manera que el control activo preferentemente sólo trabaja en frecuencias de movimiento de cabina inferiores a 10 Hz con el fin de minimizar el consumo de energía de la suspensión de cabina activa. Para proporcionar comodidad de conducción en el rango de alta frecuencia (típicamente  $> 5 - 10$  Hz) se aplica una rigidez de resorte bastante suave. Esto puede lograrse diseñando un gran volumen de gas encapsulado  $V_{in}$  en los fuelles de aire (cuanto mayor sea el volumen, menor será la velocidad del resorte). Sin embargo, el inconveniente de este volumen tan grande en la nueva aplicación del sistema de suspensión activa es lo que los flujos de gases bastante grandes necesitan para alimentarse hacia y desde el elemento de resorte para cambiar el punto de ajuste de la fuerza (por ejemplo, durante las curvas y/o el frenado). Esto también es negativo para la optimización del consumo de energía.

20 Con la introducción del contorno cónico del elemento de cubierta 303, puede diseñarse la misma rigidez de resorte bajo para una excelente comodidad de conducción pasiva en combinación con el volumen de gas aceptablemente compacto  $V_{in}$  dentro del fuelle 301. Esto funciona de la siguiente manera: en este caso particular, el diámetro efectivo deff del área efectiva donde el fuelle actúa disminuye con la contracción creciente del elemento de resorte. Por consiguiente, la fuerza que actúa en las conexiones 341, 342 hacia la cabina y hacia el chasis (que es en realidad producto al aire por presión de gas después del área efectiva) no aumenta tan drásticamente como en un resorte sin la característica cónica. Esto significa que la rigidez del resorte se reduce efectivamente sin aumentar el volumen de aire  $V_{in}$ . Por consiguiente, puede conseguirse un diseño con un volumen de gas encapsulado relativamente pequeño  $V_{in}$  en comparación con el resorte neumático convencional sin tal contorno cónico del elemento de cubierta 303.

30 Este diseño es beneficioso para optimizar el consumo total de energía del sistema de suspensión de cabina activa 4PP.

Por supuesto, se considera que esta descripción expone cualquiera de las modalidades o procesos anteriores en combinación con una, o con una o más de otras modalidades o procesos para proporcionar aún más mejoras en la búsqueda y asociación de usuarios con personalidades particulares y proporcionar recomendaciones relevantes. Cuando los sistemas de solenoide descritos son de un sistema de tracción que tira del elemento de válvula a través de un pistón desde el asiento de válvula contra la fuerza del resorte; son posibles configuraciones similares en las que una válvula se empuja contra el asiento de válvula; o en el que el pistón se acciona extendiéndose a través del asiento de válvula, dando como resultado una fuerza de ajuste neta que contrarresta la diferencia de presión en el elemento de válvula estableciendo así un flujo de gas a través de un espacio variable entre el elemento de válvula y el asiento de válvula.

40 Finalmente, la descripción anterior pretende ser meramente ilustrativa del presente sistema y no debe ser interpretada como limitativa de las reivindicaciones adjuntas a ninguna modalidad particular o grupo de modalidades. Por lo tanto, aunque el presente sistema se ha descrito con particular detalle con referencia a modalidades ejemplares específicas de la misma, también debe apreciarse que numerosas modificaciones y modalidades alternativas pueden idearse por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance más amplio y pretendido del presente sistema como se expone en las reivindicaciones que siguen. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse de una manera ilustrativa y no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

50 En la interpretación de las reivindicaciones adjuntas, debe entenderse que:

- a) la palabra "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o actos distintos de los enumerados en una reivindicación dada;
- b) la palabra "un" o "una" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de dichos elementos;
- c) los signos de referencia de las reivindicaciones no limitan su alcance;
- d) varios "medios" pueden representarse por el mismo o diferentes artículos o estructura o función implementada por hardware o software;
- e) cualquiera de los elementos descritos puede componerse de partes de hardware (por ejemplo, incluyendo circuitos electrónicos discretos e integrados), partes de software (por ejemplo, programación de ordenador) y cualquier combinación de las mismas;
- f) partes de hardware pueden componerse por una o ambas porciones analógicas y digitales;
- 60 g) cualquiera de los dispositivos descritos o porciones de los mismos pueden combinarse juntos o separarse en otras porciones a menos que se indique específicamente lo contrario; y
- h) ninguna secuencia específica de actos o pasos se pretende que sea necesaria, a menos que se indique específicamente.



Reivindicaciones

1. Sistema de suspensión para el compartimento del conductor en el chasis de un vehículo, que comprende:
  - una disposición de montaje para montar el compartimento del conductor en el chasis de un vehículo que incluye al menos dos resortes neumáticos (30) dispuestos a lo largo de una parte lateral del compartimento del conductor y acoplados entre el compartimento del conductor y el chasis del vehículo;
  - un suministro de presión (20) y una ventilación atmosférica (25);
  - para cada resorte neumático (30) respectivamente, un dispositivo de válvula (10) acoplado comunicativamente a la alimentación de presión; la ventilación y un resorte neumático respectivo a través de un respectivo terminal de presión (11); terminal de ventilación (12) y terminal de resorte (13);
  - un sistema de control del estado del vehículo (14) que proporciona un valor de ajuste de la presión en el resorte neumático (30);
  - un controlador de presión (145) dispuesto en el dispositivo de válvula (10) alternativamente para presurizar o despresurizar los resortes neumáticos;
  - en donde el dispositivo de válvula (10) comprende al menos una primera válvula (15, 16) que tiene una salida de válvula (152) acoplada al terminal de resorte (13) y una entrada de válvula (151) acoplada comunicativamente al terminal de presión (11), y caracterizado porque la primera válvula comprende
    - o un asiento de válvula (153) que tiene un orificio efectivo ( $A_{\text{orificio}}$ ) y que separa la entrada de válvula (151) y la salida de válvula (152);
    - o un elemento de válvula (154) que se presiona en condición normalmente cerrada contra el asiento de válvula (153) mediante un medio de resorte (158); de modo que durante el uso se ejerce una presión de entrada sobre el elemento de válvula (154) a través del orificio (153) del asiento de válvula, el elemento de válvula (155) está encerrado en la salida de la válvula de manera que la presión de salida actúa sobre el elemento de válvula (154); el elemento de válvula está sometido a la fuerza generada por la diferencia de presión entre la entrada (151) y la salida (152); y
    - o un actuador eléctrico (156, 160) acoplado mecánicamente al elemento de válvula (154) que tiene un punto de ajuste de fuerza continuamente variable para definir, por el controlador de presión (145), una fuerza de ajuste que contrarresta la diferencia de presión, para generar una presión de ajuste en el resorte neumático (30) derivado del sistema de control del estado del vehículo independientemente del caudal másico del gas y de la temperatura del gas.
2. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde para cada resorte neumático (30) se dispone un sensor de presión (31) y un sensor de desviación (32), que miden respectivamente la presión del resorte y la altura del resorte; el controlador se dispone para ajustar el punto de ajuste de la fuerza de la válvula alimentando el actuador basándose en una referencia derivada del sensor de presión y del sensor de altura.
3. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una segunda válvula (16) que tiene una entrada acoplada al terminal de resorte (13) y una salida acoplada a la ventilación (25).
4. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el accionamiento eléctrico se proporciona por un solenoide (156) con una fuerza que varía en un rango de fuerza predeterminado del 10% a partir de una fuerza de ajuste promedio independientemente de la posición del elemento de válvula.
5. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el actuador eléctrico (155, 156) se dispone para actuar con una fuerza electromagnética regulable para cada posición del elemento de válvula.
6. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elemento de válvula (154) y/o el asiento de válvula (153) comprenden un sellador elastomérico (159).
7. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la válvula se integra en el resorte neumático (30).
8. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (14) acciona selectivamente el actuador dependiendo de una altura medida diferente de una altura establecida para la acción de resorte neumático pasivo; en el que la alimentación selectiva depende de una altura de ajuste predeterminada mayor que el 5% de la altura medida.
9. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (14) acciona selectivamente el actuador para tener una altura de ajuste que nivela el compartimento del conductor.
10. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador (14) alimenta selectivamente el actuador dependiendo de la condición de seguridad del estado del vehículo.

## ES 2 628 434 T3

11. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la condición de seguridad del estado del vehículo se proporciona por un controlador del estado del vehículo (14) dispuesto para derivar una condición de carga del vehículo.
- 5 12. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el controlador de estado de vehículo (14) utiliza información del sensor de un acelerómetro lateral, carrera de suspensión de rueda trasera de camión y/o presión del fuelle de aire para supervisar la transferencia de carga desde las ruedas interiores hacia las exteriores y consecuentemente derivar un estado de condición de seguridad.
- 10 13. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 10-12, en donde dependiendo de la condición de seguridad del estado del vehículo, el controlador (14) acciona selectivamente el actuador para tener una altura de conjunto que desactive el compartimento del conductor para proporcionar una retroalimentación haptónica de la condición de seguridad.
- 15 14. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la retroalimentación haptónica de la condición de seguridad se proporciona en base al nivel de aceleración lateral en el que la cabina se empieza a balancear y el ángulo de inclinación (o gradiente) en función de la aceleración se incrementa.
- 20 15. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye cuatro resortes neumáticos (30) dispuestos en las esquinas del compartimento del conductor.
16. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el compartimento del conductor se provee de una barra estabilizadora colateral con los al menos dos resortes neumáticos, el estabilizador se provee con un debilitamiento.
- 25 17. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el compartimento del conductor se provee de una estructura de bloqueo para bloquear al menos un resorte neumático durante la inclinación de la cabina.
- 30 18. Sistema de suspensión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el resorte neumático (30) comprende una tapa (302) y una cubierta (303), teniendo la tapa y el cubierta unos fuelles de resorte (301) dispuestos entre ellos y comprendiendo cada uno un acoplador de resorte (341, 342), en el que la cubierta (303) tiene una parte de pared de contacto (304) para poner en contacto el fuelle de resorte (301) en un rango de trabajo, teniendo la parte de pared de contacto (304) un diámetro efectivo que disminuye cuando el contacto entre la parte de pared de contacto y el fuelle de resorte (301) aumenta.
- 35

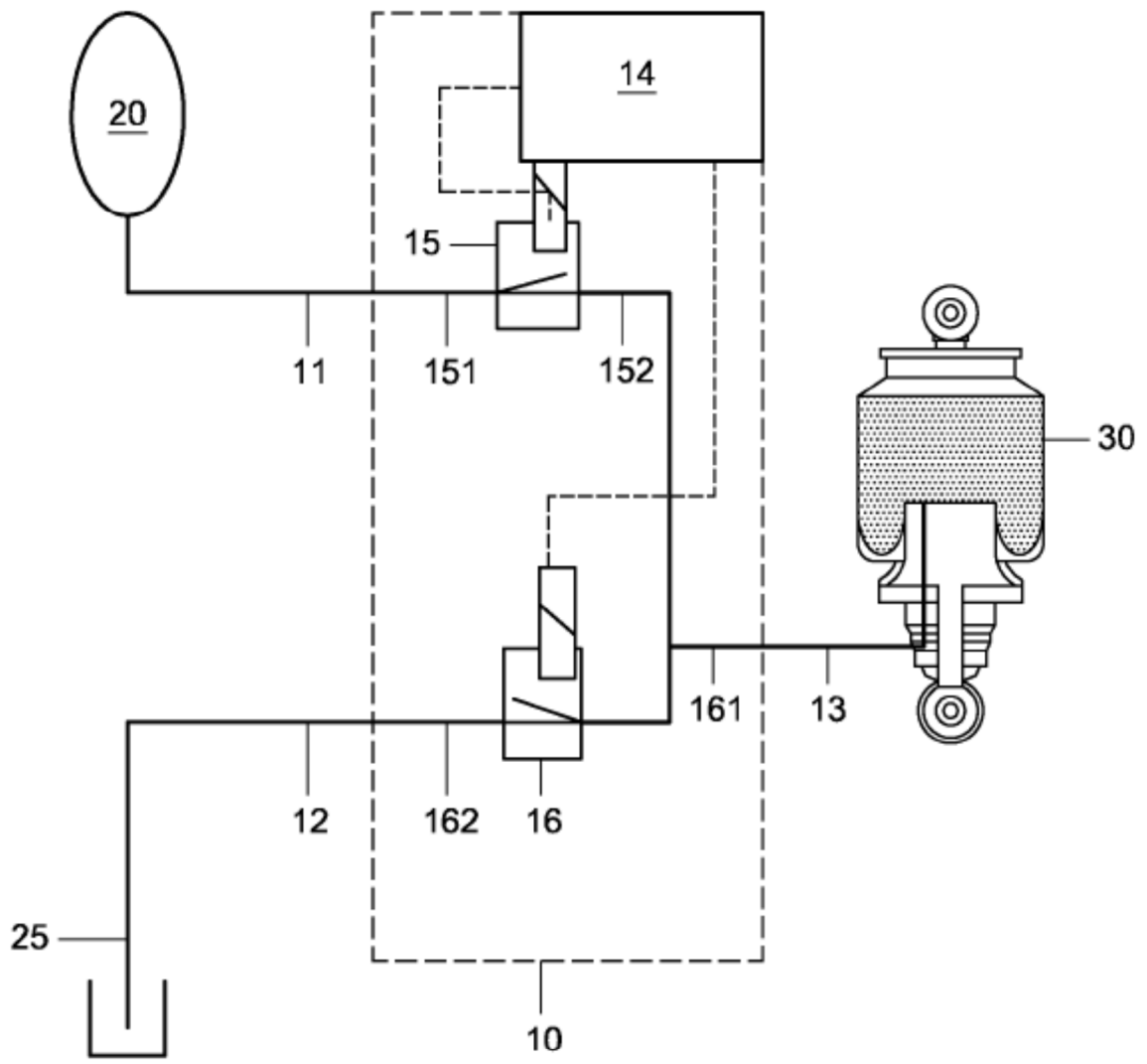


Fig. 1

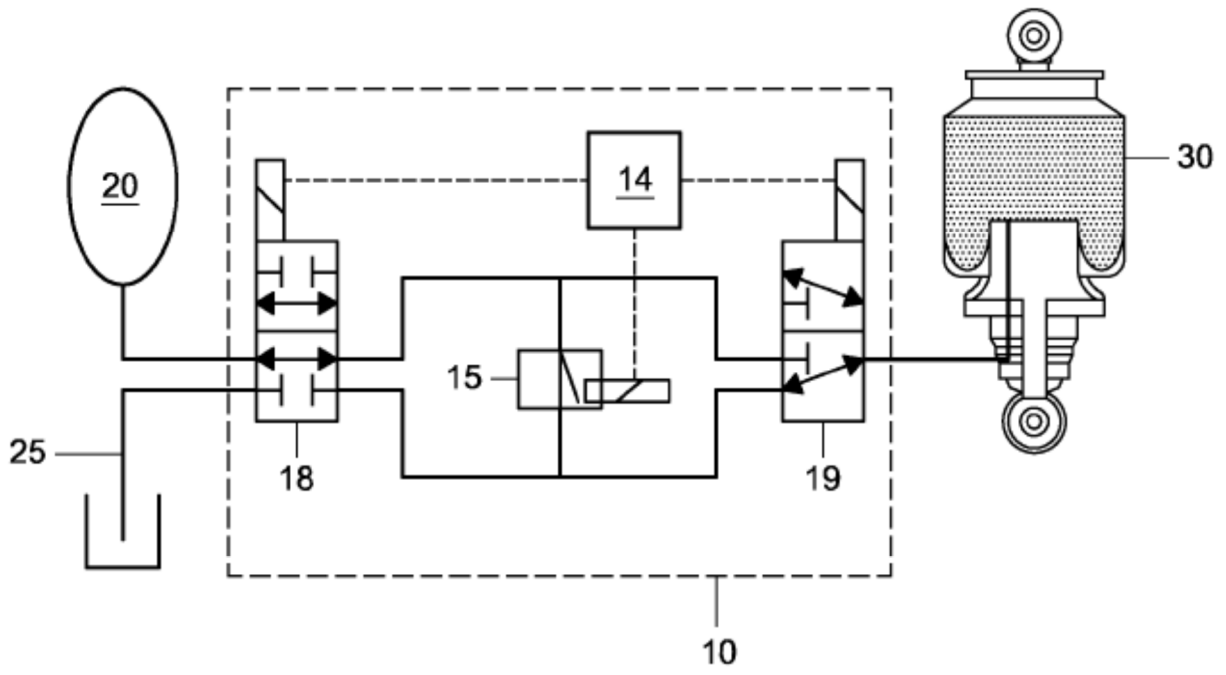


Fig. 2

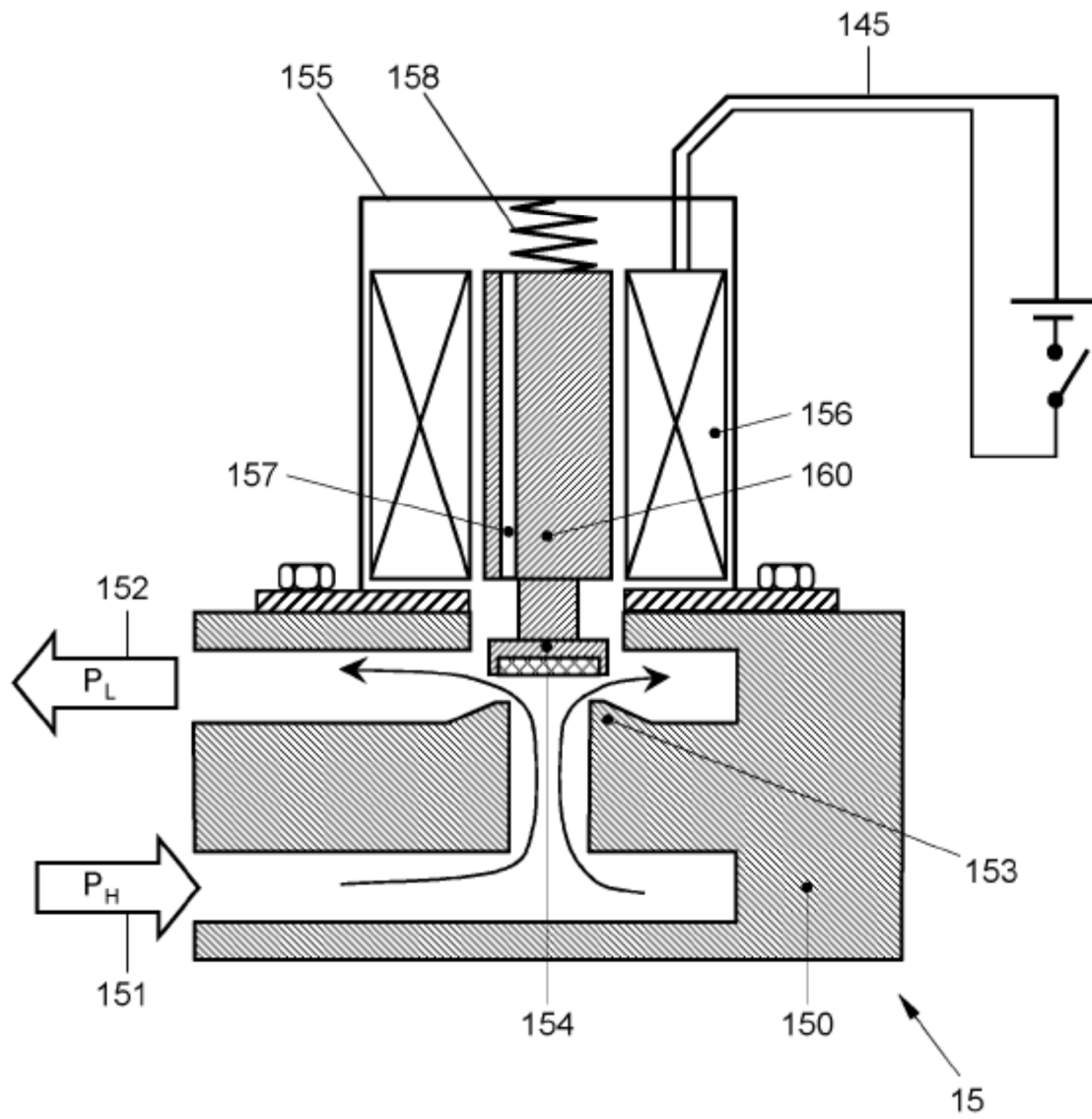


Fig. 3

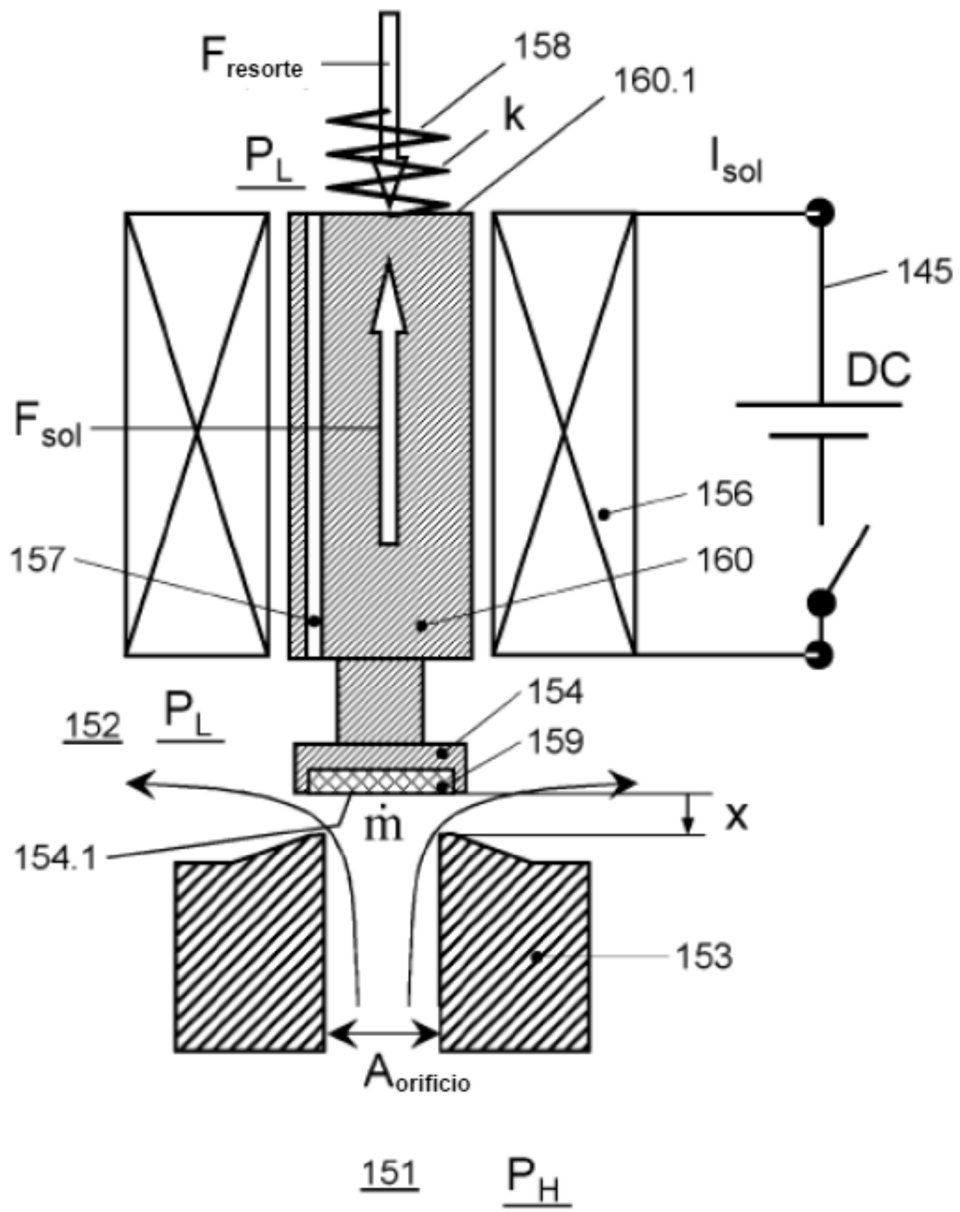


Fig. 4

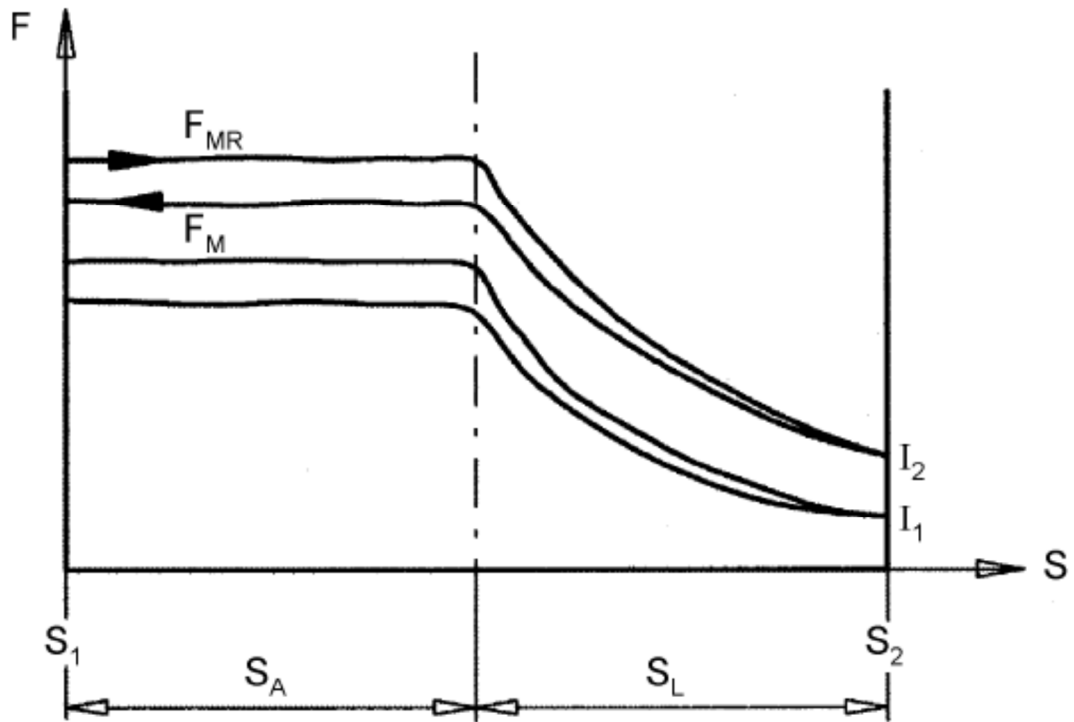


Fig. 5

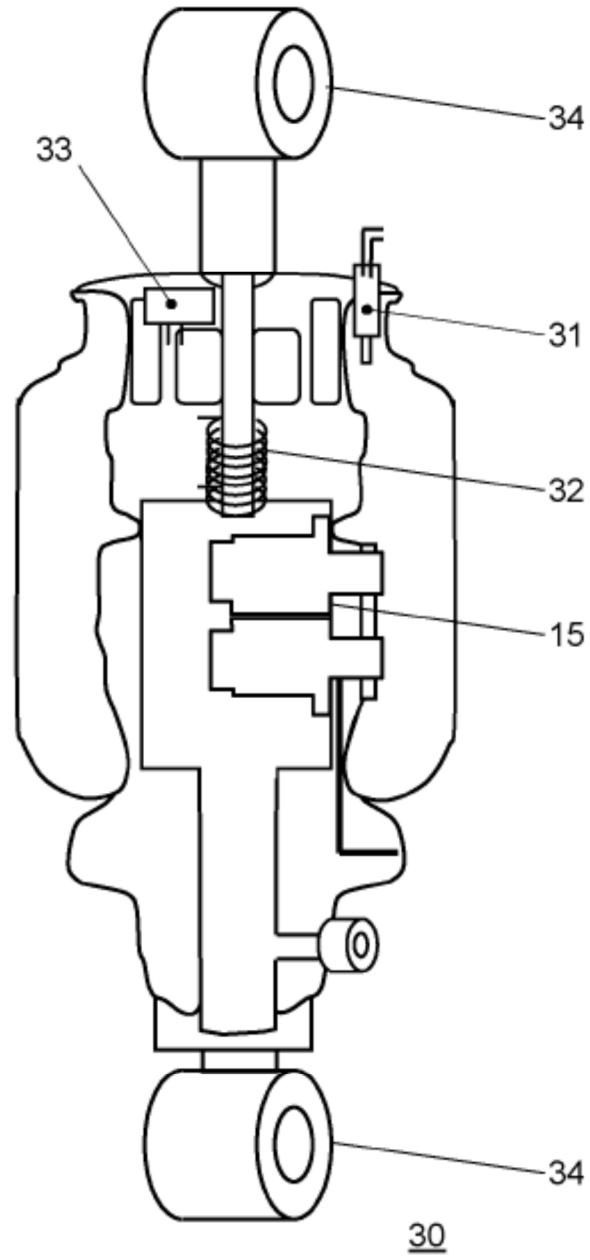


Fig. 6



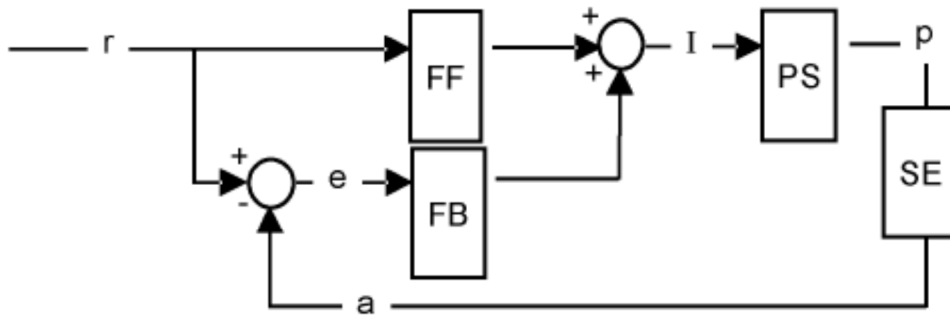


Fig. 7

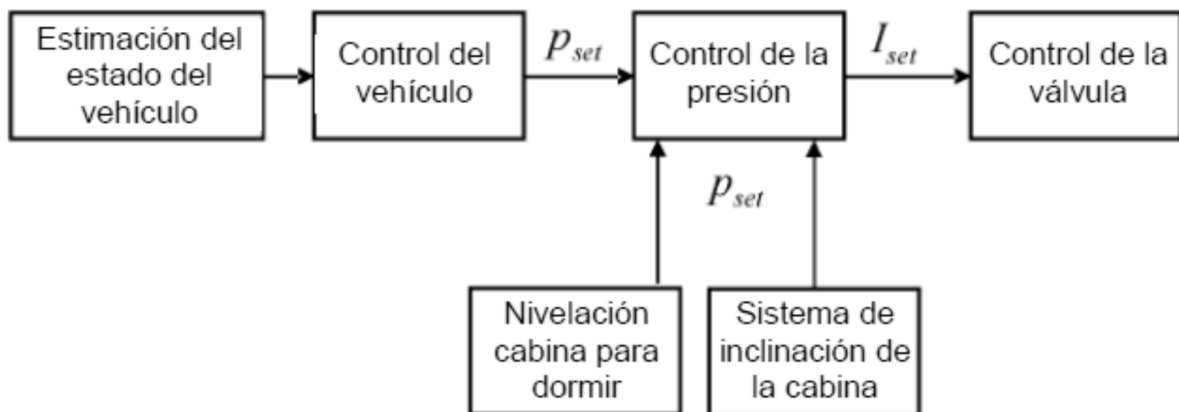


Fig. 8

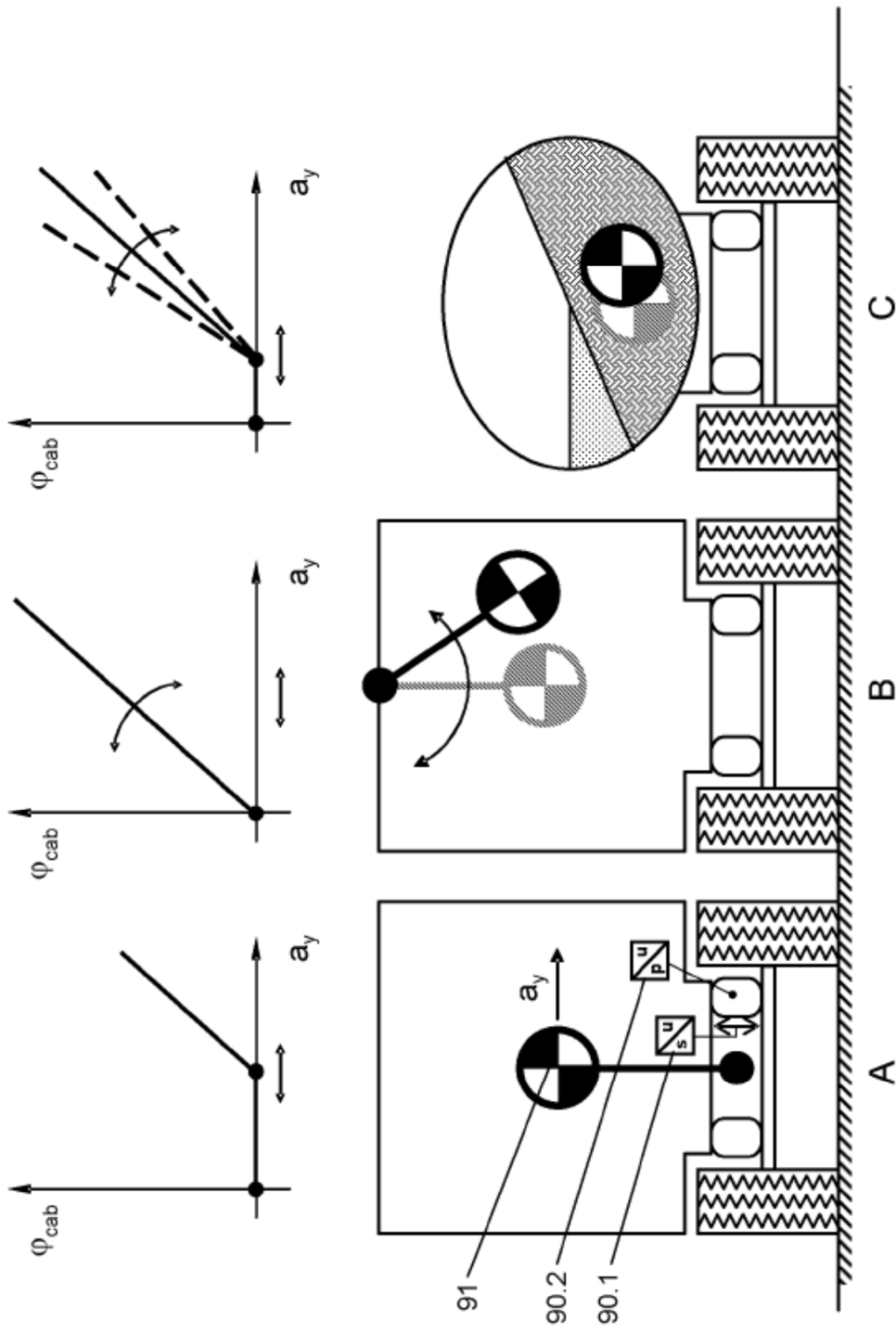


Fig. 9

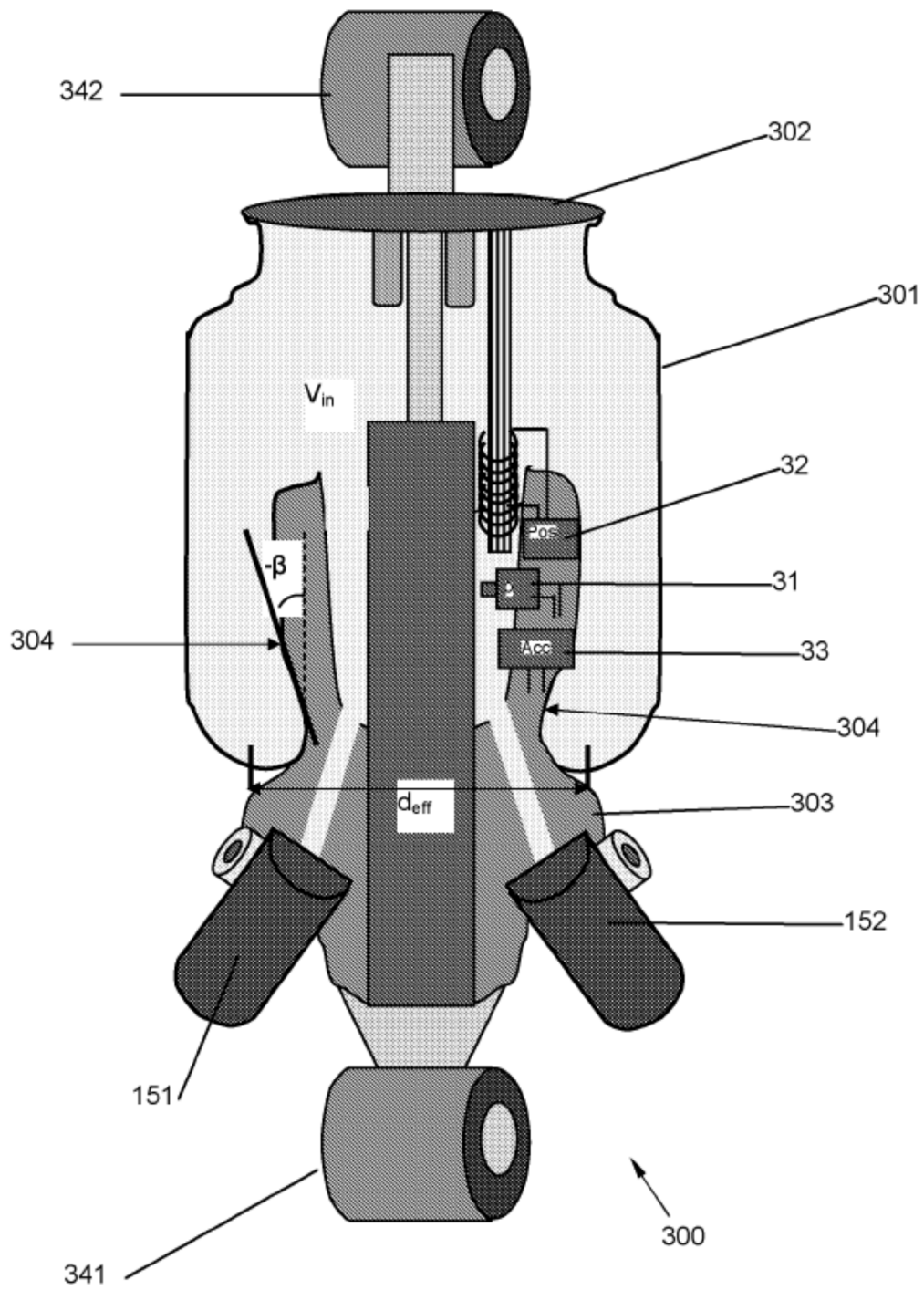


Fig. 10