

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 559**

51 Int. Cl.:

B60G 21/067 (2006.01)

B60G 17/015 (2006.01)

B60G 17/052 (2006.01)

B60G 21/10 (2006.01)

F16K 11/074 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2018** **PCT/US2018/037807**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018** **WO18232276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2018** **E 18738122 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2025** **EP 3630509**

54 Título: **Sistema de gestión de aire de volumen y presión simétricamente dinámicos e igualados**

30 Prioridad:

16.06.2017 US 201762520918 P

17.10.2017 US 201762573587 P

05.02.2018 US 201862626373 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2025

73 Titular/es:

BASE AIR MANAGEMENT LIMITED (100.00%)

Unit 5, 53 - 57 Link Drive

Yatala, QLD 4207, AU

72 Inventor/es:

VAUGHAN, MATTHEW;

CALAWAY, JOSEPH;

LEWIS, DAVID, BRYAN y

ARRANTS, GEORGE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 009 559 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 gestión de aire de volumen y presión simétricamente dinámicos e igualados

5 Campo de la divulgación

Esta divulgación se refiere a perfeccionamientos en los sistemas de gestión de aire para vehículos, remolques y elementos remolcables de cualquier tipo, incluidos vehículos de transporte con tractor y remolque que tengan uno o más ejes soportados por resortes de aire. Un sistema de gestión de aire de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se divulga mediante el documento US 2007/200304 A y una válvula de nivelación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13 se divulga mediante el documento US 2009/194179 A1.

Antecedentes

Los sistemas de suspensión neumática para vehículos tienen una pluralidad de bolsas de suspensión neumática que soportan uno o más ejes del vehículo por parejas a ambos lados de cada eje. En un vehículo conocido, los pares de resortes de aire están conectados por tuberías de aire comunes de gran diámetro que se extienden entre los resortes de aire colocados correspondientemente en ejes adyacentes. Las tuberías de aire comunes están conectadas cada una por una tubería de aire a una válvula de control de altura dirigida a un lado respectivo de un vehículo. La válvula de control de altura controla el suministro de aire a las tuberías de aire comunes para ajustar el inflado de los resortes de aire y garantizar que el vehículo se mantenga nivelado al circular por carreteras de condiciones variables. A menos que se defina de otro modo, la expresión "válvula de control de altura" se utiliza como equivalente de la expresión "válvula de nivelación", por lo que las expresiones "válvula de control de altura" y "válvula de nivelación" pueden usarse indistintamente.

Por ejemplo, cuando un vehículo navega una curva, el centro de gravedad del vehículo se desplaza a lo ancho alejándose de la curva. Debido al desplazamiento de peso, los resortes de aire del lado del vehículo opuesto a la curva empiezan a contraerse, mientras que los resortes de aire del lado del vehículo encarado hacia la curva empiezan a extenderse. En consecuencia, el vehículo se desnivela entre lado y lado. En respuesta, una de las válvulas de nivelación del lado bajado del vehículo suministra aire a los resortes de aire contraídos, mientras que la otra válvula de nivelación, situada en el lado elevado del vehículo, extrae el aire de los muelles neumáticos extendidos para mantener el vehículo nivelado. A través de pruebas, ahora se ha descubierto que las válvulas de nivelación suelen compensar en exceso los desplazamientos dinámicos del peso del vehículo, en los que los resortes de aire a los que se suministró aire desde la válvula de nivelación tienden a tener una presión de aire mayor que los resortes de aire purgados por la válvula de nivelación. Como resultado, persiste una diferencia de presión entre los dos lados del sistema de suspensión neumática incluso después de que las válvulas de nivelación intenten nivelar el vehículo. Aunque se mantenga un diferencial de presión entre los resortes de aire situados en lados opuestos del vehículo, las válvulas de nivelación vuelven a un modo neutro (p. ej., el disco giratorio está ajustado dentro de un intervalo de banda muerta), en el que existe una falta de comunicación neumática entre los resortes de aire situados en lados opuestos del vehículo. Debido a esta diferencia de presión entre los resortes de aire, el vehículo permanece desnivelado incluso después de que las válvulas de nivelación hayan ajustado la presión de los resortes de aire en respuesta al desplazamiento del peso del vehículo.

Otros tipos de sistemas de suspensión neumática han sustituido las válvulas de nivelación mecánicas por válvulas de accionamiento electrónico para controlar la altura de las bolsas de aire. Algunas válvulas de accionamiento electrónico han sido diseñadas para responder a los desplazamientos de peso o al balanceo del vehículo, las válvulas de accionamiento electrónico no tienen en cuenta las diferencias de presión entre los resortes de aire que persisten después de haber ajustado su altura en respuesta a los desplazamiento de peso del vehículo.

Por consiguiente, los presentes inventores han reconocido que existe la necesidad de un sistema de gestión de aire que resuelva el problema del desequilibrio persistente de la presión, de modo que el vehículo pueda recuperar el equilibrio de la presión de aire, nivel y altura de marcha.

Los sistemas de suspensión neumática son conocidos en la técnica a partir de los documentos US2003/075883A1, US2011/187070A1 y US2009/194179A1.

El documento US2007/200304A1 se refiere en general a un sistema de suspensión de un vehículo y a un método de funcionamiento de un sistema de suspensión de un vehículo, el sistema de suspensión del vehículo adaptable al funcionamiento de flujo cruzado incluye una pluralidad de resortes de gas, un pasaje de transferencia de gas en comunicación fluida entre los resortes de gas, varias válvulas de flujo cruzado (conjuntos de válvulas de transferencia) situadas entre varias válvulas de distribución para permitir selectivamente el flujo de gas a lo largo del pasaje de transferencia y un sistema de control que acciona selectivamente dichas válvulas de flujo cruzado. Por lo tanto, se desprende claramente del documento US2007/200304A1 que para establecer el funcionamiento de flujo cruzado, es necesario involucrar a un usuario que debe proporcionar una entrada en el sistema de control para accionar las válvulas de flujo cruzado, lo que significa que las válvulas de distribución no controlan si hay o no un ajuste independiente del aire o del flujo cruzado.

El documento US2009/194179A1 se refiere en general a una válvula de control de altura multietapa para un sistema de control neumático de un vehículo que tiene una boca de depósito de aire, una boca de escape, una boca de resorte de aire y una boca piloto para permitir el control de nivelación en un nivel secundario de altura de marcha.

El documento US5193849A se refiere en general a un ómnibus de plataforma baja que tiene un cuerpo de ómnibus soportado sobre ejes y una suspensión de ruedas que está compuesta por un sistema de aire comprimido que es autónomo para cada eje.

Sumario

La presente invención proporciona un sistema de suspensión neumática mejorado para un vehículo en el que el sistema de gestión de aire está de acuerdo con la reivindicación 1.

La presente invención incluye una válvula de nivelación, de acuerdo con la reivindicación 13.

La presente invención incluye un método para controlar la estabilidad de un vehículo, de acuerdo con la reivindicación 18.

De acuerdo con los diversos ejemplos de los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento, todos los sistemas de gestión de aire incluyen al menos dos circuitos neumáticos independientes, en los que cada circuito neumático independiente está configurado para ajustar independientemente la altura de un lado del vehículo en respuesta a desplazamientos dinámicos del peso del vehículo. En un estado de ajuste independiente de la altura de un lado del vehículo, el circuito neumático respectivo no está en comunicación neumática con el otro circuito neumático dispuesto en el lado opuesto del vehículo, de tal manera que los resortes de aire de un lado del vehículo no están en comunicación neumática con los resortes de aire dispuestos en el lado opuesto del vehículo. De acuerdo con los diversos ejemplos de los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento, todos los sistemas de gestión de aire pueden establecer selectivamente un flujo cruzado entre los dos circuitos independientes, de modo que los resortes de aire dispuestos en un lado del vehículo estén en comunicación neumática con los resortes de aire dispuestos en el otro lado del vehículo cuando todas las válvulas de nivelación estén ajustadas en posición neutra o modo neutro. En el presente contexto, la válvula de nivelación está en posición neutra o modo neutro cuando la válvula de nivelación no suministra aire desde el depósito de suministro de aire a los resortes de aire ni purga aire de los resortes de aire a la atmósfera (p. ej., el disco giratorio está ajustado dentro de un intervalo de banda muerta).

Otros rasgos y características de la materia objeto de la presente divulgación, así como los métodos de funcionamiento, las funciones de los elementos relacionados de la estructura y la combinación de piezas, y los ahorros de fabricación, serán más evidentes al considerar la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas con referencia a los dibujos adjuntos, formando todos ellos parte de la presente memoria descriptiva, en donde los números de referencia iguales designan partes correspondientes en las diversas figuras.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en el presente documento y forman parte de la memoria descriptiva, ilustran diversas realizaciones de la materia objeto de la presente divulgación. En los dibujos, iguales números de referencia indican elementos idénticos o funcionalmente similares.

La FIG. 1A es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con una configuración de la presente invención. La FIG. 1B es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire que comprende válvulas de nivelación dispuestas en una parte central de un vehículo de acuerdo con una configuración de la presente invención. La FIG. 1C es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire que comprende válvulas de nivelación, en las que cada válvula de nivelación tiene una pluralidad de orificios para bolsas de aire, de acuerdo con una configuración de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista superior de un intercambiador de calor de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 3 es una perspectiva de un intercambiador de calor de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 4 es una vista despiezada de una válvula de nivelación de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 5 es una perspectiva de una carcasa inferior de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las FIGS. 6A-C son vistas esquemáticas de un disco giratorio de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 7 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 8 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 9 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 11 es una vista superior en perspectiva de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 12A es una vista superior en sección transversal de la carcasa inferior tomada a lo largo de la línea Z-Z de acuerdo con la presente invención. La FIG. 12B es una vista en sección transversal lateral de la carcasa inferior tomada a lo largo de la línea Y-Y de acuerdo con la presente invención, La FIG. 12C es una vista en sección transversal lateral de la carcasa inferior tomada a lo largo de la línea X-X de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 13 es una vista superior en perspectiva de un disco giratorio de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 14A es una vista en perspectiva de un primer obturador para usar en la presente invención. La FIG. 14B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea B-B del primer obturador para usar en la presente invención.

La FIG. 15A es una vista en perspectiva de un segundo obturador de acuerdo con la presente invención. La FIG. 15B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C del segundo obturador de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 16 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 17 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 18 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 19 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 20 es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 21A es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 21B es una vista esquemática de un sistema de gestión de aire de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 22 es una vista esquemática de una unidad de control de calor de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 23 es una vista esquemática de un controlador de sistema de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 24 es una vista esquemática de una unidad de control de calor de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 25 es una vista esquemática de un controlador de sistema de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 26A es una vista esquemática de una válvula de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 26B es una vista en sección transversal de una válvula de acuerdo con la presente invención tomada a lo largo de la línea A de la FIG. 26A.

La FIG. 27 es una vista superior en perspectiva de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 28 es una vista inferior en perspectiva de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 29 es una vista por el extremo de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 30 es una vista lateral de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 31 es una vista superior en planta de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 32 es una vista inferior en planta de una carcasa inferior de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 33 es una vista en perspectiva de un disco giratorio de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 34 es una vista superior en planta de un disco giratorio de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 35 es una vista lateral de un disco giratorio de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 36 es una vista en sección transversal lateral de un disco giratorio de acuerdo con la presente invención tomada a lo largo de la línea 36 de la FIG. 34.

Las FIGS. 37 y 38 son vistas en perspectiva de un eje de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 39 es una vista lateral de un eje de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 40 es una vista inferior por el extremo de un eje de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 41 es una vista superior por el extremo de un eje de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 42 es una vista lateral de un eje de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 43 es un gráfico que muestra la presión de aire de las diversas bocas de la válvula en varias etapas de funcionamiento de la válvula de nivelación de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 44 es un diagrama de flujo que ilustra un método para ajustar la presión de aire de un sistema de gestión de aire que comprende un primer y un segundo circuitos neumáticos de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

Si bien aspectos de la materia objeto de la presente divulgación pueden realizarse en una variedad de formas, la siguiente descripción y los dibujos adjuntos pretenden simplemente divulgar algunas de estas formas como ejemplos específicos de la materia objeto. Por consiguiente, la materia objeto de esta divulgación no pretende limitarse a las formas o realizaciones así descritas e ilustradas.

La presente divulgación incluye un sistema de gestión de aire para un vehículo que tiene un primer circuito neumático con una primera válvula de nivelación configurada para ajustar independientemente la altura de un primer lado del vehículo, un segundo circuito neumático que tiene una segunda válvula de nivelación configurada para ajustar independientemente la altura de un segundo lado del vehículo, y un mecanismo de flujo cruzado que conecta la primera válvula de nivelación con la segunda válvula de nivelación. Las válvulas de nivelación primera y segunda establecen una comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando la válvula de nivelación primera no está ajustando de forma independiente la altura del primer lado del vehículo y la válvula de nivelación segunda no está ajustando de forma independiente la altura del segundo lado del vehículo, p. ej., cuando los brazos de control de la altura de marcha de ambos lados del vehículo están en posición neutra o cuando una válvula accionada electrónicamente está en modo neutro. Las válvulas de nivelación primera y segunda están configuradas para ajustarse a la posición neutra o modo neutro en todas las condiciones de conducción, incluido cuando el vehículo se desplaza a una velocidad sustancialmente superior a cero kilómetros por hora.

Como se usan en el presente documento, las expresiones "posición neutra" y "modo neutro" se definen como el estado en el que ninguna de las válvulas de nivelación está suministrando aire desde el depósito de suministro de aire a los resortes de aire o extrayendo aire de los resortes de aire a la atmósfera, y cada una de las válvulas de nivelación está en comunicación neumática con la otra.

5 Como se usa en el presente documento, la expresión "modo activo" se define como el estado en el que la válvula está ajustando independientemente la altura o la presión de aire de uno o más resortes de aire de un circuito neumático mientras la válvula no está en comunicación neumática con ningún componente de otro circuito neumático.

10 Como se usa en el presente documento, un "mecanismo de flujo cruzado" o "sistema de flujo cruzado" incluye cualquiera de los componentes necesarios para establecer una comunicación neumática entre un primer circuito neumático y un segundo circuito neumático, en donde el primer y el segundo circuitos neumáticos están situados en lados opuestos del vehículo, es decir, lados izquierdo y derecho. El mecanismo de flujo cruzado o sistema de flujo cruzado puede incluir una tubería de aire de flujo cruzado que conecta una primera válvula de nivelación y una segunda
15 válvula de nivelación y que está conectada a una boca de flujo cruzado de cada válvula de nivelación, cuya tubería de aire de flujo cruzado no está conectada directamente a un depósito de suministro o a una tubería de suministro conectada al depósito de suministro. El mecanismo de flujo cruzado o sistema de flujo cruzado puede incluir también un dispositivo controlador de flujo cruzado conectado a cada una de la primera válvula de nivelación y la segunda válvula de nivelación. El mecanismo de flujo cruzado o sistema de flujo cruzado puede incluir también sensores
20 eléctricos, p. ej., sensores de presión de aire, sensores de flujo de aire, sensores de altura de marcha, sensores de control de estabilidad.

Como se usa en el presente documento, la "posición de respuesta" se define como el estado en el que una o más válvulas de nivelación en cada lado del vehículo están ajustando la presión de aire de los resortes de aire de forma independiente en los circuitos neumáticos.
25

Como se usa en el presente documento, "zona muerta" se refiere al intervalo de rotación en el que la superficie de un disco giratorio recubre completamente la cavidad del depósito de la carcasa inferior, de tal manera que la válvula de nivelación no suministra aire desde el depósito de suministro de aire a los resortes de aire ni extrae aire de los resortes de aire a la atmósfera.
30

En un ejemplo, cada válvula de nivelación incluye una carcasa, un elemento de válvula dispuesto en un orificio de la carcasa, y un brazo de control conectado pivotantemente a la carcasa de tal manera que pivote desde una posición neutra a una o más posiciones de respuesta para inducir la rotación o el movimiento del elemento de válvula. En otro
35 ejemplo, cada válvula de nivelación incluye una carcasa y un sensor de altura de marcha conectado eléctricamente a la misma en lugar de un brazo de control. En otro ejemplo, cada válvula de nivelación incluye una carcasa, un elemento de válvula dispuesto en un orificio de la carcasa, un brazo de control conectado pivotantemente a la carcasa para inducir el movimiento o la rotación del elemento de válvula, y un sensor dispuesto en la carcasa para detectar el movimiento del brazo de control. En otro ejemplo, cada válvula de nivelación puede incluir una carcasa, un elemento
40 de válvula, y un motor (p. ej., un motor paso a paso) para inducir la rotación o el movimiento del elemento de válvula. El elemento de válvula puede seleccionarse del grupo que consiste en un émbolo, un disco giratorio y un obturador.

En un ejemplo, las válvulas de nivelación primera y segunda establecen la comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando el brazo de control de las válvulas de nivelación primera y segunda está ajustado en la posición neutra, y las válvulas de nivelación primera y segunda están configuradas para impedir la comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando el brazo de control de una de las válvulas de nivelación primera y segunda está ajustado en la una o más posiciones de respuesta.
45

En un ejemplo, el primer circuito neumático incluye un primer conjunto de resortes de aire dispuestos en un primer lado del vehículo, un primer depósito de suministro, una primera pluralidad de tuberías de aire que conectan neumáticamente el primer conjunto de resortes de aire con la primera válvula de nivelación, y una primera tubería de suministro que conecta neumáticamente la primera válvula de nivelación con el primer depósito de suministro; y el segundo circuito neumático incluye un segundo conjunto de resortes de aire dispuestos en un segundo lado del
50 vehículo, un segundo depósito de suministro, una segunda pluralidad de tuberías de aire que conectan neumáticamente el segundo conjunto de resortes de aire con la segunda válvula de nivelación, y una segunda tubería de suministro que conecta neumáticamente la segunda válvula de nivelación con el segundo depósito de suministro. En otro ejemplo, los circuitos neumáticos primero y segundo pueden recibir aire de un depósito de suministro de aire común, de tal manera que el sistema de gestión de aire sólo incluye un depósito de suministro de aire para proporcionar flujo de aire a los resortes de aire de ambos lados del vehículo.
55

En un ejemplo, las tuberías de aire están provistas para suministrar volúmenes iguales de aire para mantener la simetría dentro de los circuitos neumáticos a ambos lados del vehículo. Las tuberías de aire son prácticamente iguales (p. ej., dentro de $\pm 10\%$ o $\pm 5\%$ o $\pm 2\%$ o $\pm 1\%$) o de igual diámetro y/o longitud. Las tuberías de suministro son prácticamente iguales (p. ej., dentro de $\pm 10\%$ o $\pm 5\%$ o $\pm 2\%$ o $\pm 1\%$) o de igual diámetro y/o longitud.
60

65 Las FIGS. 1A-C muestran configuraciones de sistemas de gestión de aire para un vehículo como se ha divulgado en

el presente documento, indicado por el número de referencia 100. El conjunto de gestión de aire 100 incluye un primer circuito neumático dispuesto en un primer lado de un vehículo 1, un segundo circuito neumático dispuesto en un segundo lado del vehículo 1, y una tubería de flujo cruzado 38 que conecta neumáticamente el primer y el segundo circuitos neumáticos. El vehículo 1 puede tener unos ejes delantero y trasero 2 y 3, con ruedas motrices y/o no motrices, que se apoyan de manera conocida en el chasis 1 mediante unos pares de bolsas de aire (también denominadas indistintamente resortes de aire) 4 y 5, 6 y 7, 8 y 9 y 10 y 11, colocados como se ilustra a ambos lados de los ejes 2 y 3. La presente invención no se limita a tener el número particular de eje/s, bolsas de aire (resortes de aire), tuberías/mangueras de aire, o depósitos de suministro de aire que se muestran en los planos, ya que estos elementos varían en función del tipo de vehículo que se utilice, tal y como quedará inmediatamente claro para un experto en la materia. En otro ejemplo, los circuitos neumáticos primero y segundo pueden recibir aire de un depósito de suministro de aire común, de tal manera que el sistema de gestión de aire 100 solo incluye un depósito de suministro de aire para proporcionar flujo de aire a los resortes de aire 4-11 a ambos lados del vehículo 1.

En las FIGS. 1A-C, los resortes de aire 4, 5, 8 y 9 están situados en el primer lado del vehículo 1 y conectados entre sí por tuberías de aire separadas 12, 13 y 18-21 para formar un primer conjunto de resortes de aire. Los resortes de aire 4, 5, 8 y 9 y las tuberías de aire separadas 12, 13 y 18-21 reciben aire a través de una manguera de válvula 28, que está conectada a una primera válvula de nivelación 16. Una manguera de suministro 30 se extiende directamente desde la primera válvula de nivelación 16 hasta un primer depósito de suministro 32 para suministrar aire a la primera válvula de nivelación 16. La manguera de suministro 30 también está provista de una válvula de protección de presión 34. Por consiguiente, los resortes de aire 4, 5, 8 y 9, las tuberías de aire separadas 12, 13 y 18-21, la manguera de válvula 28, la primera válvula de nivelación 16, la manguera de suministro 30, la válvula de protección de presión 34 (no necesaria en algunos vehículos o sistemas de gestión de aire), y el primer depósito de suministro 32 forman el primer circuito neumático adaptado para ajustar de forma independiente la altura del primer lado del vehículo 1.

En algunas realizaciones (no mostradas), el conjunto de gestión de aire 100 puede comprender un único depósito de suministro de aire para suministrar aire simultáneamente a los circuitos neumáticos primero y segundo y una única válvula de protección de presión conectada al depósito de suministro de aire mediante una única manguera y conectada a los circuitos neumáticos primero y segundo a través de dos mangueras de suministro. La única válvula de protección de presión está configurada para suministrar suficiente presión de aire a los circuitos neumáticos primero y segundo en caso de fuga o fallo dentro del sistema de gestión de aire 100. La única válvula de protección de presión está configurada para tener una mayor capacidad de aire que las válvulas dobles de protección de presión 34 a fin de proporcionar aire suficiente al primer y segundo circuitos neumáticos simultáneamente.

Los resortes de aire 6, 7, 10 y 11 se colocan en un segundo lado del vehículo 1 y se conectan entre sí mediante tuberías de aire separadas 14, 15 y 22-25 para formar un segundo conjunto de resortes de aire. Los resortes de aire 6, 7, 10 y 11 y las tuberías de aire separadas 14, 15 y 22-25 reciben aire a través de una manguera de válvula 29, que está conectada a una segunda válvula de nivelación 17. Una manguera de suministro 31 se extiende directamente desde la segunda válvula de nivelación 17 hasta un segundo depósito de suministro 33 para suministrar aire a la segunda válvula de nivelación 17. La manguera de suministro 31 también está provista de una válvula de protección de presión 35. Por consiguiente, los resortes de aire 6, 7, 10, 11, las tuberías de aire separadas 14, 15 y 22-25, la manguera de válvula 29, la segunda válvula de nivelación 17, la manguera de suministro 31, la válvula de protección de presión 35, y el segundo depósito de suministro 33 forman el segundo circuito neumático adaptado para ajustar independientemente la altura del segundo lado del vehículo 1. Tanto el primer circuito neumático como el segundo circuito neumático se pueden accionar de forma independiente, de modo que la primera válvula de nivelación 16 suministre o purgue aire de forma independiente desde el primer lado del vehículo 1 y la segunda válvula de nivelación 17 suministre o purgue aire de forma independiente desde el segundo lado del vehículo 1.

Para garantizar un suministro equilibrado de aire de prácticamente el mismo volumen y presión a cada resorte de aire, las tuberías de aire separadas 12, 13 y 18-21 del primer lado del vehículo 1 y las tuberías de aire separadas 14, 15 y 22-25 del segundo lado del vehículo 1 tienen sustancialmente el mismo tamaño (diámetro interno) y longitud. En la configuración ilustrada, las tuberías de aire separadas 18-21 y 22-25 tienen cada una un diámetro interior de aproximadamente 12 mm (1/2 pulgada). Pueden usarse otros tamaños con resultados similares siempre que el tamaño y la longitud de las tuberías de aire de cada conjunto o grupo (p. ej., 18 a 25, 28 y 29, 30 y 30 31, etc.) sean los mismos. Por razones similares, las mangueras de válvula 28 y 29 son de tamaño o diámetro interno y longitud sustancialmente iguales, y las mangueras de suministro 30 y 31 son de tamaño o diámetro interno y longitud sustancialmente iguales. La disposición de las tuberías de aire separadas 18-21 y 21-25 y la conexión de estas tuberías a las válvulas de nivelación 16 y 17 alimentadas por separado garantizan que se suministre rápidamente un volumen igual de aire a cada uno de los resortes de aire de modo que la presión interna de los resortes de aire responda adecuadamente a los cambios en las condiciones de la carretera transmitidos a las válvulas 16 y 17. Por tanto, la tasa de cambio de la presión interna del primer conjunto de resortes de aire es sustancialmente simétrica a la tasa de cambio de la presión interna del segundo conjunto de resortes de aire.

La primera válvula de control 16 y la segunda válvula de control 17 incluyen sendos brazos de control 16a, 17a unidos a una barra rígida 36 montada debajo de los resortes de aire 9 y 11. Los brazos de control 16a, 17a están configurados para moverse hacia arriba y hacia abajo en respuesta a la compresión y extensión de los resortes de aire, lo cual acciona las válvulas de control primera y segunda 16, 17 para suministrar o purgar aire hacia y desde los resortes de

aire. Tanto la primera como la segunda válvulas de nivelación 16, 17 no suministran aire desde el depósito de suministro a los resortes de aire ni extraen aire de los resortes de aire a la atmósfera cuando los brazos de control 16a, 17a están en posición neutra. Una tubería de flujo cruzado 38 se extiende desde la primera válvula de nivelación 16 hasta la segunda válvula de nivelación 17 para conectar la primera y la segunda válvulas de nivelación. Como se muestra en la FIG. 1A, la tubería de flujo cruzado 38 no está conectada directamente a las tuberías de suministro 30, 31 ni a los depósitos de suministro de aire 32, 33. Cuando los brazos de control 16a, 17a están ambos en posición neutra, las válvulas de nivelación primera y segunda 16, 17 están en comunicación neumática entre sí de tal manera que hay comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo a través de la tubería de flujo cruzado 38 para igualar la presión de aire entre los resortes de aire 4, 5, 8 y 9 del primer lado del vehículo 1 y los resortes de aire 6, 7, 10 y 11 del segundo lado del vehículo. Como resultado, los circuitos neumáticos primero y segundo están unidos como un circuito común cuando los brazos de mando 16a, 17a están ambos en posición neutra. Manteniendo la misma presión de aire entre el primer y el segundo juegos de resortes de aire, las válvulas de nivelación primera y segunda 16, 17 equilibran la presión entre los dos lados del vehículo cuando ambos brazos de control 16a, 17a están en la posición neutra. En la realización ilustrada, solo se necesita una única tubería de flujo cruzado 38 para establecer la comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo de tal manera que el aire fluya entre los lados izquierdo y derecho del vehículo.

Las primera y segunda válvulas de nivelación 16, 17 sólo permiten la comunicación neumática entre sí a través de la tubería de flujo cruzado 38 cuando los brazos de control 16a, 17a están ambos en posición neutra. Dicho de otra manera, las válvulas de nivelación primera y segunda 16a, 17a impiden la comunicación neumática entre el primer y el segundo circuitos neumáticos cuando alguno de los brazos de control 16a, 17a no está en posición neutra. Al no establecer comunicación entre el primer y el segundo circuitos neumáticos cuando alguno de los brazos de control 16a, 17a se mueve hacia arriba y hacia abajo desde la posición neutra, las válvulas de nivelación primera y segunda 16, 17 pueden purgar o suministrar aire a los resortes de forma independiente. Por consiguiente, cuando el vehículo 1 toma una curva cerrada que desplaza el centro de gravedad del vehículo, una de las primera y segunda válvulas de nivelación 16, 17 suministra aire al conjunto de resortes de aire que se contrajeron por causa del desplazamiento de peso del vehículo 1, mientras que la otra de las primera y segunda válvulas de nivelación 16, 17 purga el aire del otro conjunto de resortes de aire que se extendieron por causa del desplazamiento de peso del vehículo sin ningún flujo cruzado entre las primera 16 y segunda 17 válvulas de nivelación. En este estado, las válvulas de nivelación primera y segunda 16, 17 pueden compensar en exceso el desplazamiento dinámico de peso del vehículo suministrando demasiado aire a un juego de resortes de aire o extrayendo demasiado aire del otro juego de resortes de aire, dando lugar a una ligera diferencia de presión entre el primer y el segundo juegos de resortes de aire. Esta ligera diferencia de presión entre el primer y el segundo juegos de resortes de aire puede no disparar ninguno de los brazos de control 16a, 17a para pivotar fuera de la posición neutra cuando el vehículo 1 se aleja de la curva, lo cual mantendría el vehículo 1 en un estado desnivelado si no fuera por el mecanismo descrito en la presente divulgación. De acuerdo con la presente divulgación, puesto que la primera y la segunda válvulas de nivelación 16, 17 se comunican entre sí cuando ambos brazos de control 16a, 17a están en posición neutra a través del flujo cruzado 38, la ligera diferencia de presión entre el primer y el segundo conjuntos de resortes de aire se elimina a medida que el aire pasa a través de la tubería de flujo cruzado 38 desde el conjunto de resortes de aire de mayor presión hasta el conjunto de resortes de aire de menor presión, alcanzando de este modo un estado de equilibrio.

La FIG. 2 ilustra esquemáticamente una válvula de nivelación 50 de acuerdo con una configuración de la presente invención. La válvula de nivelación 50 incluye una carcasa 60 y un brazo de control 70. La carcasa 60 incluye una boca de suministro 61 conectada al depósito de suministro, una boca de escape 62 conectada a la atmósfera, una boca de resorte de aire 63 conectada a los resortes de aire de un lado respectivo del vehículo, y una boca de flujo cruzado 64 conectada a una segunda válvula de nivelación del otro lado del vehículo. Aunque la FIG. 2 ilustra la carcasa 60 con una boca de resorte de aire, la carcasa 60 puede incluir dos o más bocas de resorte de aire para comunicarse con múltiples conjuntos de resortes de aire dispuestos en un lado respectivo del vehículo. Asimismo, el posicionamiento relativo de las bocas entre sí y con respecto al brazo de control puede variar y no está previsto que se limite a la configuración ilustrada en la FIG. 2.

Como se muestra en la FIG. 2, el brazo de control 70 está conectado a la carcasa 60 y pivota alrededor de la carcasa 60 entre una pluralidad de posiciones en respuesta a la compresión y extensión de los resortes de aire dispuestos en un lado del vehículo. Cuando los resortes de aire se comprimen, el brazo de control 70 pivota hacia arriba desde una posición horizontal hasta una primera posición, que establece la comunicación entre el orificio de suministro 61 y el orificio del resorte de aire 63 de la carcasa. En consecuencia, se suministra aire desde el depósito de suministro a los respectivos resortes de aire, aumentando de este modo la presión de aire de los resortes de aire. Cuando los respectivos resortes de aire se extienden, el brazo de control 70 pivota hacia abajo desde una posición horizontal hasta una segunda posición, que establece la comunicación entre el orificio de escape 62 y el orificio del resorte de aire 63 de la carcasa 60. Por consiguiente, el aire se extrae de los resortes y se libera a la atmósfera, disminuyendo de este modo la presión de aire de los resortes de aire. Cuando el brazo de control 70 pivota fuera de la posición neutra en cualquier dirección, el orificio del resorte de aire 63 no se comunica con el orificio de flujo cruzado 64. En posición neutra, el brazo de control 70 está orientado sustancialmente en posición horizontal de tal manera que el brazo de control 70 se extiende paralelo a la superficie del suelo. Cuando el brazo de control 70 está en posición neutra, la boca de resorte de aire 63 no se comunica ni con el orificio de suministro 61 ni con el orificio de escape 62. La boca de resorte de aire 63, en cambio, se comunica con la boca de flujo cruzado 64 cuando el brazo de control 70

se coloca en la posición neutra para que la válvula de nivelación 50 pueda comunicarse con otra válvula de nivelación dispuesta en un lado opuesto del vehículo (como se muestra en la FIG. 1A-C).

De acuerdo con una configuración ilustrativa, la válvula de nivelación puede incluir un elemento giratorio (no mostrado), tal como un disco, recibido en un orificio central (no mostrado) de la carcasa, en el que el orificio central está conectado neumáticamente a cada boca de la carcasa. El elemento giratorio está conectado de forma giratoria al brazo de control, de modo que el movimiento pivotante del brazo de control induce la rotación del elemento giratorio. El elemento giratorio puede rotar entre una pluralidad de posiciones para alterar la comunicación entre las bocas de la carcasa. Cada válvula de nivelación es una válvula distribuidora de presión y volumen igualados dinámica y simétricamente que tiene al menos un elemento giratorio (no mostrado) con ranuras u orificios pasantes de diferente tamaño para suministrar o purgar aire a los resortes de aire cuando se acciona en una posición de respuesta, o para cortar el flujo de aire a las bocas de purga y suministro cuando se acciona en una posición neutra y para abrir la comunicación neumática de la boca de flujo cruzado en la posición neutra. Por consiguiente, si una válvula de nivelación de un lado del vehículo está en posición neutra, pero la válvula de nivelación del lado opuesto del vehículo no está en posición neutra, entonces no hay comunicación neumática entre las dos válvulas de nivelación. Solo cuando ambas válvulas de nivelación se accionan hasta la posición neutra se establece la comunicación neumática entre los circuitos neumáticos de los lados opuestos del vehículo.

Establecer un flujo cruzado cuando ninguna de las válvulas de nivelación está ajustando independientemente la altura de un lado respectivo del vehículo mitiga los diferenciales de presión desequilibrados entre los resortes de aire de cada lado del vehículo. Se ha descubierto que un factor que contribuye a estas diferencias de presión es la gravedad. Por ejemplo, cuando un vehículo está negociando una curva y experimenta un desplazamiento lateral dinámico del peso, una de las válvulas de nivelación responde suministrando aire a los resortes de aire comprimidos, mientras que la otra válvula de nivelación extrae aire de los resortes de aire extendidos. Sin embargo, la válvula de nivelación que suministra aire en respuesta al desplazamiento lateral del peso tiende a suministrar aire con una fuerza mucho mayor para vencer la fuerza de la gravedad que actúa contra los resortes de aire comprimidos. Como resultado, la válvula de nivelación suele suministrar a su juego de resortes de aire más volumen de aire que el que se extrae del otro juego de resortes de aire del lado opuesto del vehículo. Aunque se mantiene un diferencial de presión entre los resortes de aire situados en lados opuestos del vehículo, los brazos de control vuelven a una posición horizontal neutra en la que las bocas de suministro y purga de cada válvula de nivelación están cerradas (p. ej., están dentro de la posición de zona muerta) y por tanto no se tiene en cuenta el aire sobrecompensado suministrado a uno de los conjuntos de resortes de aire.

El sistema de gestión de aire de la presente invención proporciona la ventaja inesperada de mitigar el diferencial de presión entre los resortes de aire de cada lado del vehículo mediante la conexión de al menos dos circuitos neumáticos independientes para formar un circuito neumático común cuando ambas válvulas de nivelación están en modo neutro. En el presente contexto, una válvula de nivelación está en "modo neutro" cuando la válvula de nivelación no está suministrando aire desde un depósito de suministro de aire ni purgando aire a la atmósfera. Por consiguiente, el sistema de gestión de aire de la presente invención puede ajustar cada lado del vehículo de forma independiente impidiendo la comunicación entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando al menos una de las válvulas de nivelación no está en modo neutro. El sistema de gestión de aire de la presente invención también puede unir los circuitos neumáticos primero y segundo en un circuito común estableciendo una comunicación de flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo sólo cuando ambas válvulas de nivelación estén en modo neutro. El establecimiento de un flujo cruzado entre los resortes de aire de cada lado del vehículo permite que los resortes de aire sobrecompensados que tienen mayor presión liberen aire a los resortes de aire del otro lado del vehículo a través de la tubería de flujo cruzado, favoreciendo de este modo el equilibrio entre los resortes de aire de ambos lados del vehículo. En última instancia, la capacidad de proporcionar flujo cruzado de forma selectiva cuando todas las válvulas de nivelación están ajustadas en modo neutro permite al sistema de gestión de aire mantener una elevada estabilidad, una marcha más segura y confortable y una mejor tracción.

Las FIGS. 3 y 4 muestran diferentes vistas de una válvula de accionamiento mecánico de acuerdo con una configuración de la presente invención. La válvula de nivelación 300 mostrada en las FIGS. 3 y 4 incluye un cuerpo de válvula 310 que comprende una carcasa superior 320 montada con una carcasa inferior 330, en donde un brazo de control 340 está unido a un eje que se extiende a través de la carcasa superior 320. La carcasa superior 320 se monta con la carcasa inferior 330 mediante sujetadores (no mostrados) que se alojan en orificios de montaje que se extienden a través de las esquinas de la carcasa superior 320 y la carcasa inferior 330.

Haciendo referencia a las FIGS. 4 y 5, la carcasa inferior 330 comprende al menos cinco bocas 334a-e, incluyendo una boca de suministro 334a que se conecta a un depósito de aire (no mostrado), una boca de escape 334b para purgar el aire de los resortes de aire (no mostrados), una primera boca 334c que se conecta a un primer conjunto de resortes de aire (no mostrados), una segunda boca 334d que se conecta a un segundo juego de resortes de aire (no mostrados), y una boca de flujo cruzado 334e que se conecta a otra válvula de nivelación (no mostrada). Las bocas primera y segunda 334c y 334d están dispuestas de tal manera que la primera boca de resorte 334c en un lado de la carcasa inferior 330 coincida con una segunda boca de resorte 334d en el otro lado de la carcasa inferior 330. Las bocas 334a-d están además dispuestas de modo que la boca de suministro 334a en un lado de la carcasa inferior 330 coincide con la boca de escape 334b en un lado opuesto de la carcasa inferior 330.

La carcasa inferior 330 incluye pasajes de flujo de aire independientes (no mostrados) hacia cada boca 334a-e de la carcasa inferior 330, de modo que el aire suministrado desde la boca de suministro 334a o el aire purgado hacia la boca de escape 334b se produzca independientemente del aire que fluye a través de la boca de flujo cruzado 334e.

5 Haciendo referencia a la FIG. 5, la carcasa inferior 330 incluye una primera superficie 336 que define una pluralidad de cavidades de forma circular 338a-c. La boca de suministro 334a está unida a una cavidad de suministro 338a por un pasaje de flujo de aire formado en la carcasa inferior 330, y la boca de escape 334b está unida a una cavidad de escape 338b por un segundo pasaje de flujo de aire formado en la carcasa inferior 330. La boca de flujo cruzado 334e está unida a una cavidad de flujo cruzado 338c mediante un tercer pasaje de flujo de aire formado en la carcasa inferior

10 330. Las bocas de resorte primera y segunda 334c, 334d pueden estar unidas por una cavidad de depósito (no mostrada) formada en la carcasa inferior 330.

Las FIGS. 4 y 6A-C muestran un disco giratorio 350 de acuerdo con una configuración de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 4, el disco giratorio 350 se aloja en un orificio central definido entre la carcasa inferior y la superior. El disco giratorio 350 incluye una abertura central 352 configurada para alojar de forma giratoria un poste (no mostrado), que se extiende desde la carcasa inferior 330 y a través de la carcasa superior 320 para conectarse al brazo de control. El disco giratorio 350 está configurado para girar alrededor del poste (no mostrado) dentro de un orificio central de la carcasa inferior 330, definiendo de este modo la abertura central 352 como punto de pivote. El disco giratorio 350 incluye dos ranuras oblongas 354 espaciadas alrededor de la abertura central 352 con una superficie de disco 353 definida entre las mismas y a lo largo de la periferia del disco giratorio 350. La superficie de disco 353 corresponde a regiones del disco giratorio 350 que sólo incluyen la superficie sólida del disco giratorio 350, no cualquiera de los espacios vacíos definidos por las ranuras. Por consiguiente, cuando la superficie de disco 353 del disco giratorio 350 se solapa completamente con una cavidad respectiva, se restringe la entrada de flujo de aire a través de la cavidad respectiva. El disco giratorio 350 incluye además una ranura de flujo cruzado 355, que es más pequeña que las dos ranuras oblongas 354.

15 20 25

La posición angular del disco giratorio 350 cambia a medida que el brazo de control 340 pivota alrededor del cuerpo de válvula 310 de la válvula 300. Como se muestra en la FIG. 6A, cuando el brazo de control 340 se coloca en posición horizontal, el disco giratorio 350 se coloca en posición neutra, en la que la superficie de disco 353 del disco giratorio 350 recubre tanto la cavidad de suministro 338a como la cavidad de escape 338b de la carcasa inferior 330. Por tanto, en posición neutra, el disco giratorio 350 se coloca dentro del intervalo de rotación de la zona muerta. En consecuencia, cuando el disco giratorio 350 está colocado en posición neutra, los resortes de aire no están conectados ni a la boca de suministro 334a ni a la boca de escape 334b. Sin embargo, la ranura de flujo cruzado 355 recubre la cavidad de flujo cruzado, de modo que el primer y el segundo resortes están en comunicación con la boca de flujo cruzado 334e.

30 35

Como se muestra en la FIG. 6B, debido a la rotación del brazo de control 340 en el sentido de las agujas del reloj, el disco giratorio 350 gira hasta una posición angular en la que la disposición de las ranuras 354, 355 conecta la cavidad de suministro 338a con la cavidad de depósito (no mostrada), de modo que los resortes de aire reciben aire desde el depósito de suministro, aumentando de este modo la presión de aire de los resortes de aire. Como se muestra en la FIG. 6C, debido a la rotación en el sentido contrario de las agujas del reloj del brazo de control 340, el disco giratorio 350 gira hasta una posición angular en la que la disposición de las ranuras 354, 355 conecta la cavidad de escape 338b con la cavidad de resorte (no mostrada), de modo que el aire se extrae de los resortes hacia la atmósfera. En otras configuraciones, un estado para el movimiento en sentido de las agujas del reloj de un disco giratorio 350 puede corresponder a la rotación en sentido contrario de las agujas del reloj de otro disco giratorio 350 de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, la rotación del brazo giratorio en el sentido de las agujas del reloj puede inducir al disco giratorio 350 a girar hasta una posición angular en la que la disposición de las ranuras 354, 355 conecta la cavidad de escape 338b con la cavidad de depósito de resorte (no mostrada), de modo que los resortes de aire purgan aire a la atmósfera, disminuyendo de este modo la presión de aire de los resortes de aire. Es más, la rotación del brazo giratorio en el sentido contrario de las agujas del reloj puede inducir al disco giratorio a girar a una posición angular en la que la disposición de las ranuras 354, 355 conecta la cavidad de suministro 338a con la cavidad de depósito de resorte (no mostrada) de modo que se suministra aire desde el depósito de suministro a los resortes de aire.

40 45 50

Las FIGS. 10, 11 y 12A-C ilustran una carcasa inferior 430 de acuerdo con una configuración de la presente invención. La carcasa inferior 430 está configurada para montarse con la carcasa superior 320 mostrada en las FIGS. 3 y 4 para formar un cuerpo de válvula de una válvula de nivelación. De manera similar a la configuración mostrada en las FIGS. 3-5, la carcasa inferior 430 comprende al menos cinco bocas 434a-e, incluyendo una boca de suministro 434a que se conecta a un depósito de aire (no mostrado), una boca de escape 434b para purgar el aire de los resortes de aire (no mostrados), una primera boca 434c que se conecta a un primer conjunto de resortes de aire (no mostrados), una segunda boca 434d que se conecta a un segundo juego de resortes de aire (no mostrados), y una boca de flujo cruzado 434e que se conecta a otra válvula de nivelación (no mostrada). La carcasa inferior 430 puede incluir, opcionalmente, una sexta boca 434f (mostrada en las FIG. 12A y 12B) que se conecta a una válvula de descarga (no mostrada), en donde la válvula de descarga está configurada para extraer simultáneamente todo el aire de cada resorte del sistema de gestión de aire.

55 60

Como se muestra en la FIG. 12A-C, la carcasa inferior 430 incluye pasajes de flujo de aire separados para cada boca 434a-f, incluyendo un pasaje de suministro 432a conectado a la boca de suministro 434a, un pasaje de escape 432b conectado al orificio de escape 434b, un primer pasaje 432c conectado a la primera boca 434c, un segundo pasaje

65

432d conectado a la segunda boca 434d, un pasaje de flujo cruzado 432e conectado a la boca de flujo cruzado 434e, y un pasaje de descarga 432f conectado a la boca de descarga 434f. La carcasa inferior 430 incluye una primera superficie 436 que define una pluralidad de orificios ciegos de forma circular 438a-c y una cavidad de depósito 439. Los orificios ciegos 438a-c incluyen un orificio de suministro 438a unido a la boca de suministro 434a por el pasaje de suministro 432a, un orificio de escape 438b unido a la boca de escape 434b por el pasaje de escape 432b, y un orificio de flujo cruzado 438c unido a la boca de flujo cruzado 434e por el pasaje de flujo cruzado 432e. La carcasa inferior 430 incluye además un orificio central 438d configurado para recibir un poste (no mostrado) que se extiende a través de la carcasa superior 320 para recibir el brazo de control. El primer pasaje 432c, el segundo pasaje 432d, y el pasaje de descarga 432f están interconectados entre sí y se extienden desde la cavidad del depósito 439. En un ejemplo como el que se muestra en la FIG. 10, la carcasa inferior 430 puede incluir una superficie elevada 437 que sobresale de la primera superficie 436, en la que los orificios 438a-c y la cavidad 439 están definidos a lo largo de la superficie elevada 437. La superficie elevada 437 de la carcasa inferior 430 está configurada para acoplarse a una superficie inferior de la carcasa superior 320 para definir una cámara en la misma.

La FIG. 13 ilustra un disco giratorio 450 de acuerdo con una configuración de la presente invención. De manera similar a la realización mostrada en las FIGS. 4 y 6A-C, el disco giratorio 450 incluye una abertura central 452, dos ranuras oblongas 454, y una ranura de flujo cruzado 455 con una superficie de disco 453 que se extiende entre las mismas y a lo largo de la periferia del disco giratorio 450. La abertura central 452 está dispuesta entre las dos ranuras oblongas 454 y la ranura de flujo cruzado 455. Las dos ranuras oblongas 454 están espaciadas simétricamente desde un eje central A-A del disco giratorio 455, y la ranura de flujo cruzado 455 se superpone al eje central A-A del disco giratorio 450, estando la abertura central 452 dispuesta entre las ranuras oblongas 454 y la ranura de flujo cruzado 455. El área de la sección transversal de la ranura de flujo cruzado 455 es sustancialmente menor que el área de la sección transversal de cada ranura oblonga 454. Por ejemplo, el área de la sección transversal de la ranura de flujo cruzado 455 es al menos tres, cuatro, cinco, diez, veinte, treinta, cuarenta o más veces menor que el área de la sección transversal de las ranuras oblongas 454. En algunas realizaciones no limitativas (p. ej., las FIGS. 33-36), la anchura o diámetro de la ranura de flujo cruzado 455 puede variar a través de su profundidad de tal manera que la anchura o diámetro de la ranura de flujo cruzado 455 tiene una primera dimensión transversal en una primera cara del disco giratorio 450 y una segunda dimensión transversal en una segunda cara del disco giratorio 450, siendo la primera dimensión transversal mayor que la segunda dimensión transversal.

El disco giratorio 450 se aloja en la superficie elevada 437 de la carcasa inferior 430, y la abertura central 452 aloja un eje (no mostrado) que se extiende desde la primera superficie 436 de la carcasa inferior 430 hasta la carcasa superior (no mostrada) de la válvula giratoria. De manera similar a la realización mostrada en las FIGS. 4 y 6A-C, el disco giratorio 450 está configurado para girar alrededor del eje entre una pluralidad de posiciones, incluida una posición neutra, una primera posición angular y una segunda posición angular. En posición neutra, la superficie de disco 453 del disco giratorio 450 recubre tanto el orificio de suministro 438a como el orificio de escape 438b de la carcasa inferior 430 de tal manera que los resortes de aire no están conectados ni a la boca de suministro 434a ni a la boca de escape 434b. Por tanto, el disco giratorio 450 está dentro del intervalo de rotación de la zona muerta cuando está en posición neutra. En posición neutra, la ranura de flujo cruzado 455 recubre el orificio de flujo cruzado 438c de modo que el primer y el segundo resortes están en comunicación con la boca de flujo cruzado 434e.

Cuando el disco giratorio 450 se gira desde la posición neutra en sentido horario hasta la primera posición angular, las ranuras oblongas 454 conectan el orificio de suministro 438a con la cavidad de resorte 439 de modo que los resortes reciban aire del depósito de suministro, aumentando de este modo la presión de aire de los resortes de aire. Cuando el disco giratorio 450 se coloca en la primera posición angular, la ranura de flujo cruzado 455 se gira alejándose del orificio de flujo cruzado 438c, de tal manera que la banda muerta 453 recubre el orificio de flujo cruzado 438c. Cuando el disco giratorio 450 se gira desde la posición neutra en sentido antihorario hasta la segunda posición angular, las ranuras oblongas 454 conectan el orificio de escape 438b con la cavidad de resorte 439, de modo que el aire sale de los resortes. Cuando el disco giratorio 450 se coloca en la segunda posición angular, la ranura de flujo cruzado 455 se gira alejándose del orificio de flujo cruzado 438c, de tal manera que la banda muerta 453 recubre el orificio de flujo cruzado 438c.

Debido al dimensionamiento de la ranura de flujo cruzado 455, el disco giratorio 450 solo necesita girar ligeramente aproximadamente de 1° a 2° en sentido horario o antihorario desde la posición neutra para que la zona muerta 453 recubre completamente el orificio de flujo cruzado 438c. Por tanto, el disco giratorio puede pasar rápidamente de permitir el flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo a controlar el flujo de aire hacia un lado del vehículo de forma independiente sin que se produzca flujo cruzado. Mientras el disco giratorio gira aproximadamente de 1° a 2° en sentido horario o antihorario desde la posición neutra, las ranuras oblongas 454 no están en comunicación con el orificio de suministro 438a ni con el orificio de escape 438b de la carcasa inferior 430. Cuando la velocidad de rotación del disco giratorio supera una velocidad umbral predeterminada, el disco giratorio 450 puede girar desde la primera posición angular a la segunda posición angular sin permitir que el aire fluya a través del orificio de flujo cruzado 438c y la boca de flujo cruzado 434e durante la transición. Por consiguiente, cuando el vehículo experimenta posteriores desplazamientos dinámicos de peso, el disco giratorio puede alternar entre el suministro y la extracción de aire hacia y desde los resortes de aire sin permitir que se produzca un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos durante la transición.

Las FIGS. 14A y 14B ilustran un primer obturador 460 de acuerdo con una configuración utilizada en la presente invención. El primer obturador 460 incluye un cuerpo de forma cilíndrica 462 que se extiende desde un primer extremo 464 hasta un segundo extremo 466. El primer obturador 460 incluye un pasaje 463 que se extiende a través del cuerpo 462 desde una primera abertura 463a, definida a lo largo del primer extremo 464, hasta una segunda abertura 463b definida a lo largo del segundo extremo 466. El tamaño de la primera abertura 463a es equivalente al tamaño de la segunda abertura 463b. El primer obturador 460 está dispuesto tanto en el orificio de suministro 438a como en el orificio de escape 438b de la carcasa inferior 430, en el que el primer extremo 464 sobresale de la primera superficie 436 de la carcasa inferior 430 y se acopla con el disco giratorio 450 para proporcionar un cierre hermético entre los orificios de suministro y escape 438a, 438b y las ranuras oblongas 454. En algunas otras configuraciones (no mostradas), el tamaño de la primera abertura 463a puede ser diferente del tamaño de la segunda abertura 463b de tal manera que el diámetro o anchura del pasaje 463 varía a lo largo del mismo. En un ejemplo, la primera abertura 463a puede comprender un primer diámetro, y la segunda abertura 463b puede comprender un segundo diámetro, siendo el segundo diámetro inferior al primero.

Las FIGS. 15A y 15B ilustran un segundo obturador 470 de acuerdo con una configuración de la presente invención. De manera similar al primer obturador 460, el segundo obturador 470 incluye un cuerpo 472 de forma cilíndrica que se extiende desde un primer extremo 474 hasta un segundo extremo 476. El primer obturador 470 incluye un pasaje 473 que se extiende a través del cuerpo 472 desde una primera abertura 473a, definida a lo largo del primer extremo 474, hasta una segunda abertura 473b definida a lo largo del segundo extremo 476. A diferencia del primer obturador 460, el tamaño de la primera abertura 473a del segundo obturador 470 es menor que el tamaño de la segunda abertura 473b. El tamaño y la forma de la primera abertura 473a del segundo obturador 470 se corresponden con el tamaño y la forma de la ranura de flujo cruzado 455 del disco giratorio 450. El segundo obturador 470 está dispuesto en el orificio de flujo cruzado 438c de la carcasa inferior, en el que el primer extremo 474 sobresale de la primera superficie 436 de la carcasa inferior 436 y se acopla con el disco giratorio 450 para proporcionar un cierre hermético entre la ranura de flujo cruzado 455 del disco giratorio 450 y el orificio de flujo cruzado 438c.

En una realización no limitante, la carcasa inferior 430 puede comprender un cuarto orificio ciego (no mostrado) dispuesto a lo largo de la primera superficie 436, de modo que el cuarto orificio ciego está alineado con el orificio de flujo cruzado 438c y la cavidad de depósito 439 está dispuesta entre el cuarto orificio ciego y el orificio de flujo cruzado 438c. En algunas realizaciones, el cuarto orificio ciego está separado noventa grados de los orificios de suministro y escape 438a, 438b con respecto al orificio central 438d y separado ciento ochenta grados del orificio de flujo cruzado 438c con respecto al orificio central 438d. El cuarto orificio ciego no está en comunicación neumática con cualquiera del pasaje de suministro 432a, pasaje de escape 432b, primer pasaje 432c, segundo pasaje 432d, pasaje de flujo cruzado 432e y pasaje de descarga 432f. En algunas realizaciones, un tercer obturador (no mostrado) puede estar dispuesto en el cuarto orificio ciego. En algunas realizaciones, el tercer obturador puede comprender la misma configuración que el primer obturador 460 alojado en el orificio de flujo cruzado 438c de tal manera que el tercer obturador comprende un primer extremo configurado para sobresalir por encima de la primera superficie 436 de la carcasa inferior 430. Cuando el disco giratorio 450 se aloja en la primera superficie 436 de la carcasa inferior 430, el tercer obturador está configurado para acoplarse con el disco giratorio 450 de tal manera que una superficie inferior del disco giratorio 450 se acople con cuatro obturadores: el par de primeros obturadores 460 alojados en los orificios de suministro y escape 438a, 438b, el segundo obturador 470 alojado en el orificio de flujo cruzado, y el tercer obturador alojado en el cuarto orificio ciego. Acoplando los cuatro obturadores que están desplazados entre sí noventa grados con respecto al orificio central 438d, el disco giratorio 450 se mantiene en una posición nivelada.

La FIG. 43 ilustra la relación entre el ángulo del brazo de control y la presión de aire en las diversas bocas de la carcasa inferior de una válvula de nivelación de una realización de ejemplo de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 43, el eje x refleja el tiempo de funcionamiento motorizado en segundos, y el eje y indica tanto el ángulo del brazo de control en grados (es decir, representado por la línea continua) como la presión manométrica de aire en kiloPascales (PSIG) de las diversas bocas de válvula en respuesta al cambio de ángulo del brazo de control (representada por las líneas de puntos o discontinuas). Haciendo referencia a la FIG. 43, a medida que el vehículo se enfrenta dinámicamente a un estado cambiante de la carretera, es decir, cuando el brazo de control pivota inicialmente fuera de la posición neutra, indicado por el eje x, la presión de aire en la boca de trabajo (es decir, la boca de resorte conectada al resorte de aire) aumenta exponencialmente, mientras que la presión de aire en la boca de suministro desciende ligeramente. Por consiguiente, la válvula de nivelación está configurada para responder rápidamente al suministro de presión de aire al resorte de aire cuando el brazo de control pivota desde la posición neutra a una posición de suministro. A continuación, cuando el brazo de control pivota inicialmente hacia la posición neutra, como indican los aproximadamente 14 segundos en el eje x de la FIG. 43, la presión de aire en los niveles de la boca de resorte se mantiene a un nivel constante. Una vez que el brazo nivelador vuelve a la posición neutra, como indican los aproximadamente 28 segundos en el eje x de la FIG. 43, la presión de aire en la boca de flujo cruzado aumenta a aproximadamente 620 kPa (90 PSIG) y la presión de aire en la boca de resorte disminuye ligeramente. Como resultado, la presión en el resorte de aire conectado disminuye ligeramente, de modo que los resortes de aire dispuestos en lados opuestos del vehículo se igualan. A continuación, a medida que el vehículo sigue circulando y se encuentra con un estado cambiante de la carretera, es decir, cuando el brazo de control gira desde la posición neutra en la dirección opuesta, a partir de aproximadamente 29 segundos en el eje x de la FIG. 43, la presión de aire en la boca de escape aumenta de tal manera que la presión de aire en el orificio del resorte disminuye exponencialmente, a un ritmo más rápido en comparación con la disminución de la presión de aire cuando el brazo de control está en

posición neutra. Por consiguiente, la presión de aire en el resorte de aire conectado se reduce significativamente en respuesta al cambio del brazo de control a una posición de escape. Por tanto, la FIG. 43 demuestra que la válvula de nivelación de acuerdo con la presente invención funciona de acuerdo con tres etapas únicas: (i) un modo de suministro, (ii) un modo de escape, y (iii) un modo de flujo cruzado. De forma adicional, la FIG. 43 demuestra que no hay mezcla entre las etapas separadas, de tal manera que la válvula de nivelación puede operar solo en uno de los tres modos a la vez.

De acuerdo con diversas realizaciones, la FIG. 44 ilustra un método 900 para ajustar la presión de aire de un sistema 100 de gestión de aire que comprende uno o más depósitos de suministro de aire 32, 33, un primer circuito neumático dispuesto en un primer lado de un vehículo, y un segundo circuito neumático dispuesto en un segundo lado del vehículo. Como se muestra en la FIG. 44, el método 900 comprende una etapa 910 de ajuste independiente de la presión de aire del primer circuito neumático mediante una primera válvula de nivelación 16. En diversas realizaciones, el ajuste independiente de la presión de aire del primer circuito neumático incluye el suministro de aire desde el uno o más depósitos de suministro de aire 32, 33 al primer circuito neumático o la extracción de aire del primer circuito neumático a la atmósfera. Como se muestra en la FIG. 44, el método 900 comprende una etapa 920 de ajuste independiente de la presión de aire del segundo circuito neumático mediante una segunda válvula niveladora 17. En diversas realizaciones, el ajuste independiente de la presión de aire del segundo circuito neumático incluye el suministro de aire desde el uno o más depósitos de suministro de aire 32, 33 al segundo circuito neumático o la extracción de aire del segundo circuito neumático a la atmósfera. Como se muestra en la FIG. 44, el método 900 comprende una etapa 930 de establecimiento de comunicación neumática entre el primer circuito neumático y el segundo circuito neumático únicamente cuando tanto la primera válvula de nivelación 16 como la segunda válvula de nivelación 17 están colocadas en modo neutro. En diversas realizaciones, la válvula de nivelación en el modo neutro no suministra aire desde el uno o más depósitos de suministro de aire ni extrae aire a la atmósfera.

El sistema de gestión de aire puede incluir válvulas de nivelación accionadas mecánica o electrónicamente para controlar la comunicación entre el primer y el segundo circuitos neumáticos. En una configuración ilustrativa, el sistema de gestión de aire puede incluir una válvula de nivelación dispuesta en cada resorte de aire, en el que cada válvula de nivelación incluye un colector y un émbolo dispuesto en una cámara del colector. El émbolo está configurado para moverse en la cámara del colector entre una o más posiciones, incluyendo al menos una primera posición para establecer un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos y una segunda posición para ajustar independientemente la altura de un lado respectivo del vehículo. En lugar de tener un brazo de control para accionar el flujo de aire, el colector puede incluir un actuador electrónico para mover el émbolo entre una o más posiciones de modo que el flujo de aire pueda ser suministrado o extraído del resorte de aire respectivo. En una configuración ilustrativa, el sistema de gestión de aire puede tener un colector central que incluye bocas individuales conectadas a cada resorte de aire del sistema de gestión de aire.

En una configuración ilustrativa, las válvulas de nivelación pueden consistir en una o más electroválvulas que permiten ajustar el aire a cada lado del vehículo de forma independiente, al tiempo que permiten selectivamente el flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos para igualar la presión de aire entre el primer y el segundo conjuntos de resortes de aire. El sistema de gestión de aire puede incluir además un controlador en comunicación eléctrica (es decir, inalámbrica o por cable) con las válvulas de nivelación para controlar el funcionamiento de las válvulas de nivelación accionadas electrónicamente. El sistema de gestión de aire puede incluir además sensores de presión de aire instalados en las tuberías de aire para detectar los cambios y desequilibrios de presión y comunicar dichos datos a un controlador en comunicación eléctrica (es decir, inalámbrica o por cable) con las válvulas de nivelación o a una o más de las propias válvulas de nivelación. El sistema de gestión de aire puede incluir además entradas basadas en sensores de altura de marcha para el control de la altura, sensores de caudal en una o más de las bocas, y comunicación con sistemas electrónicos, p. ej., cualquier control electrónico de estabilidad (ESC), incluyendo, aunque no de forma limitativa, el programa electrónico de estabilidad (ESP), el control dinámico de estabilidad (DSC), el control de estabilidad de vehículo (VSC), el control automático de tracción (ATC) y/o los sistemas de control de estabilidad de vuelco del vehículo 1. La vinculación del accionamiento del sistema de gestión de aire con un controlador que también esté vinculado con el ESP, DSC, ATC o VSC del vehículo mejora la seguridad general del vehículo sincronizando el control de los frenos y de la dirección con el funcionamiento del sistema de gestión de aire.

En diversas configuraciones, el controlador del sistema de gestión de aire está en comunicación eléctrica con las válvulas de nivelación, los sensores y otros sistemas electrónicos del vehículo (p. ej., ESC, ESP, DSC, VSC, ATC, etc.). En diversas realizaciones, el controlador puede recibir señales de medición, tal como mediciones de altura y presión de los resortes de aire, transmitidas desde los sensores. Basándose en las señales de medición y datos, el controlador está configurado para calcular un estado actual de cada resorte de aire del sistema de gestión de aire y un estado de funcionamiento dinámico del vehículo. En una configuración, el controlador está configurado para calcular un diferencial de presión o un diferencial de altura entre los resortes del sistema de gestión de aire basándose en las señales de medición y datos recibidas. El controlador está configurado para accionar la válvula en el modo activo cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire estén por encima de un umbral predeterminado y accionar la válvula en un modo neutro cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura esté por debajo de un umbral predeterminado. Por consiguiente, cuando exista una diferencia de altura considerable entre los lados respectivos del vehículo, el controlador está configurado para transmitir órdenes a las válvulas de nivelación para ajustar de forma independiente la altura de los resortes de aire de su respectivo circuito neumático para llevar el

vehículo a un estado de nivelación a un ritmo más rápido. En diversas realizaciones, el controlador puede transmitir órdenes a la válvula de nivelación para que funcione en modo activo a cualquier velocidad del vehículo. Cuando solo haya una ligera diferencia de altura entre los lados respectivos del vehículo que no desencadene un estado de balanceo, el controlador está configurado para transmitir una orden a las válvulas de nivelación para que se coloquen en el modo neutro y mitiguen cualquier diferencial de presión entre los resortes de aire estableciendo un flujo cruzado entre los resortes de aire. En diversas realizaciones, el controlador transmite órdenes a las válvulas de nivelación para que funcionen en el modo muerto a cualquier velocidad del vehículo, incluyendo velocidades sustancialmente superiores a cero kilómetros por hora.

Las FIGS. 7-9 ilustran sistemas de gestión de aire que comprenden una serie de tuberías de aire, en los que los tramos de todas las tuberías de aire que se extienden entre un resorte de aire respectivo y una válvula de control tienen una longitud y un diámetro interno iguales. La FIG. 7 ilustra un sistema de gestión de aire 200a que comprende un primer circuito neumático, un segundo circuito neumático, y al menos dos válvulas de nivelación 300a. Cada circuito neumático incluye uno o más resortes de aire 205a, un depósito de suministro de aire 210a, una tubería de suministro 220a que se extiende entre la válvula de nivelación 300a y el depósito de suministro 210a, y un conjunto de tuberías de resorte 230a que conectan el uno o más resortes de aire 205a a la válvula de nivelación 300a. El sistema de gestión de aire 200a incluye además una válvula de protección de presión 240a (no necesaria para todos los sistemas de gestión de aire) conectada a cada tubería de suministro 220a. En algunas configuraciones del sistema de gestión de aire 200a, las tuberías de resorte 230a pueden tener longitudes y diámetros iguales, y las tuberías de suministro 220a pueden tener longitudes y diámetros iguales. Cada válvula de nivelación 300a está accionada mecánicamente por un brazo de control 305 y configurada para ajustar independientemente el caudal de aire a uno de los circuitos neumáticos primero o segundo. Las válvulas de nivelación 300a están unidas entre sí por una tubería de flujo cruzado 250a para establecer la comunicación de fluidos entre el primer y el segundo circuitos neumáticos cuando todas las válvulas de nivelación estén ajustadas en el modo neutro. Por tanto, las válvulas de nivelación 300a están configuradas para proporcionar un flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando ni se suministra aire desde el depósito de aire a los resortes de aire ni se extrae aire de los resortes de aire a la atmósfera.

La FIG. 8 ilustra un sistema de gestión de aire 200b que comprende un primer circuito neumático, un segundo circuito neumático, y al menos dos válvulas de nivelación 300b. Cada circuito neumático incluye uno o más resortes de aire 205b, un depósito de suministro de aire 210b, una tubería de suministro 220b que se extiende entre la válvula de nivelación 300b y el depósito de suministro 210b, y un conjunto de tuberías de resorte 230b que conectan el uno o más resortes de aire 205b a la válvula de nivelación 300b. En algunas configuraciones del sistema de gestión de aire 200b, las tuberías de resorte 230b pueden tener longitudes y diámetros iguales, y las tuberías de suministro 220b pueden tener longitudes y diámetros iguales. El sistema de gestión de aire 200b incluye además una válvula de protección de presión 240b conectada a cada tubería de suministro 220b. Como se muestra en la FIG. 8, las válvulas de nivelación 300b son válvulas de nivelación de accionamiento electrónico conectadas entre sí por una tubería de flujo cruzado 250b. La válvula de nivelación accionada electrónicamente está configurada para proporcionar un flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando no se suministra aire desde el depósito de aire a los resortes de aire ni se extrae aire de los resortes de aire a la atmósfera, es decir, en el modo neutro.

La FIG. 9 ilustra un sistema de gestión de aire 200c que comprende un primer circuito neumático, un segundo circuito neumático, y al menos dos válvulas de nivelación 300c. El sistema de gestión de aire 200c comprende uno o más resortes de aire 205c, un depósito de aire de suministro 210c que está conectado a cada válvula de nivelación 300c por una respectiva tubería de suministro 220c, en la que se incorpora una válvula de protección de presión 240c en la tubería de suministro 220c. Cada válvula de nivelación 300c está conectada a uno o más resortes de aire 205c mediante una serie de tuberías de resorte 230c. En algunas configuraciones del sistema de gestión de aire 200c, las tuberías de resorte 230c pueden tener longitudes y diámetros iguales, y las tuberías de suministro 220c pueden tener longitudes y diámetros iguales. Las válvulas de nivelación 300c están conectadas entre sí por una tubería de flujo cruzado 250c. Como se muestra en la FIG. 9, las válvulas de nivelación 300c son válvulas de nivelación accionadas electrónicamente y están en comunicación eléctrica con una unidad de control 260. La comunicación eléctrica puede establecerse mediante una conexión por cable o una conexión inalámbrica. La válvula de nivelación accionada electrónicamente está configurada para proporcionar un flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando no se suministra aire desde el depósito de aire a los resortes de aire ni se extrae aire de los resortes de aire a la atmósfera, es decir, en el modo neutro.

Las FIGS. 16-18 ilustran sistemas de gestión de aire que sincronizan el control del flujo de aire con una unidad de control electrónico. La FIG. 16 muestra un sistema de gestión de aire 500a que comprende un primer circuito neumático 510a, un segundo circuito neumático 520a, y al menos dos válvulas de nivelación 600a. Cada circuito neumático 510a, 520a, incluye uno o más resortes de aire 530a. Cada válvula de nivelación 600a está configurada para ajustar independientemente el flujo de aire a uno de los circuitos neumáticos primero o segundo. Las válvulas de nivelación 600a están unidas entre sí por una tubería de flujo cruzado 550a para establecer la comunicación de fluidos entre el primer y el segundo circuitos neumáticos 510a, 520a cuando todas las válvulas de nivelación 600a están en modo neutro. Cada válvula de nivelación 600a es accionada mecánicamente por un brazo de control 610 e incluye un sensor de brazo de control (no mostrado) dispuesto en la carcasa de la válvula de nivelación 600a para detectar la posición del brazo de control. En un ejemplo, el sensor del brazo de control puede ser un potenciómetro. El sensor del brazo de control está en comunicación eléctrica con una unidad de control 650a, que pueden integrarse en el ESP, DSC o

VSC del vehículo. La comunicación eléctrica puede establecerse mediante una conexión por cable o una conexión inalámbrica. El sensor del brazo de control está configurado para detectar la posición del brazo de control y transmitir la posición del brazo de control a la unidad de control 650a como una entrada de posición del brazo de control. La unidad de control 650a está configurada para determinar la altura del vehículo en cada lado respectivo del vehículo basándose en la entrada de posición del brazo de control.

La FIG. 17 muestra un sistema de gestión de aire 500b que comprende un depósito de suministro de aire 505b, un primer circuito neumático 510b conectado al depósito de suministro 505b, un segundo circuito neumático 520b conectado al depósito de suministro 505b, y al menos dos válvulas de nivelación 600b, en el que cada válvula de nivelación está configurada para controlar independientemente el flujo de aire a uno de los circuitos neumáticos primero o segundo 510b, 520b. En otras configuraciones del sistema de gestión de aire 500b, el sistema de gestión de aire puede tener más de un depósito de suministro de aire 505b. Cada circuito neumático 510b, 520b, incluye uno o más resortes de aire 530b. Cada válvula de nivelación 600b incluye un elemento de válvula (no mostrado) configurado para moverse entre una pluralidad de posiciones incluyendo una posición neutra, una posición de suministro y una posición de escape. En un ejemplo, el elemento de válvula puede ser un obturador, un émbolo, etc. Cuando el elemento de válvula está en posición neutra, la boca no suministra aire a los resortes desde el depósito de aire ni extrae aire de los resortes a la atmósfera. Cada válvula de nivelación 600b se acciona electrónicamente mediante un actuador electrónico 620. En un ejemplo, el actuador electrónico 620 puede ser un solenoide, un motor, etc. Como se muestra en la FIG. 17, las válvulas de nivelación 600b están conectadas entre sí por una tubería de flujo cruzado 550b para establecer una comunicación fluida entre el primer y el segundo circuitos neumáticos 510b, 520b cuando todos los elementos de válvula estén en la posición neutra. El sistema de gestión de aire incluye además una pluralidad de sensores de nivelación 630, incluyendo al menos un sensor de nivelación 630 dispuesto a cada lado del vehículo para detectar las posiciones de altura del vehículo, la presión de aire de un resorte de aire respectivo, o cualquier otra información pertinente para la estabilidad del vehículo. Los sensores de nivel 630 están en comunicación eléctrica con una unidad de control 650b. La comunicación eléctrica puede establecerse mediante una conexión por cable o una conexión inalámbrica. Cada sensor de nivelación 630 está configurado para transmitir mediciones a la unidad de control 650b como entrada de nivelación del vehículo. La unidad de control 650b está configurada para determinar la altura del vehículo en cada lado respectivo del vehículo basándose en la entrada de nivelación de vehículo. La unidad de control 650b está configurada además para controlar los actuadores electrónicos 620 en cada válvula de nivelación 600b para activar el movimiento del elemento de válvula a una posición deseada, controlando de este modo el flujo de aire hacia los circuitos neumáticos primero y segundo.

En una configuración, la unidad de control 650b está configurada para accionar las válvulas de nivelación 600b para establecer un flujo cruzado cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire del primer y segundo circuitos neumáticos 510b, 520b están dentro de un umbral predeterminado. La unidad de control 650 está configurada para accionar las válvulas 600b en el modo activo para ajustar independientemente la presión de aire de su circuito neumático asociado cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire del primer y segundo circuitos neumáticos 510b, 520b son superiores a un umbral predeterminado. La unidad de control 650b puede determinar el diferencial de presión o altura de los resortes de aire 530b basándose en las señales de medición recibidas de los sensores 630.

La FIG. 18 muestra un sistema de gestión de aire que comprende un depósito de suministro de aire 505c, un primer circuito neumático 510c, un segundo circuito neumático 520c, y un colector 600c que, en ciertas realizaciones, está dispuesto en el centro del vehículo o cerca del mismo. En otras configuraciones del sistema de gestión de aire 500c, el sistema de gestión de aire puede tener más de un depósito de suministro de aire 505c. El colector 600c está conectado al depósito de suministro 505c mediante uno o más tuberías de suministro 506c. Cada circuito neumático 510c, 520c, incluye uno o más resortes de aire 530c. El colector 600c incluye una pluralidad de bocas 640, incluyendo al menos una boca 640 conectada a cada resorte de aire 530c por una tubería de resorte 535c. El colector 600c incluye un elemento de válvula (no mostrado) dispuesto en cada boca 640 para controlar el flujo de aire a través de la boca. En un ejemplo, el elemento de válvula puede ser un obturador, un émbolo, etc. El elemento de válvula está configurado para moverse entre una pluralidad de posiciones, incluida una posición neutra, una posición de suministro y una posición de escape. Cuando el elemento de válvula está en posición neutra, la boca no suministra aire a los resortes desde el depósito de aire ni extrae aire de los resortes a la atmósfera. El colector 600c incluye además un pasaje de flujo cruzado (no mostrado) para establecer la comunicación de fluidos entre los circuitos neumáticos primero y segundo 510c, 520c cuando todos los elementos de válvula están en posición neutra. El colector 600c incluye además un actuador electrónico (no mostrado) dispuesto en cada boca para activar el movimiento del elemento de válvula. En un ejemplo, el actuador electrónico puede ser un solenoide, un motor, etc. El sistema de gestión de aire 500c incluye además una pluralidad de sensores de nivelación 630, incluyendo al menos un sensor de nivelación 630 dispuesto a cada lado del vehículo para detectar las posiciones de altura del vehículo, la presión de aire de un resorte de aire respectivo, o cualquier otra información pertinente para la estabilidad del vehículo. Los sensores de nivel 630 están en comunicación eléctrica con una unidad de control 650c. La comunicación eléctrica puede establecerse mediante una conexión por cable o una conexión inalámbrica. Cada sensor de nivelación 630 está configurado para transmitir mediciones a la unidad de control 650c como entrada de nivelación del vehículo. La unidad de control 650c está configurada para determinar la altura del vehículo en cada lado respectivo del vehículo basándose en la entrada de nivelación de vehículo. La unidad de control 650c está configurada además para controlar los actuadores electrónicos en cada boca 640 para activar el movimiento del elemento de válvula a una posición deseada, controlando de este

modo el flujo de aire hacia los circuitos neumáticos primero y segundo 510c, 520c.

En una configuración, la unidad de control 650c está configurada para accionar el colector 600c para establecer un flujo cruzado cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire del primer y segundo circuitos neumáticos 510c, 520c están dentro de un umbral predeterminado. La unidad de control 650c está configurada para accionar el colector 600c en el modo activo para ajustar independientemente la presión de aire de su circuito neumático asociado cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire del primer y segundo circuitos neumáticos 510c, 520c son superiores a un umbral predeterminado. La unidad de control 650c puede determinar el diferencial de presión o altura de los resortes de aire 530b basándose en las señales de medición recibidas de los sensores 630.

Las FIGS. 19 y 20 ilustran sistemas de gestión de aire que sincronizan el control del flujo de aire con una unidad de control asociada a cada resorte de aire. La FIG. 19 muestra un sistema de gestión de aire 700a que comprende una fuente de aire 702a, un depósito de aire de suministro 704a, un primer circuito neumático 710a, dispuesto en un primer lado del vehículo, y un segundo circuito neumático 720a dispuesto en un segundo lado del vehículo. Cada circuito neumático 710a, 720a, incluye uno o más resortes de aire 730a. Cada resorte de aire 730a comprende una unidad de control 740a dispuesta dentro de una cámara del resorte de aire 730a. La unidad de control 740a comprende una carcasa 780a montada en una placa superior 732a del resorte de aire 730a. Al estar dispuesta dentro del resorte de aire 730, la unidad de control 740a no está expuesta al entorno exterior, quedando de este modo protegida de los daños causados por escombros o inclemencias meteorológicas. La unidad de control 740a está configurada para ajustar la altura del resorte de aire 730b a una altura deseada que se determina en función de una o más condiciones de funcionamiento monitorizadas por la unidad de control 740a. La unidad de control 740a puede tener en cuenta las condiciones de otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a a la hora de determinar la altura deseada para su resorte de aire asociado 730a, pero la unidad de control 740a ajusta la altura de su resorte de aire asociado 730a independientemente de las otras unidades de control 740a del sistema de gestión de aire 700a. Como se muestra en la FIG. 19, una tubería de flujo cruzado 760a conecta la unidad de control 740a de un resorte de aire 730a en el primer circuito neumático 710a con una unidad de control 740a de un resorte de aire 730a en el segundo circuito neumático 720a. Cada unidad de control 740a está configurada para proporcionar un flujo cruzado entre los dos resortes de aire 730a de los circuitos neumáticos primero y segundo 710a, 720a cuando ni se suministra aire desde la fuente de aire 702a a los resortes de aire 730a ni se extrae aire de los resortes de aire 730a a la atmósfera, es decir, en el modo neutro.

Haciendo referencia a las FIGS. 19 y 22, la unidad de control 740a comprende una boca de entrada 741a dispuesta a lo largo de una primera superficie de la carcasa 780a, una boca de salida 742a dispuesta a lo largo de la primera superficie de la carcasa 780a, una boca de flujo cruzado 743a dispuesta a lo largo de una primera superficie de la carcasa 780a, y una boca de entrega 744a dispuesta a lo largo de una segunda superficie de la carcasa 780a. La unidad de control 740a comprende una cámara de válvula 745a y una pluralidad de pasajes 751a-754a que conectan la boca de entrega 744a, la boca de entrada 741a, la boca de salida 742a, y la boca de flujo cruzado 743a a la cámara de válvula 745a. La boca de entrada 741a está configurado para conectarse a un accesorio 736a dispuesto en la placa superior 732a, estableciendo de este modo una comunicación neumática entre el depósito de suministro de aire 704a y la unidad de control 740a. La boca de salida 742a está configurado para conectarse a una boca de escape 738a dispuesto en la placa superior 732a, estableciendo de este modo una comunicación neumática entre la atmósfera y la unidad de control 740a. La boca de flujo cruzado 743a está configurado para conectarse a la tubería de flujo cruzado 760a, estableciendo de este modo una comunicación neumática entre una unidad de control 740a de un primer resorte de aire 730a y una unidad de control 740a de un segundo resorte de aire 730a. La boca de entrega 744a está configurada para establecer una comunicación neumática entre la cámara de la válvula 745a y la cámara del resorte de aire 730a de tal manera que el aire puede ser suministrado o liberado desde la cámara del resorte de aire 730a.

Como se muestra en la FIG. 22, la unidad de control 740a comprende una válvula 746a dispuesta en la cámara de la válvula 745a para controlar selectivamente el suministro y el escape de aire hacia y desde la cámara del resorte de aire 730a. La válvula 746a está configurada para cambiar entre una pluralidad de modos, incluido un primer modo en el que el aire sale de la cámara del resorte de aire 730a, un segundo modo en el que el aire se suministra a la cámara del resorte de aire 730a, un modo neutro en el que la cámara del resorte de aire 730a está conectada neumáticamente a la tubería de flujo cruzado 760a. En el primer modo, la válvula 746a establece una comunicación neumática entre la boca de entrada 741a y la boca de entrega 744a. En el segundo modo, la válvula 746a establece una comunicación neumática entre la boca de salida 742a y la boca de entrega 744a. Cuando la válvula 746a está ajustada en el primer o segundo modo, la válvula 746a está ajustando independientemente la altura de su resorte de aire asociado 730a (es decir, modo activo) de tal manera que la válvula 746a no esté en comunicación neumática con otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a. En modo neutro, la válvula 746a establece una comunicación neumática entre la boca de flujo cruzado 743a y la boca de entrega 744a, dando lugar a un flujo cruzado entre su resorte de aire asociado 730a y un segundo resorte de aire 730a dispuesto en un lado opuesto del vehículo.

La válvula 746a puede adoptar cualquier forma o configuración adecuada, tal como una bidireccional, válvula de tres vías o de posición variable, para controlar selectivamente el flujo de aire que entra y sale de la cámara del resorte de aire 730a a una pluralidad de caudales. En un ejemplo (no mostrado), la válvula 746a comprende un elemento giratorio dispuesto en la cámara de la válvula y un actuador electrónico vinculado operativamente al elemento giratorio. En una

configuración, el actuador electrónico es un motor paso a paso. El elemento giratorio está configurado para girar entre una pluralidad de posiciones, incluida una primera posición que establece una comunicación neumática entre la boca de entrada y la boca de entrega, una segunda posición que establece la comunicación neumática entre la boca de salida y la boca de entrega, y una tercera posición que establece la comunicación neumática entre la boca de entrega y la boca de flujo cruzado. El actuador electrónico (p. ej., motor paso a paso) está configurado para recibir energía de una fuente de suministro y accionar el movimiento del elemento giratorio entre la pluralidad de posiciones. En algunas configuraciones, el elemento giratorio es un disco que comprende una pluralidad de orificios configurados para recubrir selectivamente la pluralidad de pasajes en la primera, segunda y tercera posiciones, y el motor paso a paso incluye un árbol que está acoplado giratoriamente al disco. En algunas configuraciones, el motor paso a paso está configurado para accionar el movimiento del elemento giratorio a una pluralidad de posiciones de tal manera que el caudal volumétrico para suministrar o extraer aire de la cámara puede variar en cada posición respectiva del elemento giratorio. Por consiguiente, el motor paso a paso puede accionar el movimiento del elemento giratorio a una primera posición, en el que el aire se suministra o se retira de la cámara del resorte de aire 730a a un primer ritmo, y el motor paso a paso puede accionar el movimiento del elemento giratorio a una segunda posición, en el que el aire se suministra o se extrae de la cámara del resorte de aire 730a a un segundo ritmo que es mayor o menor que el primer ritmo.

En otro ejemplo (no mostrado), la válvula 746a puede incluir un émbolo recibido en la cámara de la válvula 745a y un solenoide conectado operativamente al émbolo. El émbolo está configurado para deslizarse dentro de la cámara de la válvula 745a entre una pluralidad de posiciones, incluye una primera posición que establece una comunicación neumática entre la boca de entrada y la boca de entrega, una segunda posición que establece la comunicación neumática entre la boca de salida y la boca de entrega, y una tercera posición que establece la comunicación neumática entre la boca de entrega y la boca de flujo cruzado. El solenoide está configurado para recibir energía de una fuente de suministro y accionar el movimiento del émbolo entre la pluralidad de posiciones. En algunas configuraciones, el solenoide está configurado para accionar el movimiento del émbolo a una pluralidad de posiciones de tal manera que el caudal volumétrico para suministrar o extraer aire de la cámara puede variar en cada posición respectiva del émbolo.

En otro ejemplo, como se muestra en las FIGS. 26A y 26B, la válvula 746a puede incluir un colector 780 de forma cilíndrica y un elemento regulador 790 alojado telescópicamente en el colector 780 de tal manera que el elemento regulador 790 está en contacto deslizante con la superficie interior del colector 780. En una configuración, el colector 780 incluye una pluralidad de aberturas 781-783 dispuestas a lo largo de una superficie del colector 780. La pluralidad de aberturas 781-783 incluye una primera abertura 781 dispuesta aproximadamente en un primer extremo del colector 780, una segunda abertura 782 dispuesta aproximadamente en un segundo extremo del colector 780, una tercera abertura 783 dispuesta entre las aberturas primera y segunda 781, 782. La primera abertura 781 está configurada para proporcionar comunicación neumática entre la boca de entrada 741a y la boca de entrega 744a de la unidad de control 740a. La segunda abertura 782 está configurada para proporcionar comunicación neumática entre la cámara del resorte de aire y la boca de salida 742a de la unidad de control 740a. La tercera abertura 783 está configurada para proporcionar comunicación neumática entre la boca de flujo cruzado 743a y la cámara del resorte de aire.

En una configuración, el elemento regulador 790 está configurado para recibir una señal eléctrica y deslizarse a lo largo del eje longitudinal del colector 780 en respuesta a la recepción de una señal eléctrica. Deslizándose a lo largo del eje longitudinal del colector 780, el elemento regulador 790 está configurado para controlar la exposición de la primera, segunda y tercera aberturas 781-783 de tal manera que la válvula 746a está configurada para selectivamente suministrar aire, extraer aire, o establecer un flujo cruzado para el resorte de aire asociado 730a. El desplazamiento del elemento regulador 790 controla además la velocidad del flujo de aire a través de la unidad de control 740a. El elemento regulador 790 puede colocarse además en una posición que aisle el resorte de aire 730a con respecto a todos los demás componentes del sistema de gestión de aire 700 de tal manera que la presión de aire del resorte de aire 730a permanezca estática.

En otra configuración (no mostrada), el elemento regulador está configurado para girar alrededor del eje longitudinal del colector en respuesta a la recepción de una señal eléctrica. Girando alrededor del eje longitudinal del colector, el colector está configurado para controlar la exposición de la primera, segunda y tercera aberturas, de tal manera que la válvula 746a está configurada para suministrar o extraer aire selectivamente de la cámara del resorte de aire. La válvula 746a puede incluir un actuador electrónico configurado para activar el movimiento del elemento regulador a lo largo del eje longitudinal del colector.

En otra configuración (no mostrada), el colector incluye una pluralidad de aberturas dispuestas a lo largo de una superficie del colector. La pluralidad de aberturas incluye una primera abertura dispuesta próxima a un primer extremo del colector, una segunda abertura dispuesta próxima a un segundo extremo del colector, una tercera abertura dispuesta entre las aberturas primera y segunda y situada en un lado del colector opuesto a las aberturas primera y segunda, y una cuarta abertura dispuesta entre las aberturas primera y segunda. La primera abertura está en comunicación neumática directa con la boca de entrada 741a. La segunda abertura está en comunicación neumática directa con la boca de salida 742a. La tercera abertura está en comunicación neumática directa con la boca de entrega 744a. La cuarta abertura está en comunicación neumática directa con la boca de flujo cruzado 743a. En una configuración, el elemento regulador está configurado para recibir una señal eléctrica y deslizarse a lo largo del eje

longitudinal del colector en respuesta a la recepción de una señal eléctrica. Deslizándose a lo largo del eje longitudinal del colector, el elemento regulador está configurado para controlar la exposición de la primera, segunda, tercera y cuarta aberturas, de tal manera que la válvula 746a está configurada para selectivamente suministrar aire, extraer aire, o establecer un flujo cruzado para el resorte de aire asociado 730a. El desplazamiento del elemento regulador controla además el caudal de aire a través de la unidad de control 740a. El elemento regulador puede colocarse además en una posición que aisle el resorte de aire respecto a todos los demás componentes del sistema de gestión de aire 700 de tal manera que la presión de aire del resorte permanezca estática.

En otra configuración (no mostrada), el elemento regulador está configurado para girar alrededor del eje longitudinal del colector en respuesta a la recepción de una señal eléctrica. Girando alrededor del eje longitudinal del colector, el colector está configurado para controlar la exposición de la primera, segunda y tercera aberturas, de tal manera que la válvula 746a está configurada para suministrar o extraer aire selectivamente de la cámara del resorte de aire. La válvula 746a puede incluir un actuador electrónico configurado para activar el movimiento del elemento regulador a lo largo del eje longitudinal del colector.

La unidad de control 740a comprende uno o más sensores 748a, una interfaz de comunicación 749a, y un módulo de procesamiento 750a vinculado operativamente a uno o más sensores 748a y a la interfaz de comunicación 749a. En algunas configuraciones, la unidad de control 740a puede comprender una fuente de suministro (no mostrada), tal como una batería recargable y/o un supercondensador integrado en la carcasa 780a de la unidad de control 740a o externo a la carcasa 780a de la unidad de control 740a, para suministrar energía de funcionamiento al uno o más sensores, la interfaz de comunicación y el módulo de procesamiento. La fuente de suministro puede estar vinculada operativamente a la fuente de suministro del vehículo para recibir una corriente de recarga. En otras configuraciones (no mostradas), la carcasa de la unidad de control 740a puede extenderse por encima de la placa superior de tal manera que la cámara de la válvula, la válvula y el módulo de procesamiento están montados sobre la placa superior y dispuestos fuera de la cámara del resorte de aire.

El uno o más sensores 748a pueden ser cualquier configuración o dispositivo adecuado para detectar un estado del vehículo o de cualquiera de los componentes del sistema de gestión de aire. En un ejemplo, el uno o más sensores 748a incluye un sensor de altura configurado para monitorizar continuamente la distancia axial entre la placa superior 732a y una placa base 734a del resorte de aire 730a. El sensor de altura está configurado para generar una señal que indica una altura o distancia asociada con el resorte de aire 730a, tal como la distancia axial entre la placa superior 732a y la placa base 734a. En una configuración, el sensor de altura puede ser un sensor ultrasónico, en el que el sensor transmite ondas ultrasónicas, detecta las ondas reflejadas desde la placa base 734a, y determina la separación axial entre la placa superior y la placa base basándose en las ondas detectadas. En otra configuración, el sensor de altura puede ser un sensor de infrarrojos, en el que el sensor transmite una luz infrarroja mediante un transmisor, recibe una luz infrarroja reflejada por un receptor, y determina la separación axial entre las placas superior y base basándose en la cantidad de radiación infrarroja reflejada de vuelta al receptor. El sensor de altura puede ser de cualquier otro tipo o configuración adecuados para controlar la altura del resorte de aire 730a, tal como un potenciómetro, un transductor de posición lineal, un sensor láser o un sensor de ondas electromagnéticas. En otro ejemplo, el uno o más sensores pueden incluir un sensor de presión configurado para controlar continuamente la presión de aire interna del resorte de aire 730a y generar una señal que indique la presión de aire interna del resorte de aire 730a. En una configuración, el sensor de presión es un transductor de presión.

La interfaz de comunicación 749a puede ser cualquier dispositivo o componente adecuado para retransmitir señales analógicas o digitales a, desde, y entre el módulo de procesamiento 750a y las unidades de control 740a de otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a y/u otros sistemas operativos del vehículo. En la configuración mostrada en la FIG. 19, el resorte de aire 730a incluye una pluralidad de cables 735a que conectan la unidad de control 740a con las unidades de control 740a de otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a y con otros sistemas operativos del vehículo, tal como CAN, RSC, ESC, ABS, PTC, AEB, sistemas anticollisión, etc. La interfaz de comunicación 749a está configurada para recibir cualquier señal procedente de los cables 735a y transmitirla al módulo de procesamiento 750a. La interfaz de comunicación 749a está configurada para recibir todas las señales generadas por el módulo de procesamiento 750a y transmitir dichas señales a través de los cables a las unidades de control 740a de otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700 y a otros sistemas operativos del vehículo. Por consiguiente, la unidad de control 740a de cada resorte de aire 730a puede estar en comunicación eléctrica con las unidades de control 740a de los otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700 de tal manera que la unidad de control puede transmitir y recibir directamente datos o comandos hacia y desde las unidades de control 740a de los otros resortes de aire 730a sin retransmitir las señales a través de otros componentes del sistema.

El módulo de procesamiento 750a de la unidad de control 740a puede ser cualquiera de los dispositivos o componentes adecuados para recibir señales de entrada desde uno o más sensores 748a y la interfaz de comunicación 749a y emitir órdenes para ajustar la altura del resorte de aire 730a a la altura deseada basándose en las señales de entrada recibidas. El módulo de procesamiento 750a puede comprender uno o más procesadores, unidades de procesamiento central, circuitos integrados de aplicación específica, microprocesadores, procesadores de señales digitales, microcontroladores o microordenadores. El módulo de procesamiento 750a puede también comprender memoria, tal como una memoria de sólo lectura, para almacenar todo el software necesario que incorpora la estrategia de control

y las formulaciones matemáticas para el funcionamiento de la unidad de control 740a. El módulo de procesamiento 750a puede comprender un oscilador y un circuito de reloj para generar señales de reloj que permitan al módulo de procesamiento 750a controlar el funcionamiento de la unidad de control 740a. El módulo de procesamiento 750a puede comprender un módulo excitador, tal como un circuito excitador, vinculado operativamente a la válvula de tal manera que el módulo de procesamiento pueda accionar selectivamente la válvula. El módulo de procesamiento 750a puede indicar al módulo controlador que accione la válvula de cualquier manera adecuada, tal como por modulación de anchura de impulsos o accionamiento con retención. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 750a puede alterar la rotación de la válvula modulando la señal electrónica transmitida desde el módulo excitador al actuador electrónico de la válvula. El módulo de procesamiento 750a puede comprender una interfaz de sensor para recibir señales generadas por uno o más sensores. El módulo de procesamiento 750a puede comprender un convertidor analógico-digital conectado a la interfaz del sensor para que las señales analógicas recibidas de uno o más sensores puedan convertirse en señales digitales. A su vez, las señales digitales son procesadas por el módulo de procesamiento 750a para determinar una o más condiciones del resorte de aire 730a, tales como la altura del resorte o la presión interna del aire. Por consiguiente, el módulo de procesamiento 750a está configurado para recibir todas las entradas necesarias para calcular una presión de aire deseada para el resorte de aire 730a, determinar el caudal de aire necesario para modificar la presión de aire del resorte de aire 730a, y transmitir órdenes en términos de suministro o purga de aire a la válvula 746a de la unidad de control 740a.

La unidad de control 740a funciona como un sistema de control de bucle cerrado para ajustar la altura de su resorte de aire asociado 730a a una altura deseada en función de las condiciones de funcionamiento monitorizadas del vehículo. En funcionamiento, el módulo de procesamiento 750a recibe entradas de uno o más sensores 748a, tales como el sensor de altura y el sensor de presión, para determinar la altura y la presión de aire interna del resorte de aire 730a. El módulo de procesamiento 750a ordena a la interfaz de comunicación 749a que transmita las señales indicativas de la altura del resorte y la presión de aire interna del resorte de aire 730a a las unidades de control 740a de los demás resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a. A su vez, la interfaz de comunicación 749a puede recibir señales de datos desde las unidades de control 740a de los otros resortes de aire 730a y retransmitir dichas señales de datos como entradas al módulo de procesamiento 750a. A continuación, el módulo de procesamiento 750a determina la presión de aire deseada para su resorte de aire asociado 730a basándose en las entradas de uno o más sensores 748a y en las señales de datos recibidas de los otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700. Al determinar la presión de aire deseada para su resorte de aire asociado 730a, el módulo de procesamiento 750a puede tener en cuenta las diferencias en las presiones de aire entre todos los resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a para que el módulo de procesamiento 750a pueda determinar las tasas de cabeceo y balanceo del vehículo. El módulo de procesamiento 750a determina el caudal necesario para ajustar la presión de aire interna de su resorte de aire asociado 730a basándose en las tasas de balanceo y cabeceo del vehículo. En una configuración, el caudal calculado se basa en la rapidez con que cambia la altura del resorte de aire 730a en respuesta a una carga o desplazamiento (es decir, la tasa del diferencial de altura). Basándose en la tasa del diferencial de altura, en la presión interna del resorte de aire 730a y en las diferencias entre alturas de los resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700a, el módulo de procesamiento 750a está configurado para determinar la presión de aire deseada y el caudal necesario para ajustar el resorte de aire 730a con el fin de proporcionar una estabilidad y comodidad óptimas para el vehículo. Tras determinar la presión y el caudal de aire deseados, el módulo de procesamiento 750a está configurado para controlar el caudal de aire que se escapa desde o se suministra a su resorte de aire asociado 730a. Mientras que cada unidad de control 740a puede determinar la presión de aire deseada para su resorte de aire asociado 730a basándose al menos parcialmente en las alturas de resorte de los otros resortes de aire 730a, cada unidad de control 740a actúa independientemente de las otras unidades de control 740a del sistema de gestión de aire. Por consiguiente, la presión de aire para cada resorte de aire 730a del sistema de gestión de aire puede ajustarse a una tasa diferente, que, en última instancia, orienta el vehículo en una posición estable a una tasa más rápida.

En una configuración, cada unidad de control 740a está configurada para proporcionar un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos 710a, 720a cuando ni se suministra aire desde el depósito de suministro 704a a los resortes de aire 730a ni se extrae aire de los resortes de aire 730a a la atmósfera. En funcionamiento, cada vez que el módulo de procesamiento 750a determine que la altura o la presión de aire de su resorte de aire asociado 730a no necesita ajustarse de forma independiente, el módulo de procesamiento 750a acciona la válvula 746a para que pase a su estado neutro estableciendo una comunicación neumática entre la boca de entrega 744a y la boca de flujo cruzado 743a. El módulo de procesamiento 750a puede determinar el accionamiento de la válvula 746a a su modo neutro basándose en las señales de entrada de sus sensores asociados 748a y en las señales de datos de las unidades de control 740a de los otros resortes de aire 730a. En una configuración, el módulo de procesamiento 750a está configurado para tener en cuenta una diferencia entre una altura de resorte de su resorte de aire asociado 730a y una segunda altura de resorte del segundo resorte de aire 730a para determinar el accionamiento de la válvula entre el modo activo y el modo neutro. En una configuración, el módulo de procesamiento 750a está configurado para tener en cuenta una diferencia entre la presión de aire de su resorte de aire asociado 730a y una segunda presión de aire del segundo resorte de aire 730a para determinar el accionamiento de la válvula 746a entre el modo activo y el modo neutro. Una vez que cada unidad de control 740a acciona su válvula asociada 746a a su modo neutro, se establece una comunicación neumática entre el resorte de aire 730a del primer circuito neumático 710a y el resorte de aire 730a del segundo circuito neumático 720a a través de la tubería de flujo cruzado 760a. Por consiguiente, se eliminan las diferencias de presión entre los resortes de aire 730a dispuestos en lados opuestos del vehículo, proporcionando una

marcha más estable al vehículo. En diversas realizaciones, la unidad de control 740 está configurada para proporcionar un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos cuando el vehículo se desplaza a cualquier velocidad, incluidas velocidades sustancialmente superiores a cero kilómetros por hora o millas por hora, de modo que las diferencias de presión entre los resortes de aire 730a dispuestos en lados opuestos del vehículo se eliminen en todo momento durante el funcionamiento del vehículo.

En una configuración, el módulo de procesamiento 750a está configurado para recibir señales de medición, tales como mediciones de altura y presión del resorte de aire 730a, procedentes de uno o más sensores 748a y señales de datos procedentes de la interfaz de comunicación 749a. Las señales de datos pueden incluir señales de medición procedentes de las unidades de control 740a de otros resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700. Basándose en las señales de medición y datos, el módulo de procesamiento 750a está configurado para calcular un estado actual de su resorte de aire asociado 730a, el estado actual de los demás resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 700, y un estado de funcionamiento dinámico del vehículo. En función de los estados actuales calculados de los resortes de aire 730a y del estado de funcionamiento dinámico del vehículo, el módulo de procesamiento 750a está configurado para determinar el accionamiento de la válvula 746a entre el modo activo y el modo neutro. En una configuración, el módulo de procesamiento 750a está configurado para calcular un diferencial de presión o un diferencial de altura entre los resortes de aire 730a del sistema de gestión de aire 400 basándose en las señales de medición y datos recibidas. El módulo de procesamiento 750a está configurado para accionar la válvula 746a en el modo activo cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura entre los resortes de aire 730a está por encima de un umbral predeterminado y accionar la válvula en un modo neutro cuando el diferencial de presión o el diferencial de altura está por debajo de un umbral predeterminado. Por consiguiente, cuando exista una diferencia de altura considerable entre los lados respectivos del vehículo, la unidad de control 740a está configurada para ajustar de forma independiente la altura de su resorte de aire para llevar el vehículo a un estado de nivelación a una tasa más rápida. La unidad de control 740a puede accionar la válvula 746a en modo activo a cualquier velocidad del vehículo. Por otro lado, cuando solo haya una ligera diferencia de altura entre los lados respectivos del vehículo que no desencadena un estado de balanceo, la unidad de control 740a está configurada para mitigar cualquier diferencial de presión entre los resortes de aire estableciendo un flujo cruzado entre los resortes de aire. La unidad de control 740a puede accionar la válvula en modo neutro a cualquier velocidad del vehículo.

El estado actual de un resorte de aire puede incluir la altura actual del resorte de aire, la presión interna actual del resorte de aire, la tasa del diferencial de altura del resorte de aire, y/o la tasa del diferencial de presión interna del resorte de aire. El estado de funcionamiento dinámico del vehículo puede incluir la tasa de cabeceo y la tasa de balanceo del vehículo. El cabeceo del vehículo es un desplazamiento relativo entre la parte delantera y trasera de un vehículo, que puede representarse mediante una rotación alrededor de un eje lateral que pasa por el centro de masa del vehículo. Por consiguiente, la tasa de cabeceo del vehículo se refiere a la velocidad de movimiento angular del vehículo alrededor de su eje lateral, extendiéndose el eje desde un lado al lado opuesto del vehículo. El balanceo del vehículo es un desplazamiento relativo entre dos lados de un vehículo, que puede representarse mediante una rotación alrededor de un eje longitudinal que pasa por el centro de masa del vehículo. Por consiguiente, la tasa de balanceo del vehículo se refiere a la velocidad de movimiento angular del cuerpo del vehículo con respecto a su eje longitudinal, es decir, el eje que se extiende desde la parte trasera del vehículo hasta la delantera.

La FIG. 20 muestra un sistema de gestión de aire 700b que comprende un depósito de aire de suministro 704b, un primer circuito neumático 710b, dispuesto en un primer lado del vehículo, y un segundo circuito neumático 720b dispuesto en un segundo lado del vehículo. Cada circuito neumático 710b, 720b, incluye uno o más resortes de aire 730b. Cada resorte de aire 730b comprende una unidad de control 740b dispuesta dentro de una cámara del resorte de aire 730b. El sistema de gestión de aire 700b comprende además un controlador de sistema 770 que está unido operativamente a los resortes de aire 730b. El controlador de sistema 770 permite al sistema de gestión de aire 700b suministrar o extraer aire selectivamente de cada resorte de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b. Como se muestra en la FIG. 20, una tubería de flujo cruzado 760b conecta la unidad de control 740b de un resorte de aire 730b en el primer circuito neumático 710b con una unidad de control 740b de un resorte de aire 730b en el segundo circuito neumático 720b. El controlador de sistema 770 está configurado para ordenar a cada unidad de control 740b que proporcione un flujo cruzado entre los dos resortes de aire 730b del primer y segundo circuitos neumáticos 710b, 720b cuando ni se suministra aire desde el depósito de suministro 704b a los resortes de aire 730b ni se extrae aire de los resortes de aire 730b a la atmósfera, es decir, en el modo neutro.

Como se muestra en la FIG. 23, el controlador de sistema 770 comprende un módulo de procesamiento 772 que puede comprender uno o más procesadores, unidades de procesamiento central, circuitos integrados de aplicación específica, microprocesadores, procesadores de señales digitales, microcontroladores o microordenadores. El controlador de sistema 770 comprende la memoria 774, tal como memoria de sólo lectura o memoria de acceso aleatorio, para almacenar todo el software necesario que incorpora la estrategia de control y las formulaciones matemáticas para el funcionamiento del controlador de sistema. El controlador de sistema 770 comprende una interfaz de comunicación 776 para retransmitir señales a, desde, y entre el módulo de procesamiento 772 y las unidades de control de otros resortes de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b y/u otros sistemas operativos del vehículo. El controlador de sistema 770 comprende un bus 778 que acopla los diversos componentes del controlador de sistema al módulo de procesamiento 772. Por consiguiente, el controlador de sistema 770 está configurado para recibir todas las entradas necesarias para calcular una presión de aire deseada para cada resorte de aire 730b del sistema de

gestión de aire 700b, determinar el caudal de aire necesario para modificar la presión de aire de cada resorte de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b, y transmitir órdenes en términos de suministro o purga de aire a la unidad de control 740b de cada resorte de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b.

- 5 De manera similar a la unidad de control 740a mostrada en la FIG. 22, la unidad de control 740b mostrada en la FIG. 24 comprende una boca de entrada 741b dispuesta a lo largo de una primera superficie de la carcasa 780b, una boca de salida 742b dispuesta a lo largo de la primera superficie de la carcasa 780b, una boca de flujo cruzado 743b dispuesta a lo largo de una primera superficie de la carcasa 780b, una boca de entrega 744b dispuesta a lo largo de una segunda superficie de la carcasa 780b, una válvula 746b dispuesta en una cámara de válvula 745b, uno o más
10 sensores 748b, una interfaz de comunicación 749b, y un módulo de procesamiento 750b vinculado operativamente a uno o más sensores 748b y a la interfaz de comunicación 749b. La unidad de control 740b difiere de la unidad de control 740a mostrada en la FIG. 22 en que la interfaz de comunicación 749b comprende una antena (no mostrada) que está configurada para comunicarse de forma inalámbrica con el controlador de sistema 770.
- 15 El controlador de sistema 770 y las unidades de control 740b están conectadas entre sí para funcionar como un sistema de control de bucle cerrado para ajustar la altura de cada resorte de aire 730b a una altura deseada en función de las condiciones de funcionamiento monitorizadas del vehículo. En funcionamiento, cada unidad de control 740b transmite al controlador de sistema 770 señales que indican la altura del resorte y la presión de aire interna de su resorte de aire asociado 730b. A su vez, el controlador de sistema 770 determina la presión de aire deseada y el
20 caudal volumétrico deseado para extraer y suministrar aire a y desde cada resorte de aire 730b basándose en las señales recibidas de las unidades de control 740b. Al determinar la presión de aire deseada para cada resorte de aire 730b, el controlador de sistema 770 puede tener en cuenta las diferencias en las presiones de aire y las alturas de los resortes entre todos los resortes de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b. Tras determinar la presión y el caudal de aire deseados para cada resorte de aire 730b, el controlador de sistema 770 transmite órdenes a la unidad
25 de control de cada resorte de aire 730b del sistema de gestión de aire 700b, en el que la orden incluye el accionamiento de las válvulas 746b de cada unidad de control 740b entre los modos activo y neutro.

En una configuración, el controlador de sistema 770 está configurado para proporcionar un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos 710b, 720b cuando ni se suministra aire desde el depósito de suministro 704b a los
30 resortes de aire 730b ni se extrae aire de los resortes de aire 730b a la atmósfera. En funcionamiento, cada vez que el controlador de sistema 770 determina que la altura de los resortes de aire 730b no necesita ajustarse independientemente, el controlador de sistema 770 transmite señales de comando a las unidades de control 740b para accionar su respectiva válvula 746b a su modo neutro. El controlador de sistema 770 puede determinar ordenar a cada unidad de control 740b que cambie a su modo neutro basándose en las señales de medición de altura recibidas
35 de las unidades de control 740b. Una vez que cada unidad de control 740b acciona su válvula asociada 746b a su modo neutro, a continuación, se establece una comunicación neumática entre el resorte de aire 730b del primer circuito neumático 710b y el resorte de aire 730b del segundo circuito neumático 720b a través de la tubería de flujo cruzado 760b. Por consiguiente, se eliminan las diferencias de presión entre los resortes de aire 730b dispuestos en lados opuestos del vehículo, proporcionando una marcha más estable al vehículo.

40 La FIG. 21A muestra un sistema de gestión de aire 800 que comprende un depósito de aire de suministro 804, un primer circuito neumático 810, dispuesto en un primer lado del vehículo, y un segundo circuito neumático 820 dispuesto en un segundo lado del vehículo. Cada circuito neumático 810, 820 incluye uno o más resortes de aire 830. El sistema de gestión de aire 800 comprende además un controlador de sistema 840 y una pluralidad de válvulas 850 vinculadas operativamente al controlador de sistema 840. Con referencia a la FIG. 21A, una de las válvulas 850 está dispuesta
45 en el primer circuito neumático 810, y la otra de las válvulas 850 está dispuesta en el segundo circuito neumático 820. El controlador de sistema 840 permite que el sistema de gestión de aire 800 suministre o extraiga aire selectivamente de cada resorte de aire 830 del sistema de gestión de aire 800 accionando la pluralidad de válvulas 850.

50 Como se muestra en la FIG. 21A, una tubería de flujo cruzado 860 conecta una válvula 850 del primer circuito neumático 810 a una válvula 850 del segundo circuito neumático 820, estableciendo de este modo una conexión neumática entre los resortes de aire 830 de los circuitos neumáticos primero y segundo 810, 820. Cada válvula 850 está configurada para cambiar entre una pluralidad de estados, incluyendo un primer modo en el que se libera aire del resorte de aire 830, un segundo modo en el que se suministra aire al resorte 830, un modo neutro en el que el resorte
55 de aire 830 está conectado neumáticamente a la tubería de flujo cruzado 860. El controlador de sistema 840 está configurado para ordenar a cada válvula 850 que cambie a un modo neutro para proporcionar flujo cruzado entre los dos resortes de aire 830 de los circuitos neumáticos primero y segundo 810, 820 cuando ni se suministra aire desde el depósito de suministro 804 a los resortes de aire 830 ni se extrae aire de los resortes de aire 830 a la atmósfera.

60 Con referencia a la FIG. 21A, un sensor de altura 870 está dispuesto en la placa superior 832 de cada resorte de aire 830 y está configurado para controlar continuamente la altura de su resorte de aire 830 asociado. El sensor de altura 870 puede ser cualquier dispositivo adecuado para controlar la altura axial del resorte de aire, como los ejemplos descritos anteriormente. Cada sensor de altura 870 está cableado al controlador de sistema 840 para que cada sensor de altura 870 pueda transmitir señales que indiquen la altura de su resorte de aire asociado 830 al controlador de
65 sistema 840. En otras configuraciones, el sistema de gestión de aire 800 puede incluir un sensor de presión de aire dispuesto en la placa superior del 832 de cada resorte de aire 830. El sensor de presión de aire está configurado para

controlar la presión de aire de su resorte de aire asociado 830 y generar una señal que indica la presión de aire de su resorte de aire asociado.

De manera similar al controlador del sistema mostrado en la FIG. 23, el controlador de sistema 840 mostrado en la FIG. 25 comprende un módulo de procesamiento 842 para determinar la presión y el caudal de aire deseados para cada resorte de aire 830 del sistema de gestión de aire 800, una interfaz de comunicación 846 para transmitir señales hacia y desde el módulo de procesamiento 842 y los sensores de altura de los resortes de aire 830, una memoria 844 para almacenar todo el software necesario que incorpora la estrategia de control y las formulaciones matemáticas para el funcionamiento del controlador de sistema 840, y un bus 848 que conecta la interfaz de comunicación 846 y la memoria 84 al módulo de procesamiento 842. El controlador de sistema 840 comprende además un módulo excitador 845, tal como un circuito excitador, vinculando operativamente el módulo de procesamiento 842 a cada válvula 850 de tal manera que el controlador de sistema 840 pueda accionar selectivamente la válvula 850. El módulo de procesamiento 842 del controlador de sistema 840 puede indicar al módulo de accionamiento 845 que accione la válvula 850 de cualquier manera adecuada, tal como por modulación de anchura de impulsos o accionamiento con retención. Por consiguiente, el controlador de sistema 840 está configurado para recibir todas las entradas necesarias para calcular una presión de aire deseada para cada resorte de aire del sistema de gestión de aire 800, determinar el caudal de aire necesario para alterar la presión de aire de cada resorte de aire 830 del sistema de gestión de aire 800, y accionar al menos una de las válvulas 850 para ajustar la presión de aire y la altura de al menos uno de los resortes 830 del sistema de gestión de aire 800.

En una configuración, el controlador de sistema 840 está configurado para proporcionar flujo cruzado entre los circuitos neumáticos primero y segundo 810, 820 cuando ni se suministra aire desde el depósito de suministro 804 a los resortes de aire 830 ni se extrae aire de los resortes de aire 830 a la atmósfera. En funcionamiento, cada vez que el controlador de sistema 840 determina que no es necesario extraer o añadir aire a los resortes de aire 830, el controlador de sistema 840 acciona cada válvula 850 a su modo neutro. El controlador de sistema 840 puede determinar accionar las válvulas 850 al modo neutro cuando los diferenciales de presión entre los resortes de aire 830 estén dentro de una tolerancia predeterminada. El controlador de sistema 840 puede calcular los diferenciales de presión entre los resortes de aire 830 basándose en las señales recibidas de los sensores de presión de los resortes de aire 830. El controlador de sistema 840 puede determinar el accionamiento de la válvula 850 a su modo neutro basándose en las señales de medición de altura recibidas de los sensores de altura 870. El controlador de sistema 840 puede tener en cuenta las diferencias de altura entre los resortes de aire 830 al determinar si accionar las válvulas a un modo activo (es decir, los modos primero o segundo) o un modo neutro. Una vez que cada válvula 850 se acciona a su modo neutro, a continuación se establece una comunicación neumática entre el resorte de aire 830 del primer circuito neumático 810 y el resorte de aire 830 del segundo circuito neumático 820 a través de la tubería de flujo cruzado 860. Por consiguiente, se eliminan las diferencias de presión entre los resortes de aire 830 dispuestos en lados opuestos del vehículo, proporcionando una marcha más estable al vehículo.

La FIG. 21B ilustra un sistema de gestión de aire 800' de acuerdo con una configuración de la presente invención. El sistema de gestión de aire 800' es similar al sistema de gestión de aire 800 de la FIG. 21A excepto que el controlador de sistema 840' comprende una sola válvula 850' que está neumáticamente conectada a cada resorte de aire 830 del sistema de gestión de aire 800'. Por consiguiente, el controlador de sistema 840' puede suministrar o extraer aire selectivamente de los resortes de aire 830 mediante el uso de una sola válvula 850'. En una configuración, el controlador de sistema 840' está configurado para calcular una diferencia entre las presiones de aire de los resortes de aire 830 basándose en las señales de medición recibidas del sensor. Si el controlador de sistema 840' determina que la diferencia entre las presiones de aire de los resortes de aire 830 está dentro de una tolerancia predeterminada, a continuación, el controlador de sistema 840' acciona la válvula 850' para ajustar la presión de aire de cada resorte de aire 830 a la misma presión de aire.

En cada configuración del sistema de gestión de aire mostrado en las FIGS. 19-21B, las unidades de control o el controlador de sistema pueden estar configurados para ejecutar un ciclo de descarga de tal manera que el aire se libera desde cada resorte de aire de la gestión de aire al mismo tiempo. En cada sistema de gestión de aire mostrado en las FIGS. 19-21B, el sistema de gestión de aire puede incluir una unidad de interfaz de usuario conectada de forma operativa a las unidades de control o al controlador del sistema y configurada para transmitir una orden al controlador del sistema o a las unidades de control para ejecutar un ciclo de descarga de forma que se libere el aire de todos los resortes de aire. La unidad de interfaz de usuario puede estar dispuesta en el salpicadero del vehículo o configurada como una aplicación descargada en un dispositivo de visualización, tal como un teléfono inteligente o un ordenador de mano.

Todas las configuraciones de los sistemas de gestión de aire descritas en el presente documento pueden incorporarse a cualquier tipo de vehículo, remolque o elemento remolcable, incluyendo, aunque no de forma limitativa, vehículos todoterreno, vehículos de pasajeros, vehículos de carreras, camionetas, camiones de basura, camiones de carga, remolques de cualquier tipo, incluidos los remolques para embarcaciones, ganado vacuno, caballos, equipo pesado, tractores, aperos de labranza (p. ej., esparcidores de grano, pulverizadores de fertilizantes y otros tipos de pulverizadores, alimentadores y esparcidores), vehículos de transporte de líquidos, cisternas de líquidos con y sin deflectores, maquinaria, equipos de remolque, vehículos ferroviarios, vehículos carretera-ferrocarril, coches urbanos, y cualquier otro tipo de chasis que tenga bolsas de aire, etc.

Se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento aumentan significativamente la vida útil del neumático, tanto en términos de reducción del desgaste como de desgaste uniforme, aunque no se roten los neumáticos. En una realización a modo de ejemplo, se ha observado que los neumáticos de camión, que tienen una vida media de 100.000 km cuando se montan en camiones que no estaban equipados con los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento, experimentan un desgaste significativamente menor cuando se montan en camiones idénticos que estén equipados con los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento. En ciertas realizaciones, la vida media de los neumáticos de camión se alarga al menos un 20 % y, en algunos casos, hasta un 30 %, un 40 %, un 50 % o más. Como tal, las invenciones de la presente divulgación tienen como ventajas sorprendentes adicionales un inesperado y significativo ahorro financiero, de tiempo (menor pérdida de tiempo en rotación, cambio, recauchutado y sustitución de neumáticos) y medioambiental.

Se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento reducen significativamente los efectos inseguros de los bandazos producidos por el viento en los vehículos que circulan a gran velocidad, en particular en los remolques de camiones. Los bandazos por viento desestabilizan los camiones que transportan remolques a velocidades de autopista y han provocado vuelcos de tales remolques causando lesiones devastadoras y pérdidas de vidas humanas, de la carga y accidentes en cadena. En una realización a modo de ejemplo, los remolques y vehículos recreativos equipados con los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento pueden ser mucho más estables y resistentes a las fuerzas del viento lateral a velocidades de autopista. Como tal, dentro de las ventajas adicionales sorprendentes de las invenciones de la presente divulgación está la ventaja inesperada y significativa en materia de seguridad y comodidad.

Se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento reducen significativamente el ruido de la carretera, las vibraciones y la incomodidad para conductores y pasajeros, así como para la carga viva, incluido ganado, caballos y similares. En una realización a modo de ejemplo, se ha observado que el ruido de la carretera, las vibraciones y las molestias se reducen significativamente, de tal manera que los conductores que antes sólo podían conducir vehículos grandes unos cientos de kilómetros al día debido a las molestias, pudieron conducir distancias significativamente más largas debido a la reducción de molestias, dolores, malestar y fatiga, que se consiguió a partir de una mejora muy notable de la calidad de marcha y la estabilidad. Como tal, como ventajas adicionales sorprendentes de las invenciones de la presente divulgación se consigue una ventaja de comodidad inesperada y significativa.

Se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento reducen significativamente, o incluso eliminan, el hundimiento del morro del vehículo al frenar. Tal hundimiento del morro puede crear condiciones inseguras, es muy incómodo para los conductores y los pasajeros, y aumenta los esfuerzos sobre numerosos componentes del vehículo. Reduciendo y, en muchos casos, eliminando ese hundimiento del morro, dentro de las ventajas adicionales sorprendentes de las invenciones de la presente divulgación está la ventaja inesperada y significativa en materia de seguridad y comodidad.

Se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento aumentan significativamente la tracción, lo que se traduce en un perfeccionamiento del comportamiento del vehículo, incluso en condiciones resbaladizas. En una realización a modo de ejemplo, se ha observado que los camiones que requieren el uso del modo de tracción a las cuatro ruedas (cuando no están equipados con los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento) para circular por terrenos irregulares y/o resbaladizos podían circular por el mismo terreno en el modo de tracción a dos ruedas sin perder tracción y quedar inmovilizados. Como tal, como ventajas adicionales sorprendentes de las invenciones de la presente divulgación se obtiene una ventaja inesperada y significativa en materia de seguridad y utilidad.

Los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento pueden mejorar el rendimiento de los frenos. En vehículos equipados con sistemas electrónicos de estabilidad, p. ej., cualquier control electrónico de estabilidad (ESC), incluyendo, aunque no de forma limitativa, el programa electrónico de estabilidad (ESP), el control dinámico de estabilidad (DSC), el control de estabilidad de vehículo (VSC), control automático de tracción (ATC), se ha comprobado que los sistemas de gestión de aire descritos en el presente documento reducen la tasa de incidencia de aplicación de dichos sistemas electrónicos a los frenos, ya que el vehículo se mantiene en una posición nivelada y estable, y de este modo se evita la activación de dichos sistemas electrónicos, lo que puede mejorar el rendimiento y la vida útil de los frenos.

En el presente contexto, la expresión "ajustar independientemente" se refiere a un estado en el que la válvula de nivelación ajusta la presión de aire de los resortes de aire de un circuito neumático, mientras que la válvula de nivelación no está en comunicación neumática con ningún componente de otro circuito neumático.

Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente", cuando se utiliza en relación con un valor numérico, debe interpretarse en el sentido de que incluye cualquier valor que se encuentre dentro del 5 % del valor mencionado. Es más, la mención del término aproximadamente con respecto a un intervalo de valores debe interpretarse en el sentido de que incluye tanto el extremo superior como el inferior del intervalo mencionado.

Como se usan en el presente documento, los términos "fijado/a", "conectado/a", o "sujeto/a", pueden interpretarse como que incluyen dos elementos que se aseguran juntos con o sin contacto entre sí.

- 5 El sistema de gestión de aire o la válvula de nivelación de acuerdo con la invención pueden usarse para reequipar vehículos que hayan sido fabricados sin resortes de aire, incluidos, aunque no de forma limitativa, los sistemas de suspensión de muelles helicoidales o de ballestas. El sistema de gestión de aire por distribución de presión y volumen dinámica y simétricamente igualados de acuerdo con la invención puede instalarse a posteriori en dichos vehículos proporcionando un kit que comprende un depósito de aire, un compresor, una válvula neumática de distribución de volumen y presión dinámica y simétricamente igualados en cada uno de los lados izquierdo y derecho del vehículo, al
- 10 menos un resorte de aire conectado a cada válvula neumática de distribución de presión y volumen dinámica y simétricamente igualados, y una pluralidad de mangueras de aire que conectan los componentes del sistema de gestión de aire como se describe e ilustra en el presente documento. La pluralidad de mangueras de aire puede tener longitudes y diámetros iguales.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de aire para un vehículo (100, 200a, 200b, 200c, 400, 500a, 500b, 500c, 700, 700a, 700b, 800, 800'), comprendiendo el sistema de gestión de aire:

un primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) que tiene una primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) configurada para ajustar independientemente la altura o la presión de un primer lado del vehículo (1);

un segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) que tiene una segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) configurada para ajustar independientemente la altura o la presión de un segundo lado del vehículo (1); y

una tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) que conecta la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) con la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850);

en donde la primera y segunda válvulas de nivelación están configuradas para establecer comunicación neumática entre el primer y segundo circuitos neumáticos cuando la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) no está ajustando independientemente la altura o la presión del primer lado del vehículo (1) y la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) no está ajustando independientemente la altura o la presión del segundo lado del vehículo (1),

caracterizado por que

las válvulas de nivelación primera y segunda incluyen cada una un cuerpo de carcasa y un brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) conectado de forma pivotante a un árbol que se extiende a través del cuerpo de la carcasa, y el brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) está configurado para pivotar desde una posición neutra a una o más posiciones de respuesta.

2. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 1, en donde las válvulas de nivelación primera y segunda están configuradas para establecer comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando los brazos de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) de ambas válvulas de nivelación primera y segunda están colocados en la posición neutra, y las válvulas de nivelación primera y segunda están configuradas para impedir la comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando el brazo de control de una de las válvulas de nivelación primera y segunda está colocado en una o más posiciones de respuesta.

3. El sistema de gestión de aire de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la primera y segunda válvulas de nivelación incluyen cada una un sensor de brazo de control configurado para detectar la posición del brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610).

4. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 3 que comprende además una unidad de control (260, 650a, 650b, 650c, 740a, 740b) en comunicación eléctrica con cada sensor de brazo de control, en donde cada sensor del brazo de control está configurado para transmitir la posición de brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) como entrada de posición de brazo de control a la unidad de control, y la unidad de control (260, 650a, 650b, 650c, 740a, 740b) está configurada para determinar una altura del vehículo relativa al eje en el primer y segundo lados del vehículo (1) basándose en la entrada de posición del brazo de control.

5. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) comprende un primer conjunto de resortes de aire dispuestos en un primer lado del vehículo (1), un primer depósito de suministro (32), una primera pluralidad de tubería de aire que conectan neumáticamente el primer conjunto de resortes de aire con la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850), y una primera tubería de suministro que conecta neumáticamente la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) con el primer depósito de suministro (32); y

el segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) comprende un segundo conjunto de resortes de aire dispuestos en un segundo lado del vehículo (1), un segundo depósito de suministro (33), una segunda pluralidad de tuberías de aire que conectan neumáticamente el segundo conjunto de resortes de aire con la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850), y una segunda tubería de suministro que conecta neumáticamente la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) con el segundo depósito de suministro (33).

6. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 5, en donde la primera pluralidad de tuberías de aire y la segunda pluralidad de tuberías de aire tienen sustancialmente el mismo diámetro y longitud, y la primera tubería de suministro y la segunda tubería de suministro tienen sustancialmente el mismo diámetro y longitud.

7. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la primera y segunda válvulas de nivelación son cada una válvulas giratorias que comprenden un cuerpo de carcasa y un disco giratorio (350, 450) configurado para girar dentro del cuerpo de carcasa para alterar la comunicación entre el primer y segundo circuitos neumáticos.

8. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cada una de las válvulas de nivelación primera y segunda incluyen una carcasa de colector, un elemento de válvula dispuesto en un orificio de la

- carcasa de colector, y un actuador electrónico (620), en donde el elemento de válvula está configurado para moverse en el orificio de la carcasa de colector a una o más posiciones, incluyendo al menos una posición neutra para establecer la comunicación neumática entre el primer y el segundo circuitos neumáticos y una posición de suministro para suministrar aire a un circuito neumático respectivo desde un depósito de suministro de aire (210a, 210b, 505b, 505c, 510b, 520b, 704a, 704b, 804), y una posición de escape para extraer aire del circuito neumático respectivo a la atmósfera, y el actuador electrónico (620) está configurado para activar el movimiento del elemento de válvula entre una o más posiciones.
9. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 8, en donde el elemento de válvula se selecciona del grupo que consiste en un émbolo, un disco giratorio (350, 450) y un obturador, y/o en donde el actuador electrónico (620) se selecciona del grupo que consiste en un solenoide, un servomotor y un motor paso a paso.
10. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además un módulo de control en comunicación eléctrica con el actuador electrónico (620) de cada válvula de nivelación, en donde el módulo de control está configurado para transmitir una orden a cada actuador electrónico (620) para activar el movimiento del elemento de válvula entre las posiciones neutra, de suministro y de escape.
11. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además uno o más sensores de nivelación (630), en donde cada sensor de nivelación (630) está configurado para detectar la altura del vehículo en relación con el eje a lo largo de una posición del vehículo (1) y transmitir la altura del vehículo detectada al módulo de control como una entrada de nivelación del vehículo, y el módulo de control está configurado para determinar una altura del vehículo en relación con el eje en el primer y segundo lados del vehículo (1) basándose en la entrada de nivelación del vehículo.
12. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) comprende uno o más resortes de aire (205a, 205b, 205c, 530a, 530b, 530c, 730a, 730b, 830), y el segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) comprende uno o más resortes de aire (205a, 205b, 205c, 530a, 530b, 530c, 730a, 730b, 830); y
- en donde cada una de la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) y la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) son una válvula de accionamiento electrónico situada en una cámara de un respectivo resorte de aire, o
- en donde las válvulas de nivelación primera y segunda incluyen cada una un colector de forma cilíndrica, un elemento de válvula dispuesto en el colector y en contacto deslizante con una superficie interior del colector, y un actuador electrónico (620) unido operativamente al elemento de válvula;
- en donde el colector comprende una pluralidad de aberturas dispuestas a lo largo de una superficie lateral del colector, y el actuador electrónico (620) está configurado para accionar el elemento de válvula para que se deslice a lo largo del eje longitudinal del colector para controlar la exposición de la pluralidad de aberturas, de tal manera que una válvula de nivelación respectiva está configurada para selectivamente: (i) suministrar aire a un circuito neumático respectivo, (ii) extraer aire de un circuito neumático respectivo, o (iii) establecer un flujo cruzado entre el primer y el segundo circuitos neumáticos.
13. Una válvula de nivelación que comprende:
- una carcasa superior (320) montada sobre una carcasa inferior (330, 430) para formar un cuerpo de válvula, en donde el cuerpo de la válvula define una cámara que se extiende entre la carcasa superior (320) y la carcasa inferior (330, 430);
- comprendiendo la carcasa inferior (330, 430) una pluralidad de bocas (334a-e, 434a-e, 640) que comunican con la cámara, en donde la pluralidad de bocas (334a-e, 434a-e, 640) incluye una boca de suministro (61, 334a, 434a), una boca de escape (62, 334b, 434b), y una o más bocas de resorte (334c, 334d);
- un brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) que tiene un primer extremo unido a un árbol que se extiende a través de una superficie superior de la carcasa superior (320), en donde el brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) está configurado para girar alrededor del cuerpo de la válvula en respuesta a la extensión o compresión de la suspensión del vehículo;
- un disco giratorio (350, 450) situado en la cámara del cuerpo de la válvula y conectado al brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) por el árbol que se extiende a través de la carcasa superior, en donde el disco giratorio (350, 450) está configurado para girar alrededor del árbol dentro de la cámara del cuerpo de la válvula;
- caracterizada por que**
- la pluralidad de bocas incluye también una boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b) y
- el disco giratorio (350, 450) está configurado para establecer comunicación entre la una o más bocas de resorte y la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b) y no establecer comunicación entre la una o más bocas de resorte (334c, 334d) y la boca de suministro (61, 334a, 434a) ni entre la una o más bocas de resorte (334c, 334d) y la boca de escape (62, 334b, 434b).
14. La válvula de nivelación de la reivindicación 13, en donde la carcasa inferior (330, 430) comprende una boca de descarga, en donde la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b) está dispuesta en un primer lado de la

carcasa inferior (330, 430) y la boca de descarga está dispuesta en un segundo lado de la carcasa inferior (330, 430) opuesto al primer lado y/o en donde el brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) induce al disco giratorio (350, 450) a rotar entre una pluralidad de posiciones angulares para alterar la comunicación entre la boca de suministro (61, 334a, 434a), la boca de escape (62, 334b, 434b), la una o más bocas de resorte (334c, 334d), y la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b), en donde la pluralidad de posiciones angulares incluye (i) una posición neutra, en la que la una o más bocas de resorte (334c, 334d) se comunican neumáticamente con la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b), y ni la boca de suministro ni la boca de escape (62, 334b, 434b) se comunican neumáticamente con la una o más bocas de resorte (334c, 334d), (ii) una posición de suministro, en la que la una o más bocas de resorte (334c, 334d) se comunican neumáticamente con la boca de suministro (61, 334a, 434a), y ni la boca de escape (62, 334b, 434b) ni la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b) se comunican neumáticamente con la una o más bocas de resorte (334c, 334d), y (iii) una posición de escape, en la que la una o más bocas de resorte (334c, 334d) se comunican neumáticamente con la boca de escape (62, 334b, 434b), y ni la boca de suministro (61, 334a, 434a) ni la boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b) se comunican neumáticamente con la una o más bocas de resorte (334c, 334d).

15. La válvula de nivelación de las reivindicaciones 13 o 14, en donde la carcasa inferior (330, 430) comprende una primera superficie que coincide con una superficie inferior de la carcasa superior (320), en donde la primera superficie define un orificio de suministro que comunica directamente con la boca de suministro (61, 334a, 434a); un orificio de escape que comunica directamente con la boca de escape (62, 334b, 434b); una cavidad de depósito que comunica directamente con la una o más bocas de resorte (334c, 334d).

16. La válvula de nivelación de cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en donde el disco giratorio (350, 450) comprende una abertura central (352, 452) para recibir el árbol, una pluralidad de ranuras oblongas (354, 454), y una ranura de flujo cruzado (355, 455), en donde la pluralidad de ranuras oblongas (354, 454) y la ranura de flujo cruzado (355, 455) están espaciadas alrededor de la abertura central (352, 452) con una banda muerta definida entre ellas y a lo largo de la periferia del disco giratorio (350, 450).

17. La válvula de nivelación de la reivindicación 16, en donde cada ranura oblonga está configurada para recubrir al menos parcialmente la cavidad de depósito de la carcasa inferior (330, 430) y la ranura de flujo cruzado (355, 455) está configurada para recubrir la boca de flujo cruzado de la carcasa inferior (330, 430) cuando el disco giratorio (350, 450) está colocado en posición neutra o en donde las ranuras oblongas (354, 454) están espaciadas simétricamente desde un eje central que se extiende a lo largo de una cara del disco giratorio (350, 450), y la ranura de flujo cruzado (354, 454) recubre el eje central.

18. Un método para controlar la estabilidad de un vehículo (1) que comprende:

proporcionar un sistema de gestión de aire (100, 200a, 200b, 200c, 400, 500a, 500b, 500c, 700, 700a, 700b, 800, 800') que comprende:

un primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) que tiene una primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) configurada para ajustar independientemente la altura o la presión de un primer lado del vehículo (1);

un segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) que tiene una segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) configurada para ajustar independientemente la altura o la presión de un segundo lado del vehículo (1); y

una tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) que conecta la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) con la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850);

estableciendo, mediante las válvulas de nivelación primera y segunda, comunicación neumática entre el primer y el segundo circuitos neumáticos cuando la primera válvula de nivelación (16, 50, 300, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) no está ajustando independientemente la altura o la presión del primer lado del vehículo (1) y la segunda válvula de nivelación (17, 300a, 300b, 300c, 600a, 600b, 850) no está ajustando independientemente la altura o la presión del segundo lado del vehículo (1), y

en donde cada una de la primera y segunda válvulas niveladoras incluyen una carcasa y un brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) conectado pivotantemente a un árbol que se extiende a través de la carcasa, y el brazo de control (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) está configurado para pivotar desde una posición neutra a una o más posiciones de respuesta.

19. El método de la reivindicación 18, que comprende además:

establecer, mediante las válvulas de nivelación primera y segunda, comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando los brazos de mando (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) de ambas válvulas de nivelación primera y segunda están en posición neutra, e

impedir, mediante las válvulas de nivelación primera y segunda, comunicación neumática entre los circuitos neumáticos primero y segundo cuando los brazos de mando (16a, 17a, 70, 340, 305, 610) de una de las válvulas

de nivelación primera y segunda se coloca en la una o más posiciones de respuesta.

20. El método de la reivindicación 18, que comprende además proporcionar un sistema de gestión de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6 o la válvula de nivelación de cualquiera de las reivindicaciones 13-17.

21. El sistema de gestión de aire de las reivindicaciones 4 y 5, en donde la unidad de control (260, 650a, 650b, 650c, 740a, 740b) asociada a un resorte de aire del sistema de gestión de aire comprende:

una carcasa configurada para ser montada en una placa superior del resorte de aire, en donde la carcasa comprende una cámara de válvula;

una válvula dispuesta en la cámara de válvula, en donde la válvula está configurada para cambiar entre una pluralidad de modos que incluyen: (i) un modo activo en donde la válvula está ajustando independientemente una altura del resorte de aire asociado, y (ii) un modo neutro en donde la válvula está estableciendo comunicación neumática entre el resorte de aire asociado y una tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) conectada a un segundo resorte de aire del sistema de gestión de aire cuando la válvula no está en modo activo;

uno o más sensores configurados para monitorizar al menos un estado del resorte de aire y generar una señal de medición que indica el al menos un estado del resorte de aire;

una interfaz de comunicación configurada para transmitir y recibir señales de datos hacia y desde una segunda unidad de control asociada al segundo resorte de aire del sistema de gestión de aire; y

un módulo de procesamiento vinculado operativamente a la válvula, al uno o más sensores y a la interfaz de comunicación;

en donde el módulo de procesamiento está configurado para: (i) recibir señales de medición desde el uno o más sensores y señales de datos desde la interfaz de comunicación, y (ii) accionar la válvula para cambiar entre el modo activo y el modo neutro en función de las señales de medición recibidas desde el uno o más sensores y las señales de datos procedentes de la interfaz de comunicación.

22. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 21, en donde la carcasa comprende:

una boca de entrada (741a, 741b) configurada para recibir el flujo de aire de una fuente de aire, una boca de salida (742a, 742b) configurada para liberar aire a la atmósfera, una boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b), configurada para conectarse a la tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) conectada al segundo resorte de aire del sistema de suspensión y

una boca de entrega (744a, 744b) configurada para suministrar o liberar aire hacia y desde una cámara del resorte de aire, en donde la cámara de válvula está conectada a la boca de entrada, la boca de salida y la boca de entrega mediante una pluralidad de pasajes.

23. El sistema de gestión de aire de las reivindicaciones 21 o 22, en donde el uno o más sensores comprenden un sensor de altura configurado para controlar la altura del resorte de aire y generar una señal que indique la altura del resorte de aire.

24. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 23, en donde el sensor de altura es un sensor ultrasónico, un sensor de infrarrojos, un sensor de ondas electromagnéticas, o un potenciómetro.

25. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 22, en donde el módulo de procesamiento está configurado para tener en cuenta la diferencia entre una altura de resorte de su resorte de aire asociado y una segunda altura de resorte del segundo resorte de aire para determinar el accionamiento de la válvula entre el modo activo y el modo neutro.

26. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25, en donde la cámara de válvula, la válvula y el módulo de procesamiento están montados debajo de la placa superior y dispuestos en la cámara del resorte de aire

y/o en donde la cámara de válvula, la válvula y el módulo de procesamiento están montados sobre la placa superior y dispuestos fuera de la cámara del resorte de aire

y/o en donde la válvula comprende un colector de forma cilíndrica, un elemento de válvula dispuesto en el colector y en acoplamiento deslizante con una superficie interior del colector, y un actuador electrónico (620) vinculado operativamente al elemento de válvula y al módulo de procesamiento;

en donde el colector comprende una pluralidad de aberturas dispuestas a lo largo de una superficie lateral del colector, y el actuador electrónico (620) está configurado para accionar el elemento de válvula para que se deslice a lo largo del eje longitudinal del colector para controlar la exposición de la pluralidad de aberturas de tal manera que la válvula conmute entre el modo activo y el modo neutro.

27. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 1, comprendiendo el sistema de gestión de aire:

un primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) que tiene uno o más resortes de aire dispuestos en un primer lado del vehículo (1);
un segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) que tiene uno o más resortes de aire dispuestos en un segundo lado del vehículo (1); y
una o más tuberías de flujo cruzado, en donde cada tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) se extiende desde un resorte de aire asociado al primer circuito neumático hasta un resorte de aire asociado al segundo circuito neumático;
en donde cada resorte de aire comprende una unidad de control, y cada unidad de control comprende:

una carcasa configurada para ser montada en una placa superior de un resorte de aire asociado, en donde la carcasa comprende una cámara de válvula;
una válvula dispuesta en la cámara de válvula, en donde la válvula está configurada para cambiar entre una pluralidad de modos que incluyen: (i) un modo activo en donde la válvula está ajustando independientemente la altura del resorte de aire asociado, y (ii) un modo neutro en donde la válvula está estableciendo comunicación neumática entre el resorte de aire asociado y una respectiva tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) cuando la válvula no está en modo activo;
uno o más sensores configurados para monitorizar al menos un estado del resorte de aire asociado y generar una señal de medición que indica el al menos un estado del resorte de aire asociado;
una interfaz de comunicación configurada para transmitir y recibir directamente señales de datos hacia y desde otras unidades de control asociadas con otros resortes de aire del sistema de suspensión; y
un módulo de procesamiento vinculado operativamente a la válvula, al uno o más sensores y a la interfaz de comunicación;
en donde el módulo de procesamiento está configurado para: (i) recibir señales de medición desde el uno o más sensores y señales de datos desde la interfaz de comunicación, y (ii) accionar la válvula para cambiar entre el modo activo y el modo neutro en función de las señales de medición recibidas desde el uno o más sensores y las señales de datos procedentes de la interfaz de comunicación.

28. El sistema de gestión de aire de la reivindicación 27 que comprende un controlador de sistema (770, 840, 840') en comunicación eléctrica con la interfaz de comunicación de cada unidad de control del sistema de gestión de aire, y en donde el controlador de sistema (770, 840, 840') está configurado para: (i) recibir señales de medición desde cada unidad de control del sistema de gestión de aire, (ii) determinar un caudal volumétrico deseado para extraer o suministrar aire hacia y desde la cámara de cada resorte del sistema de gestión de aire basándose en las señales de medición recibidas, y (iii) transmitir órdenes a cada unidad de control del sistema de gestión de aire de tal manera que cada unidad de control accione su válvula asociada entre el modo activo y el modo neutro.

29. El sistema de gestión de aire de las reivindicaciones 27 o 28, en donde la carcasa comprende:

una boca de entrada (741a, 741b) configurada para recibir el flujo de aire de una fuente de aire,
una boca de salida (742a, 742b) configurada para liberar aire a la atmósfera,
una boca de flujo cruzado (64, 334e, 434e, 743a, 743b), configurada para conectarse a la tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) conectada al segundo resorte de aire del sistema de gestión de aire y
una boca de entrega (744a, 744b) configurada para suministrar o liberar aire hacia y desde una cámara del resorte de aire,
en donde la cámara de válvula está conectada a la boca de entrada, la boca de salida y la boca de entrega mediante una pluralidad de pasajes.

30. El sistema de gestión de aire de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 29, en donde la cámara de válvula, la válvula, y el módulo de procesamiento están montados debajo de la placa superior y dispuestos en la cámara del resorte de aire y/o en donde la cámara de válvula, la válvula y el módulo de procesamiento están montados sobre la placa superior y dispuestos fuera de la cámara del resorte de aire.

31. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 18-20 que comprende un sistema de gestión de aire de acuerdo con las reivindicaciones 29-32, en donde el sistema de gestión de aire comprende un primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) que tiene uno o más resortes de aire dispuestos en un primer lado del vehículo (1); un segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820) que tiene uno o más resortes de aire dispuestos en un segundo lado del vehículo (1); y una o más tuberías de flujo cruzado, en donde cada tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) se extiende desde un resorte de aire asociado al primer circuito neumático (510a, 510b, 510c, 710a, 710b, 810) hasta un resorte de aire asociado al segundo circuito neumático (520a, 520b, 520c, 720a, 720b, 820), comprendiendo el método:

monitorizar, mediante un sensor de altura y un sensor de presión de aire, una altura y una presión de aire de un resorte de aire respectivo;

- generar, mediante el sensor de altura y el sensor de presión de aire, una señal que indica la altura y la presión de aire del resorte de aire respectivo;
- recibir, mediante un módulo de procesamiento, la señal que indica la altura y la presión de aire del resorte respectivo;
- 5 calcular, mediante el módulo de procesamiento, una tasa de diferencial de altura y una tasa de diferencial de presión del resorte de aire respectivo basadas en la señal recibida que indica la altura y la presión de aire del resorte de aire respectivo;
- determinar, mediante el módulo de procesamiento, si se ajusta la altura y la presión de aire del resorte de aire de forma independiente o se establece una comunicación neumática entre el resorte de aire y una respectiva tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860); y
- 10 accionar, mediante el módulo de procesamiento, una válvula para cambiar a uno de los modos: (i) un modo activo en donde la válvula está ajustando independientemente una altura del resorte de aire asociado, y (ii) un modo neutro en donde la válvula está estableciendo comunicación neumática entre el resorte de aire asociado y una respectiva tubería de flujo cruzado (38, 250a, 250b, 250c, 550a, 550b, 760a, 760b, 860) cuando la válvula no está en modo activo;
- 15 en donde el sensor de altura, el módulo de procesamiento y la válvula están dispuestos en una cámara del resorte de aire.

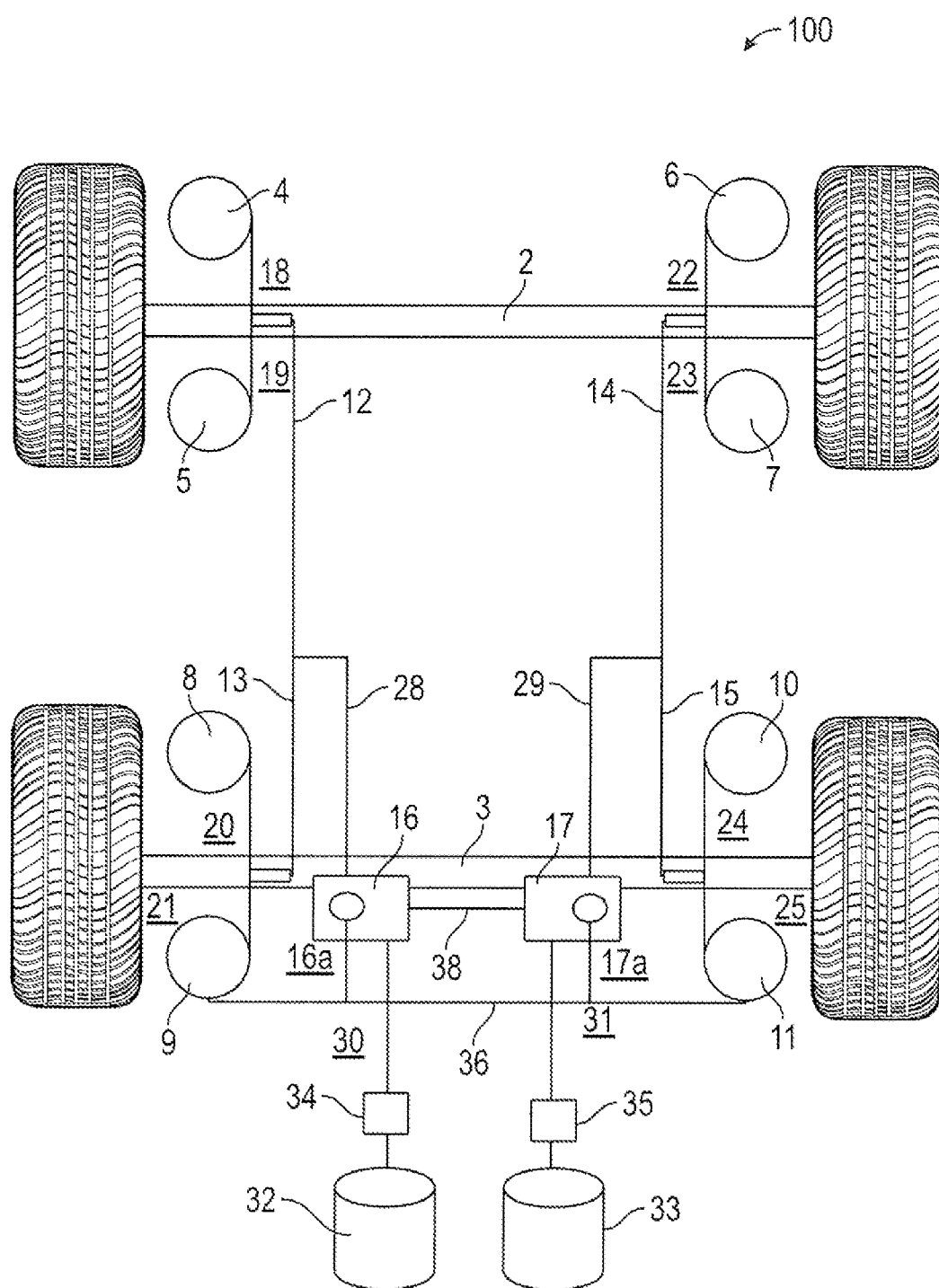


FIG. 1A

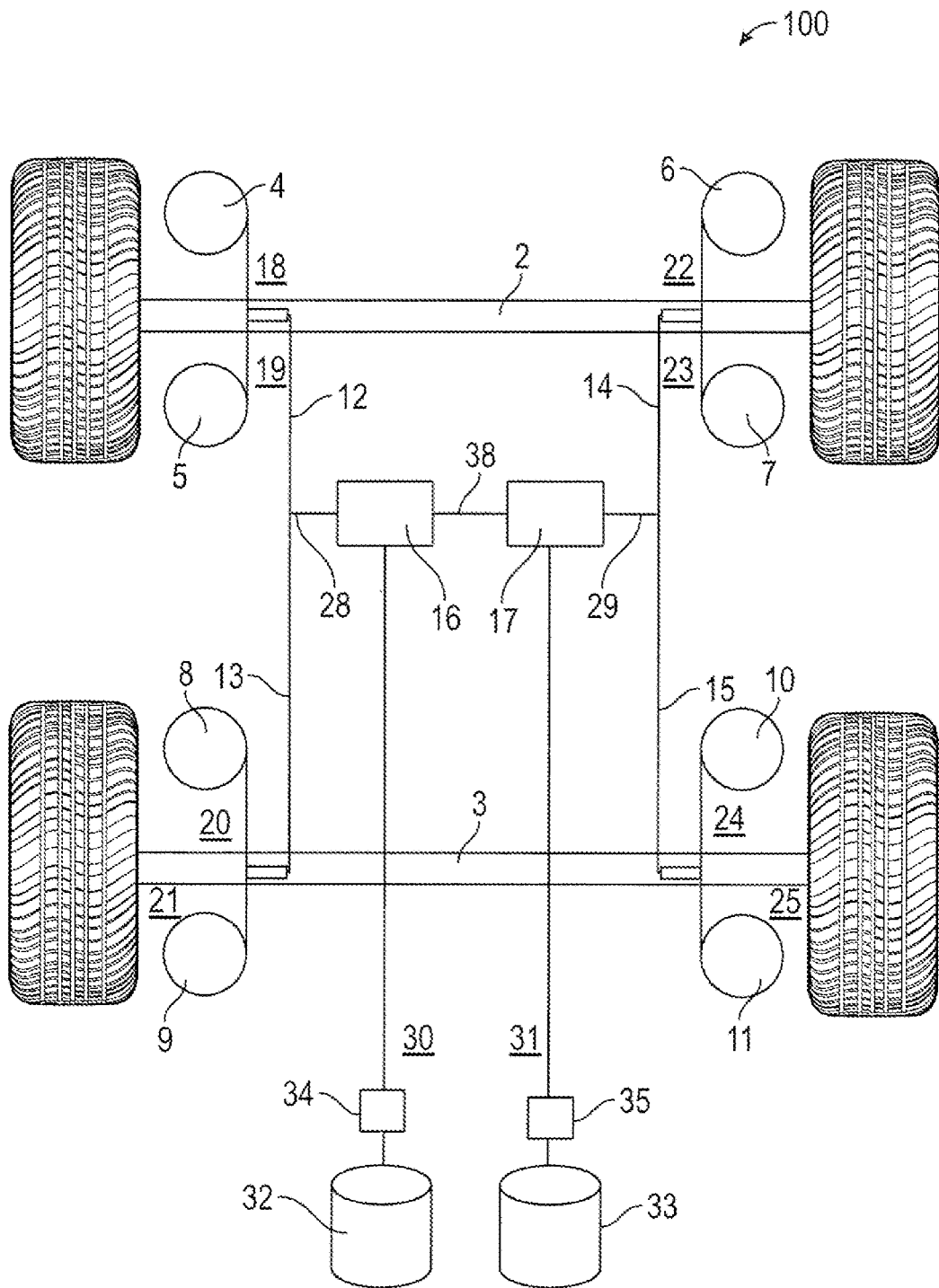


FIG. 1B

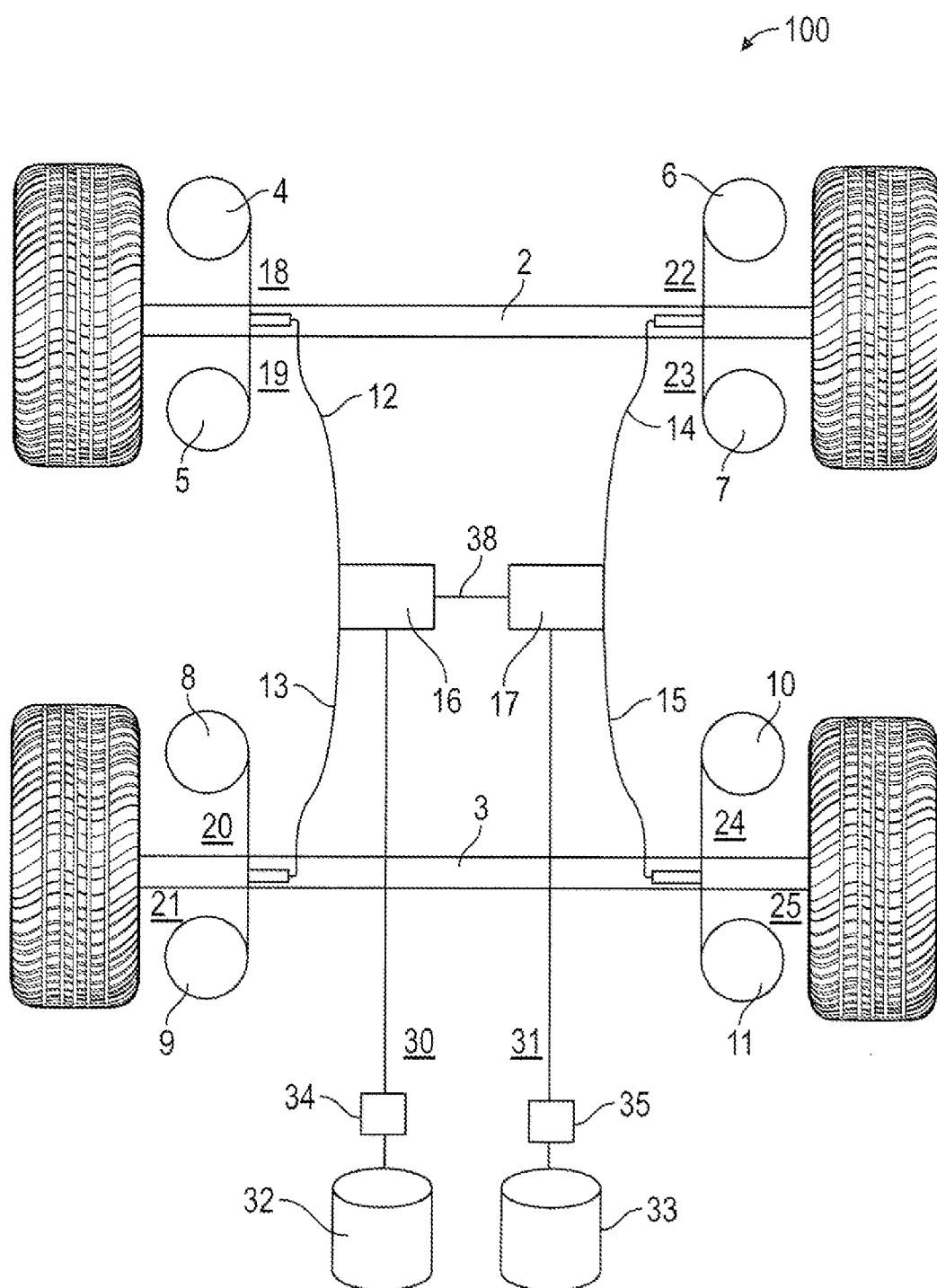


FIG. 1C

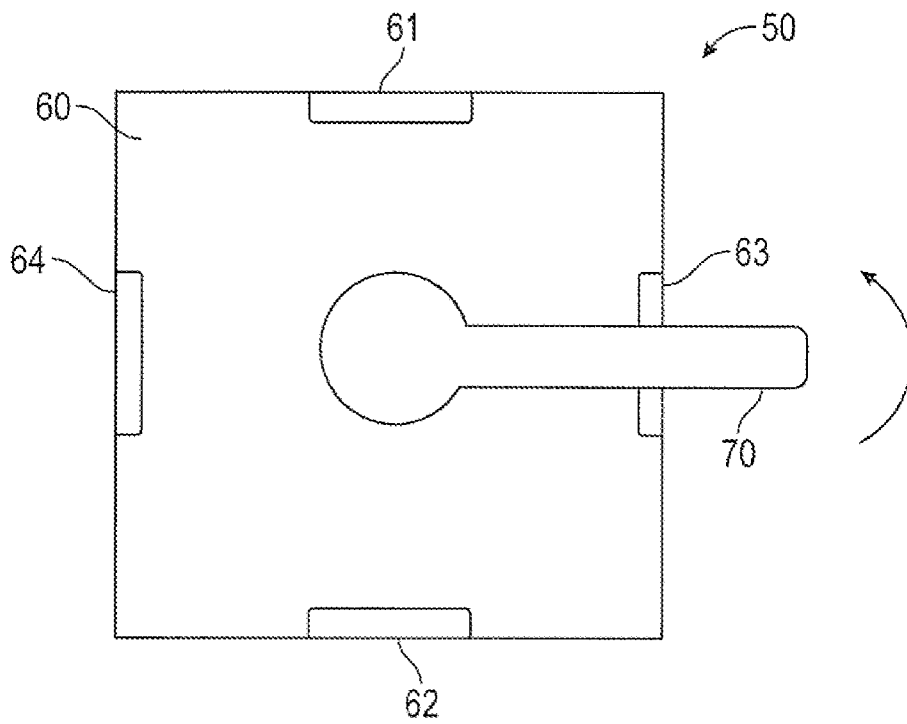


FIG. 2

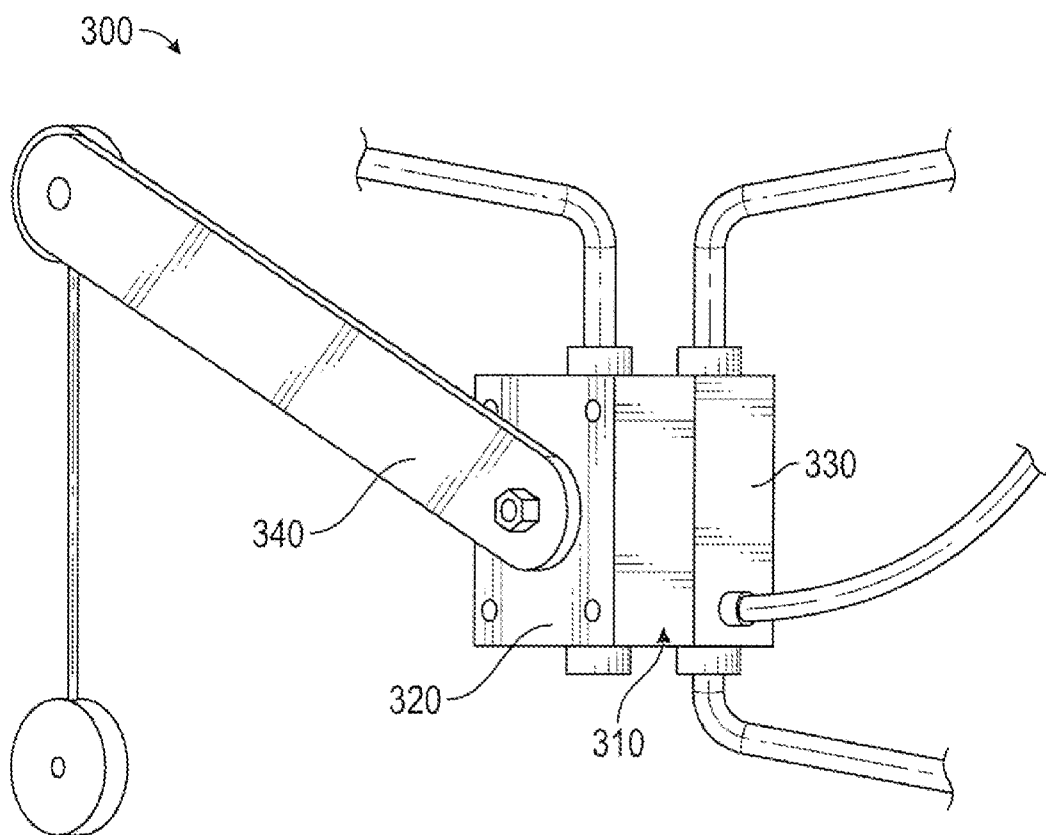


FIG. 3

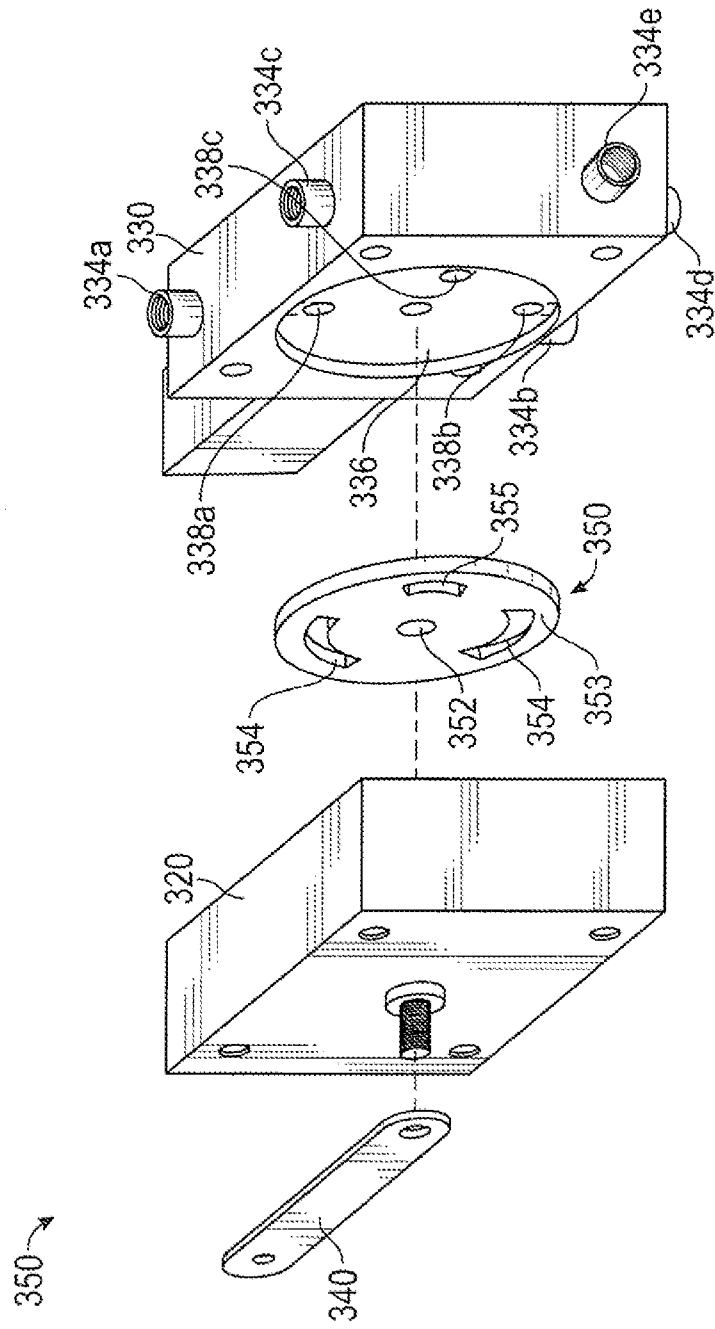


FIG. 4

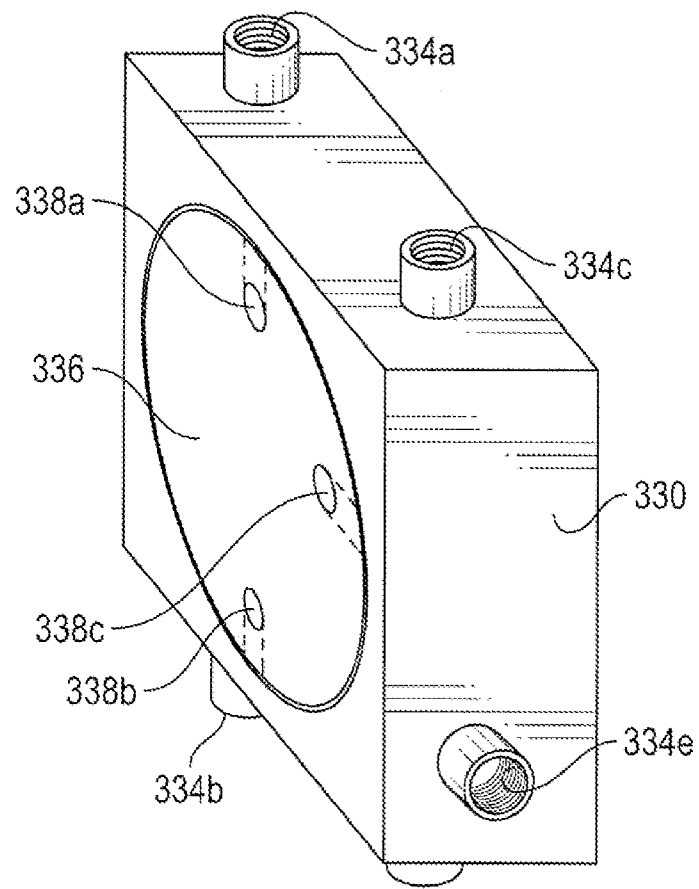


FIG. 5

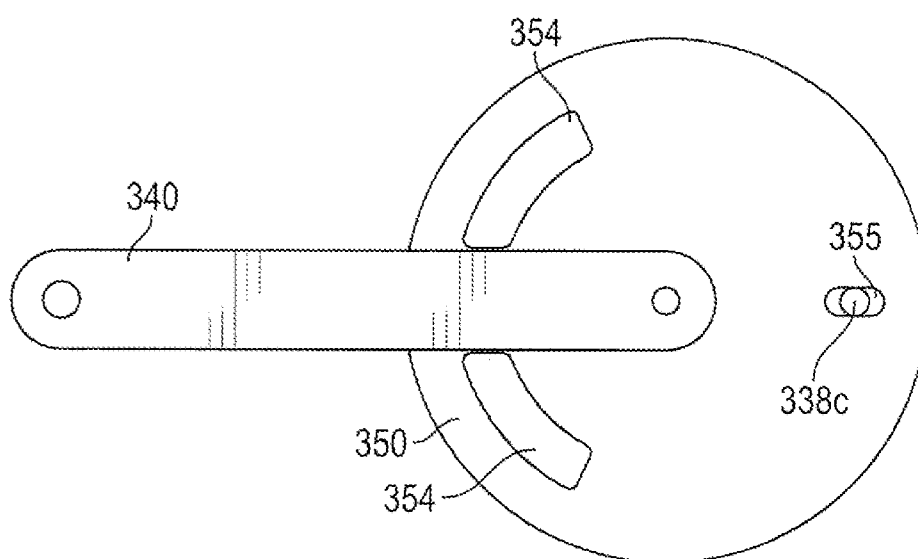


FIG. 6A

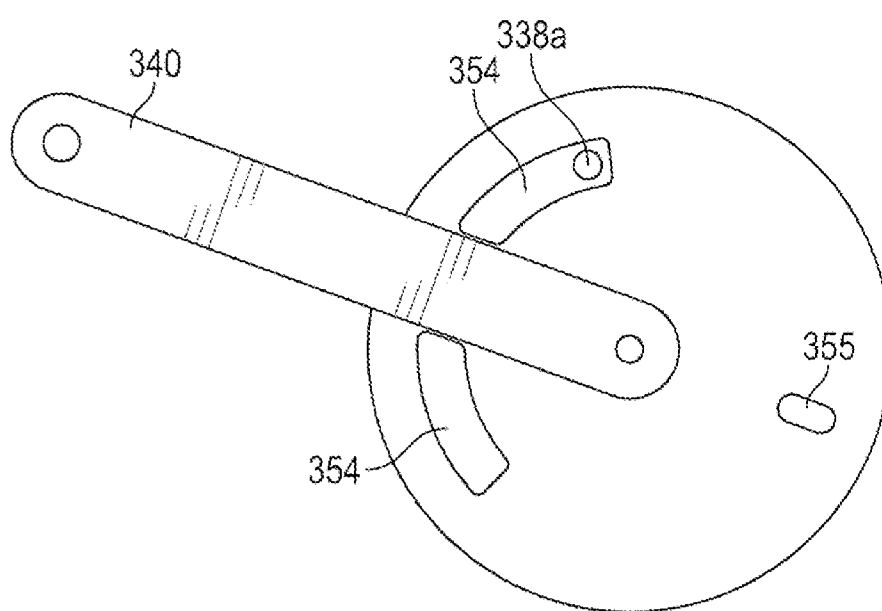


FIG. 6B

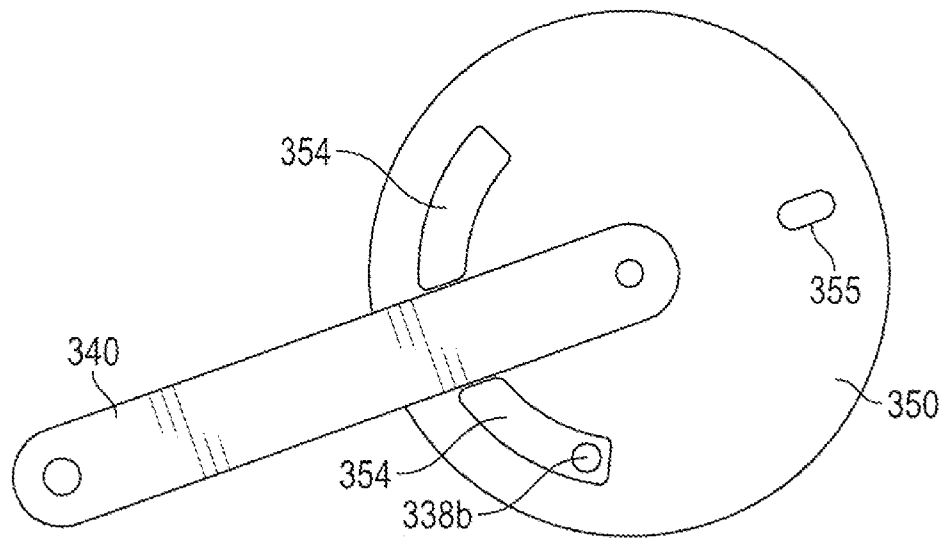


FIG. 6C

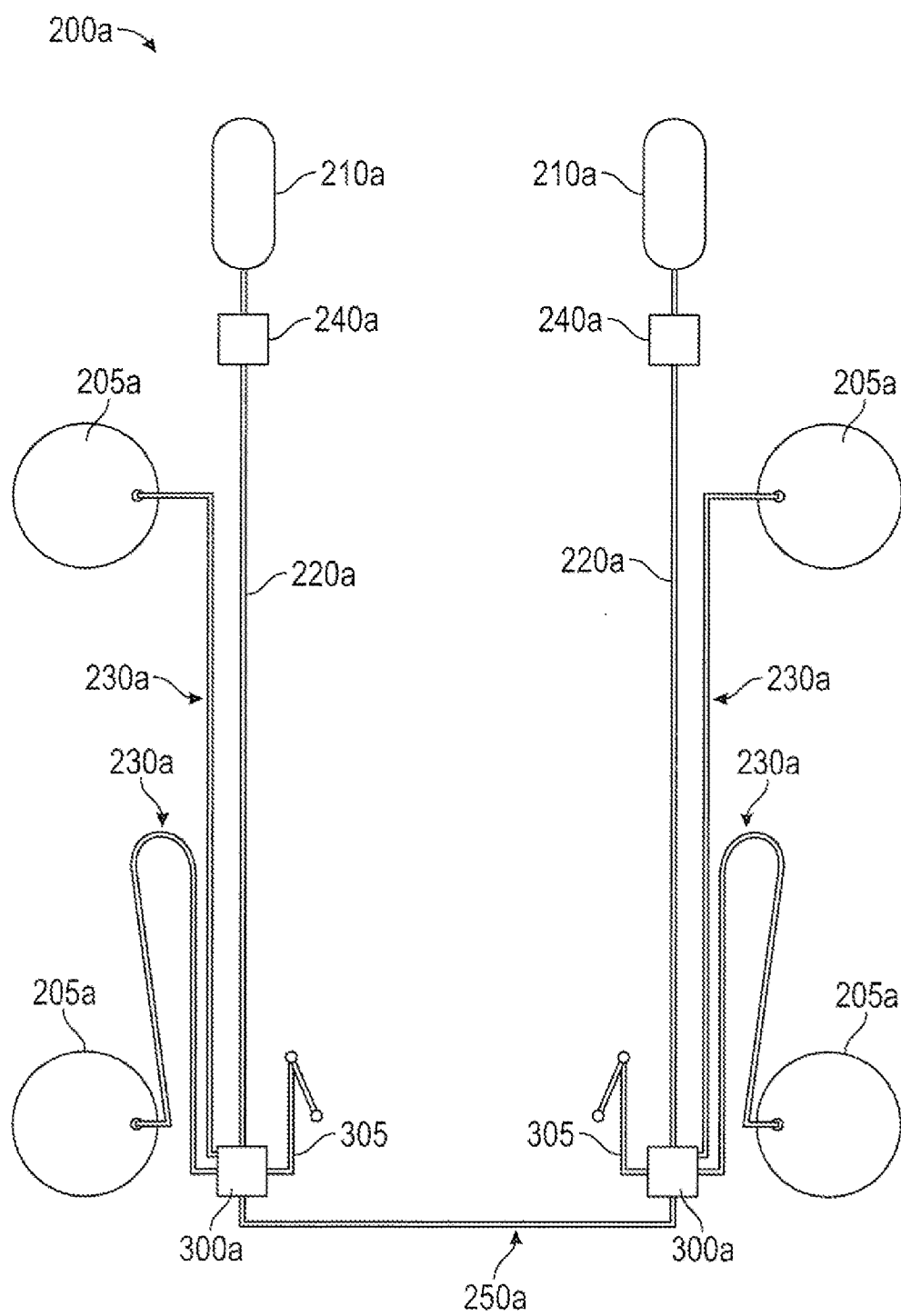


FIG. 7

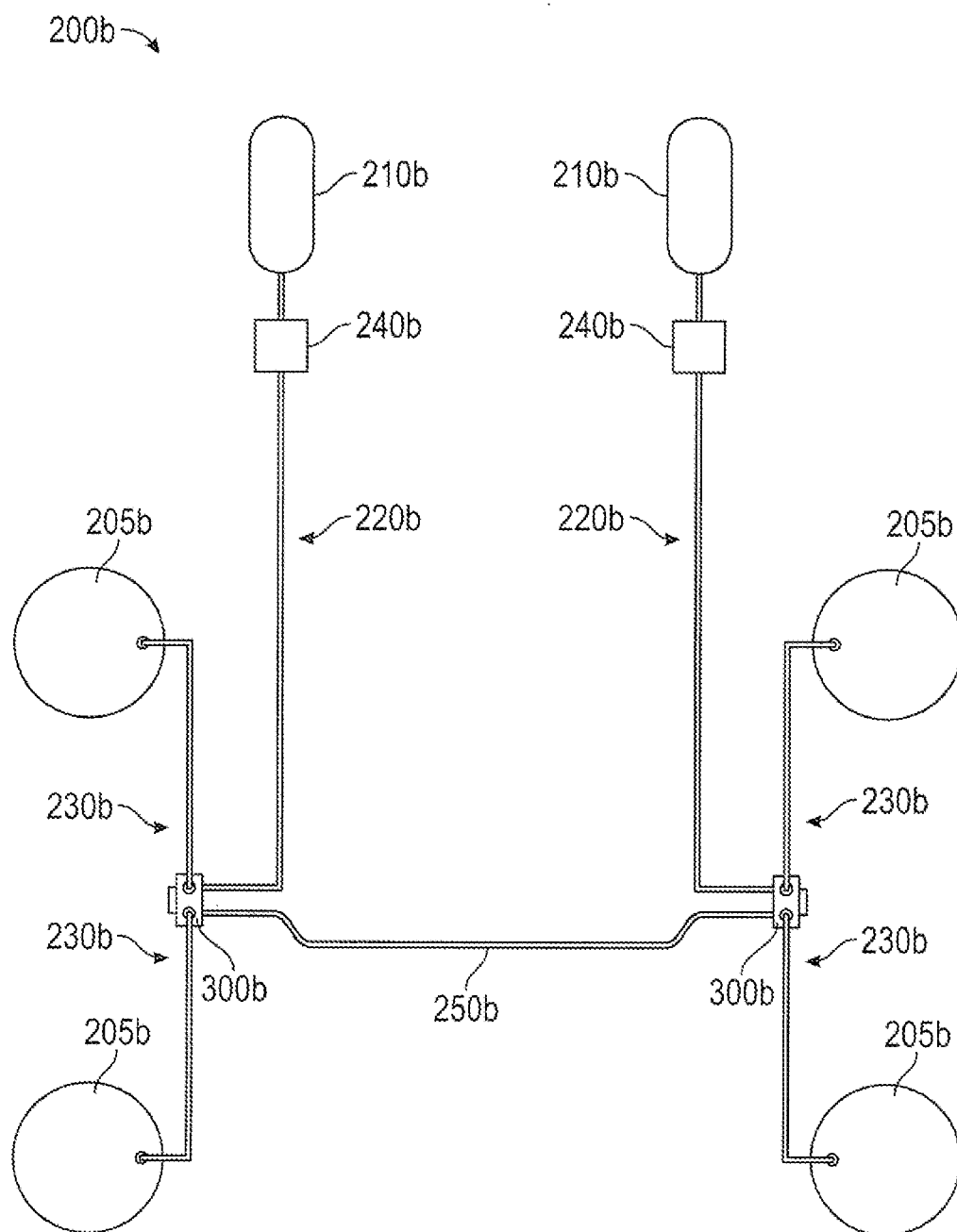


FIG. 8

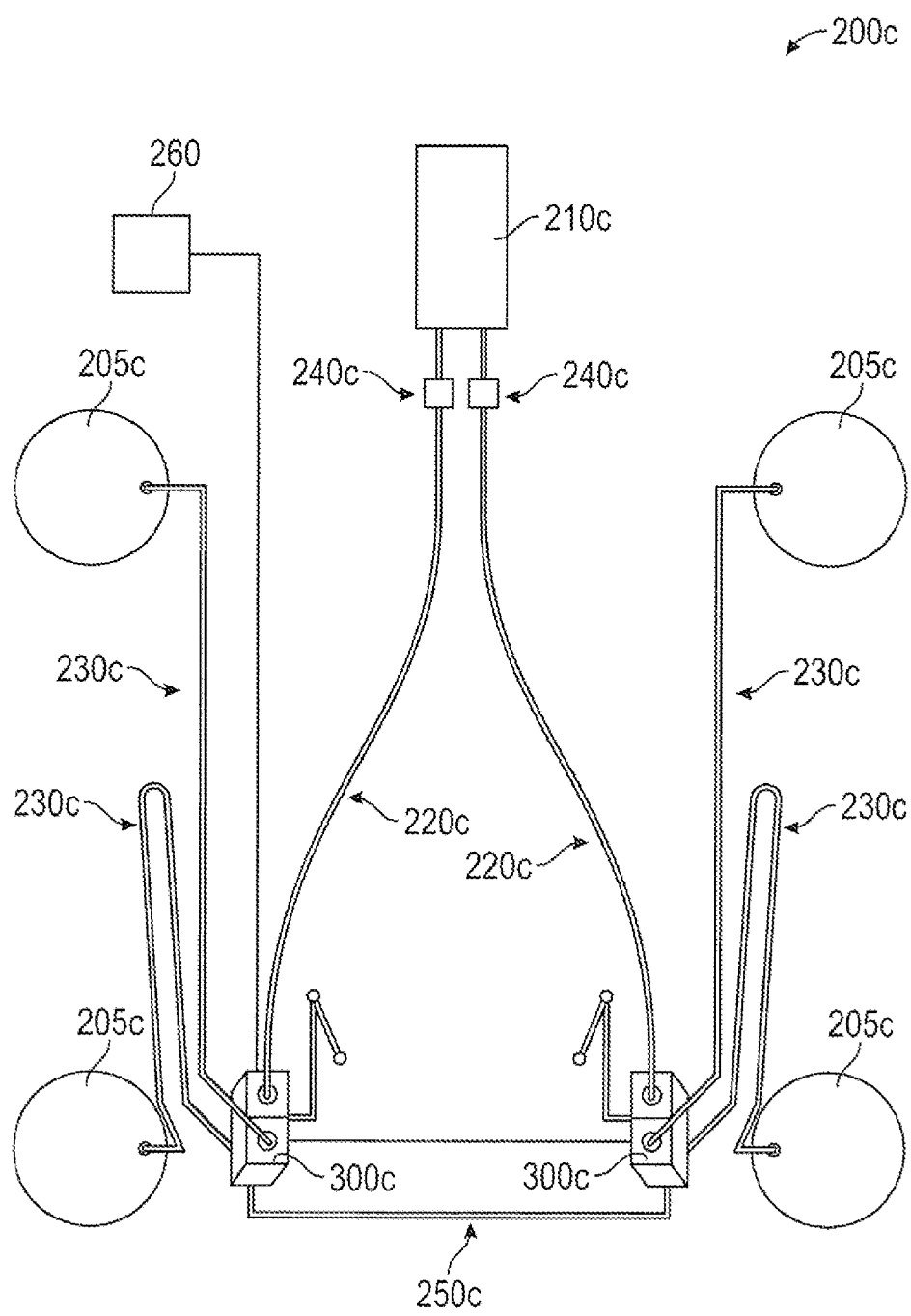


FIG. 9

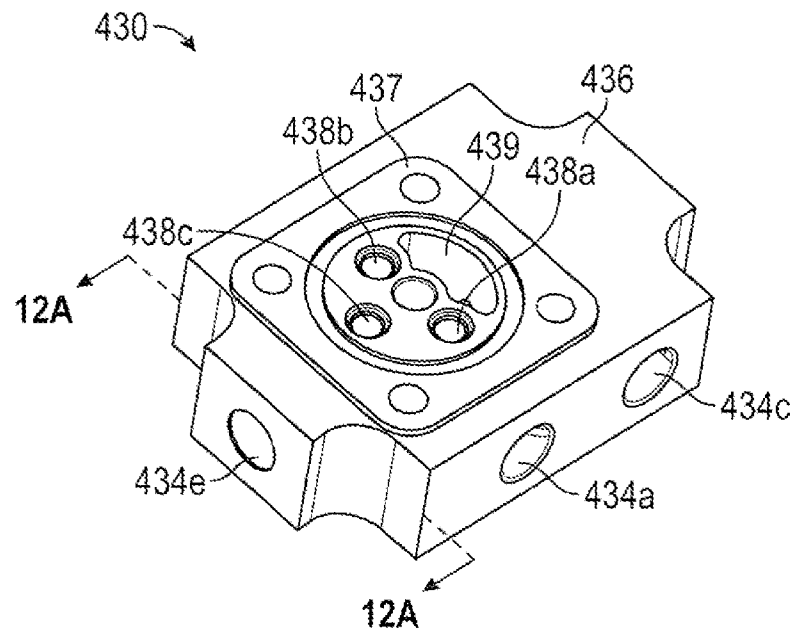


FIG. 10

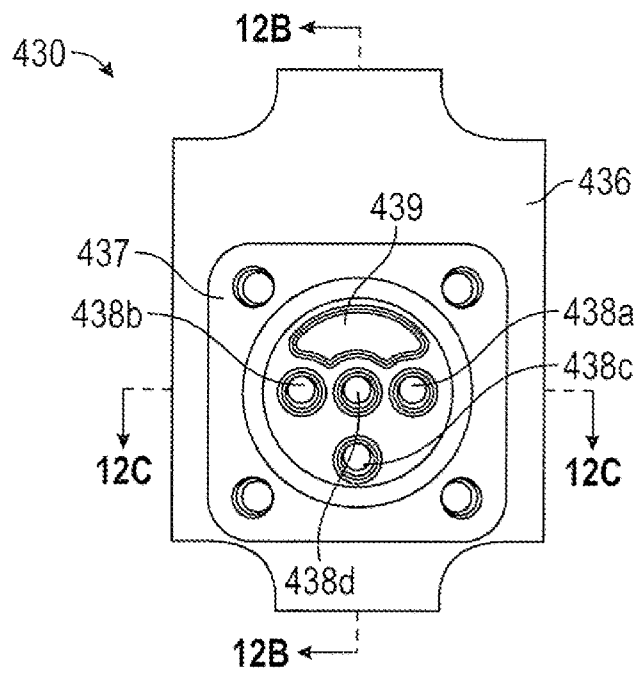


FIG. 11

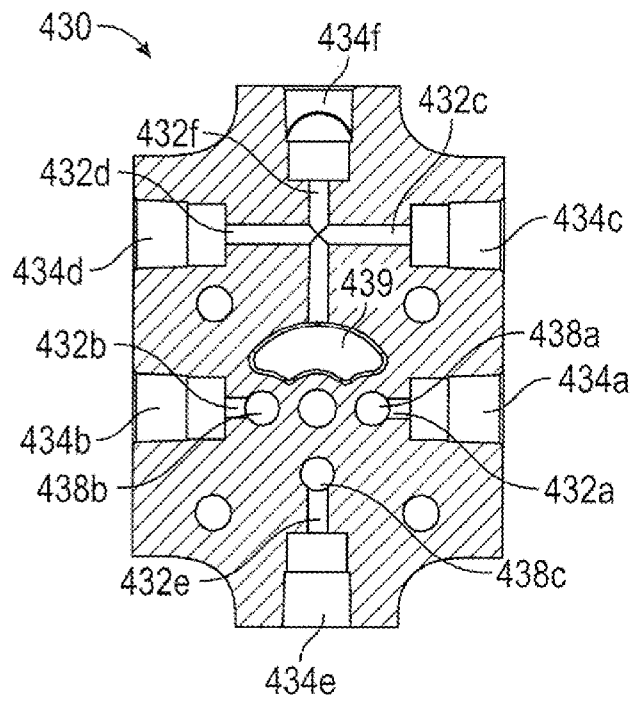


FIG. 12A

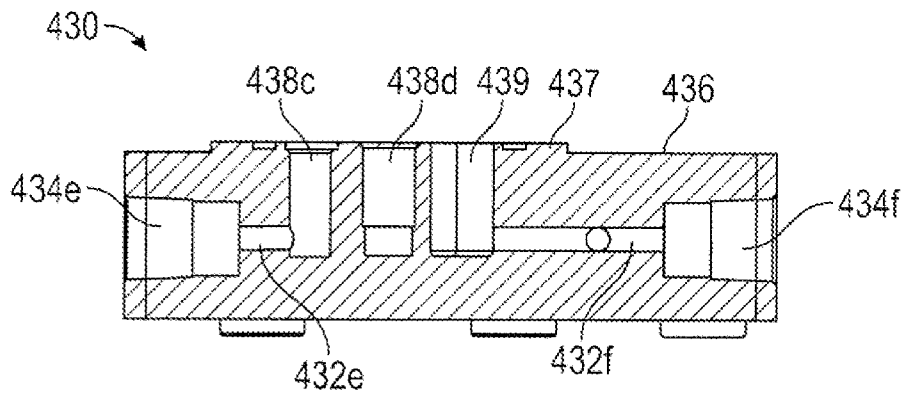


FIG. 12B

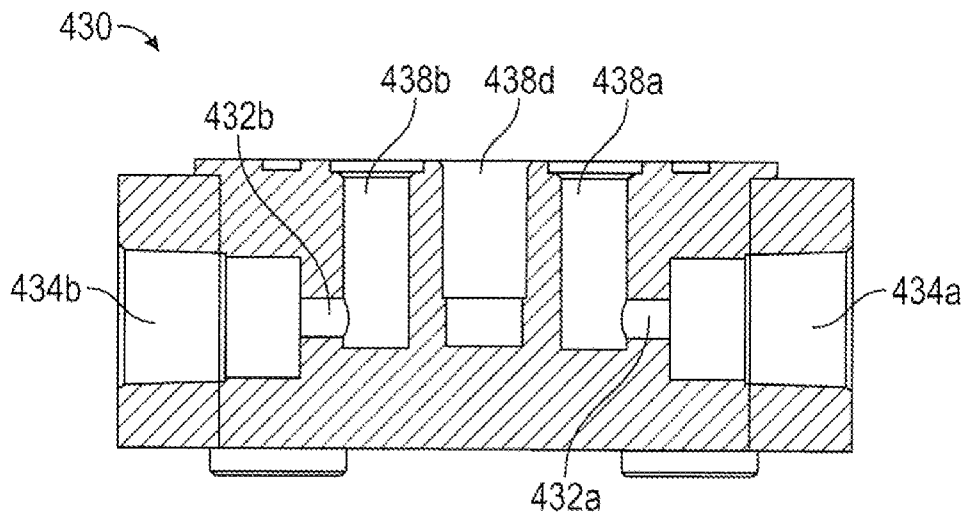


FIG. 12C

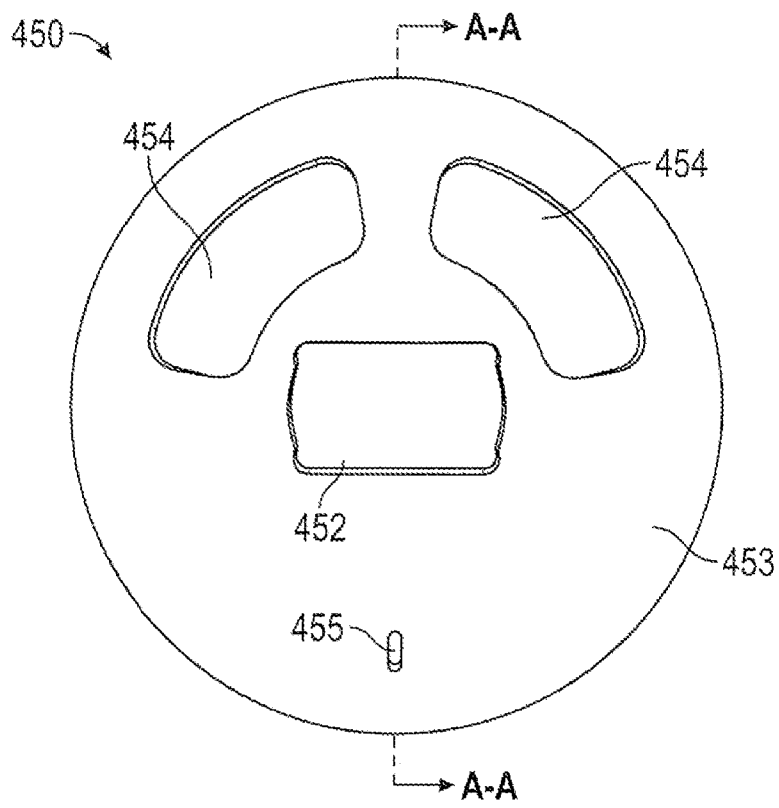


FIG. 13

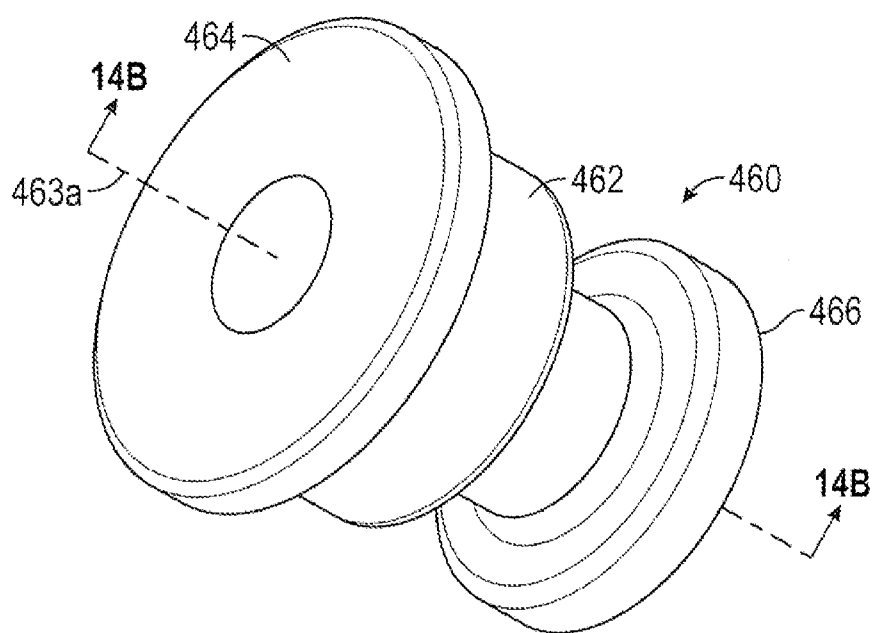


FIG. 14A

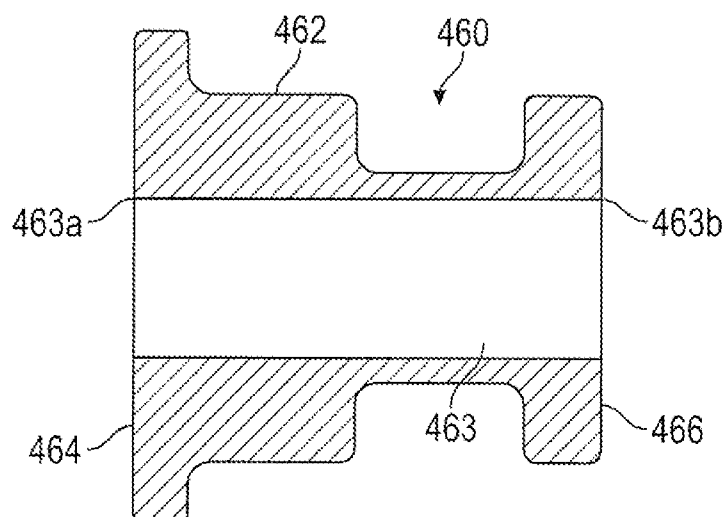


FIG. 14B

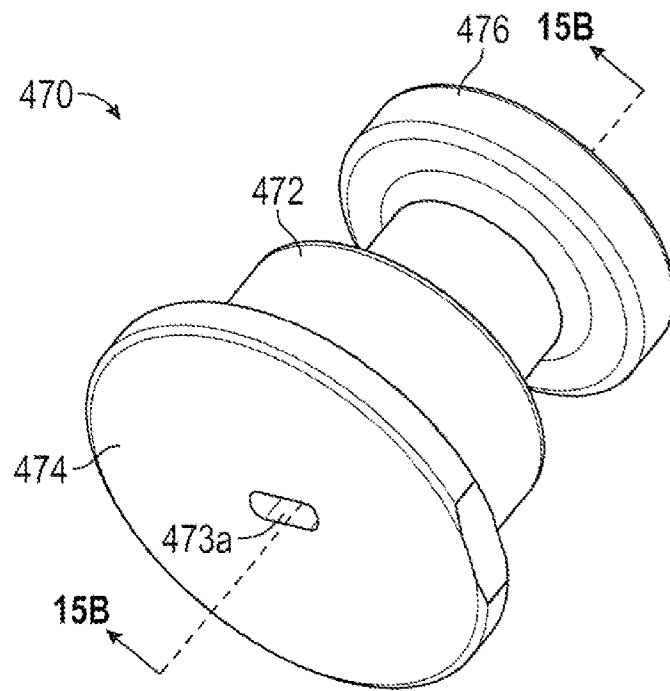


FIG. 15A

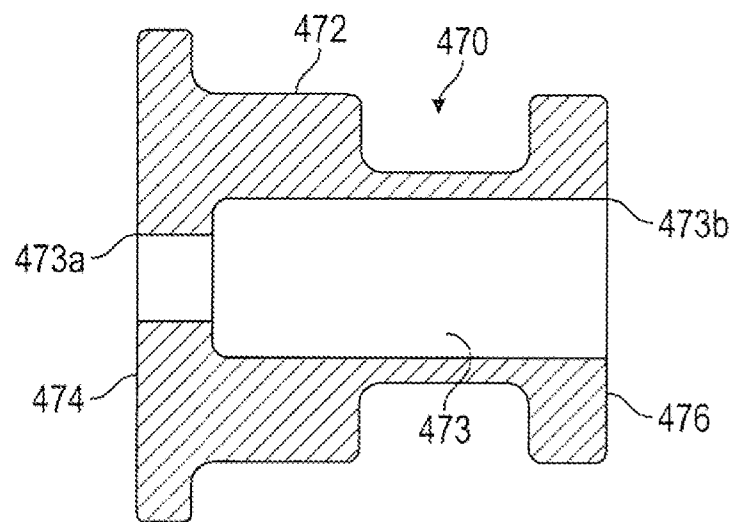


FIG. 15B

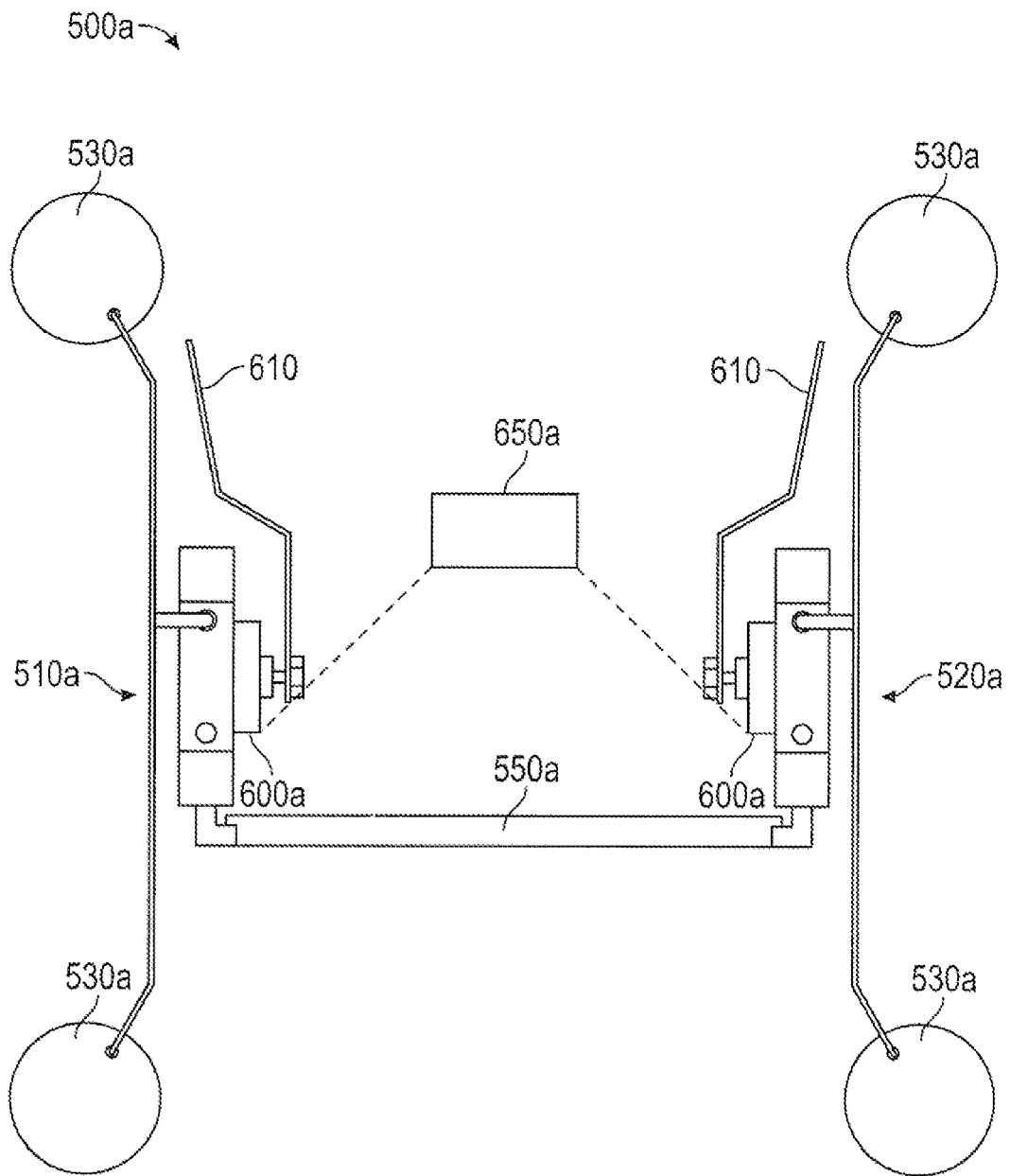


FIG. 16

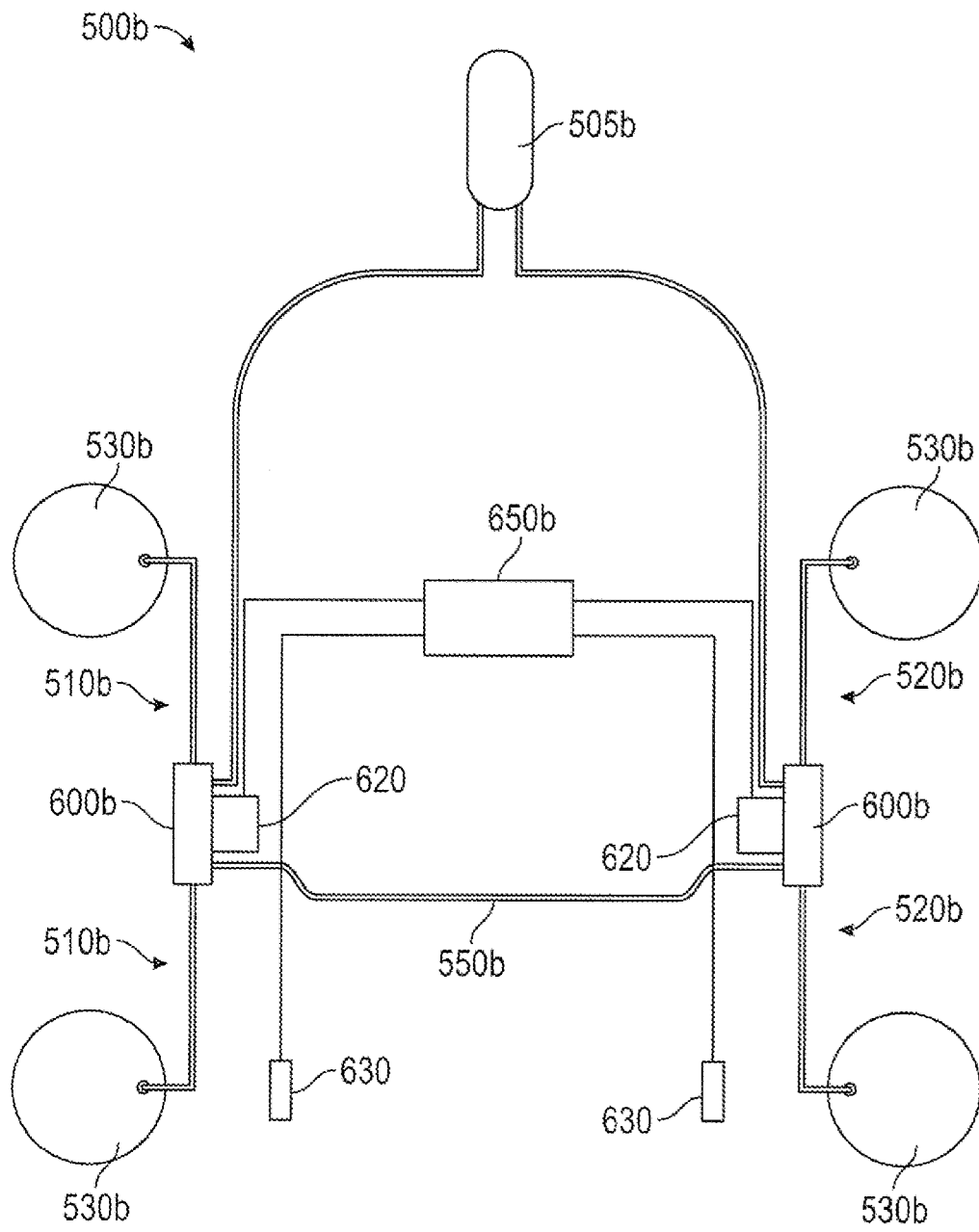


FIG. 17

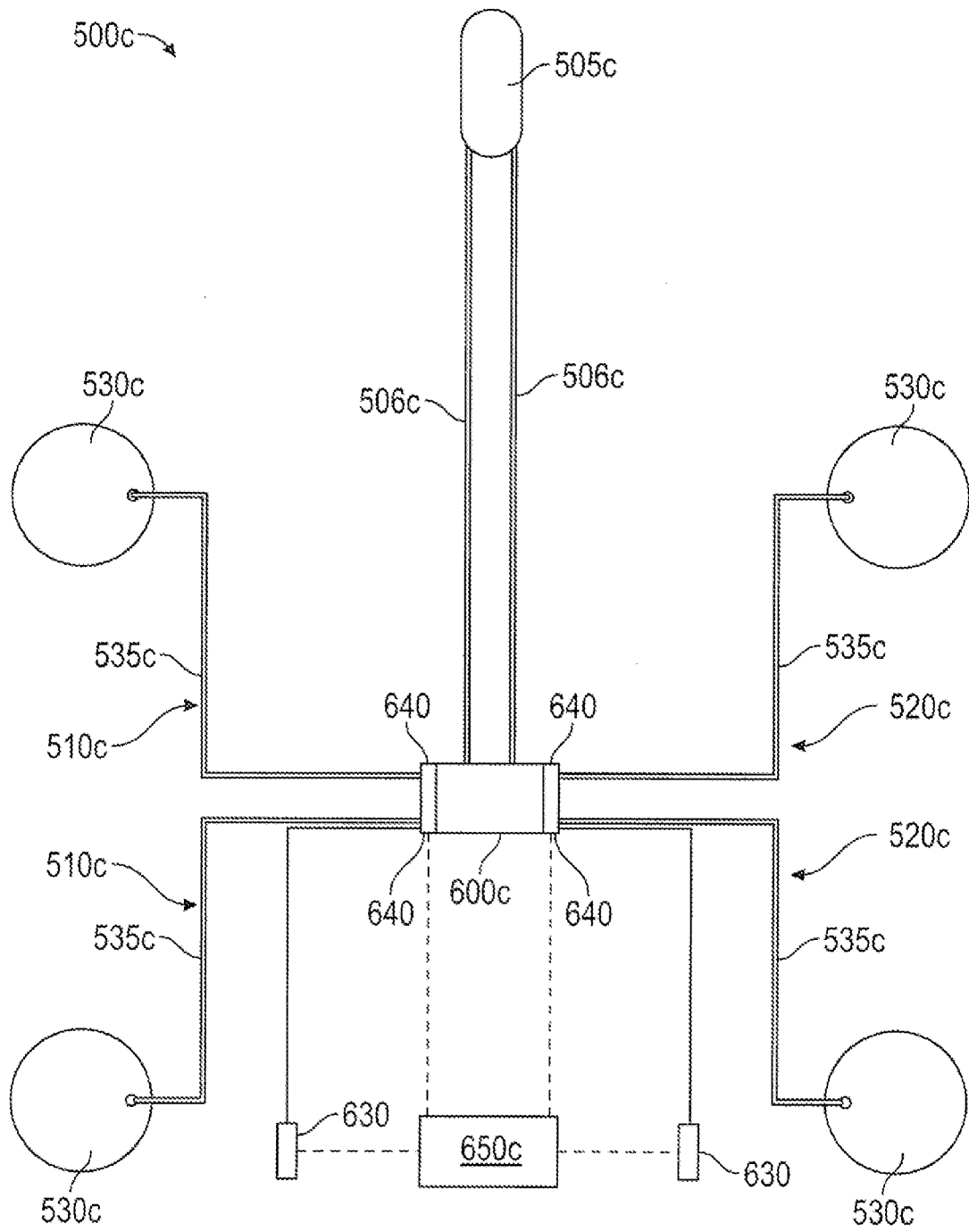


FIG. 18

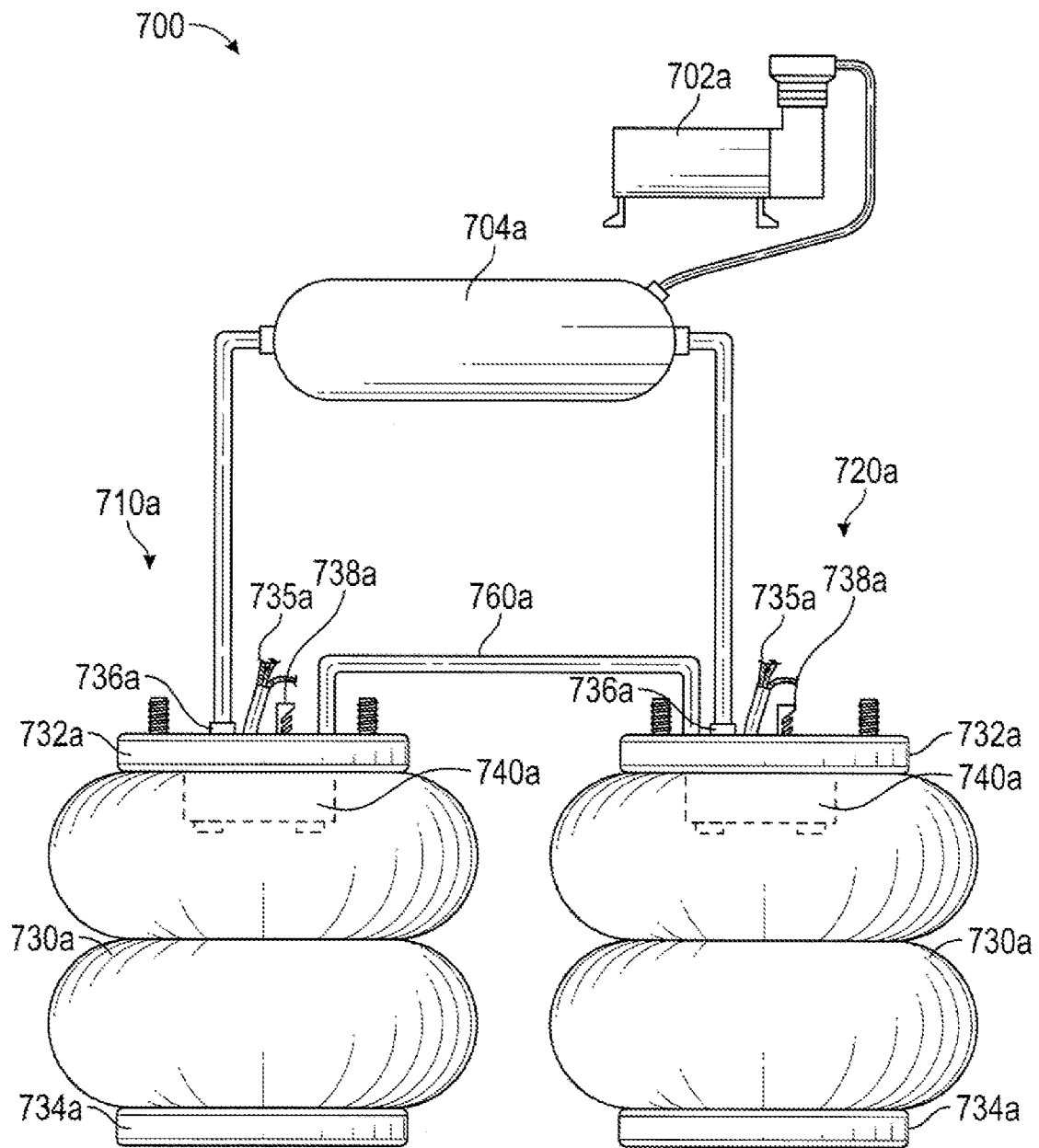


FIG. 19

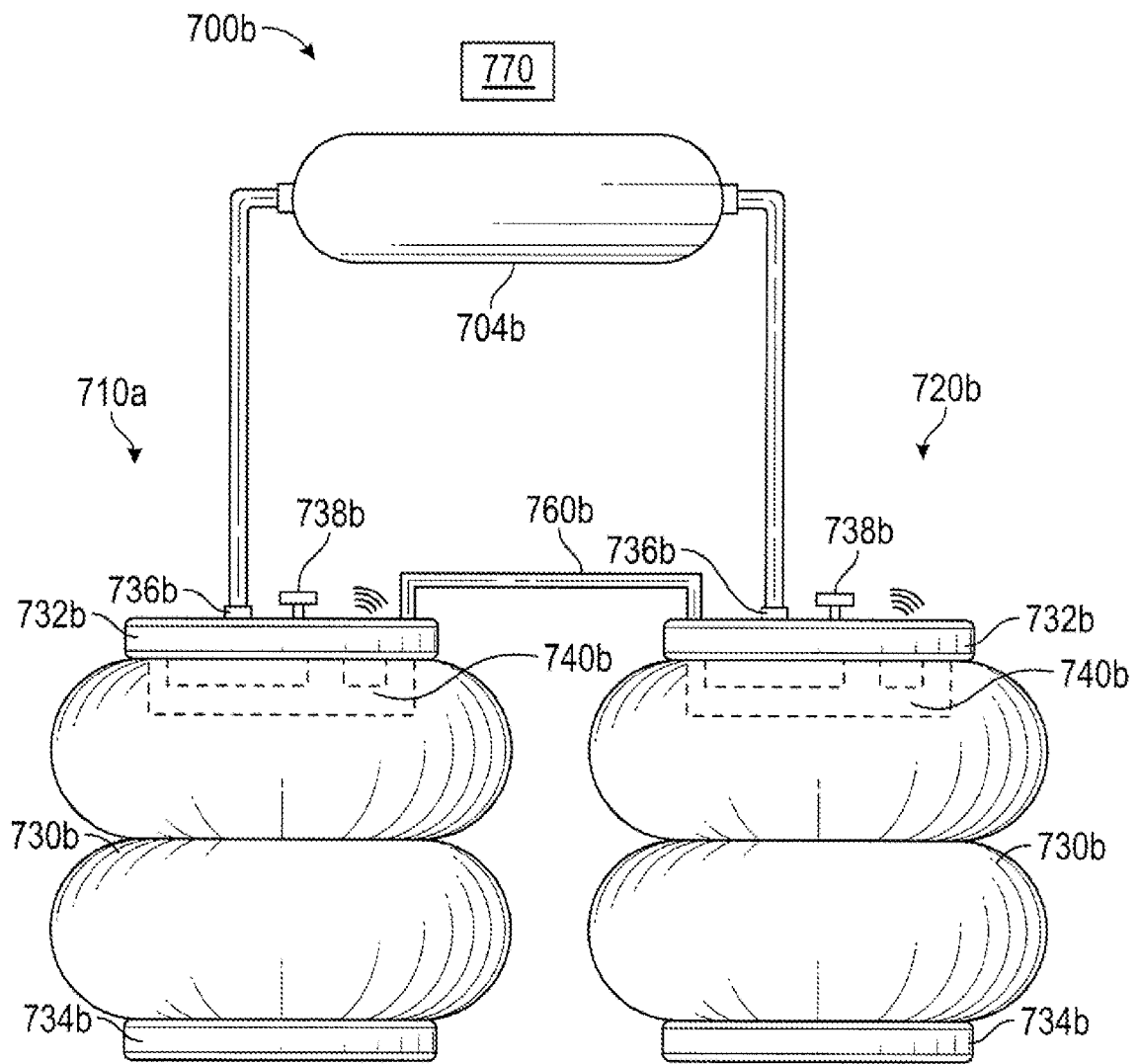


FIG. 20

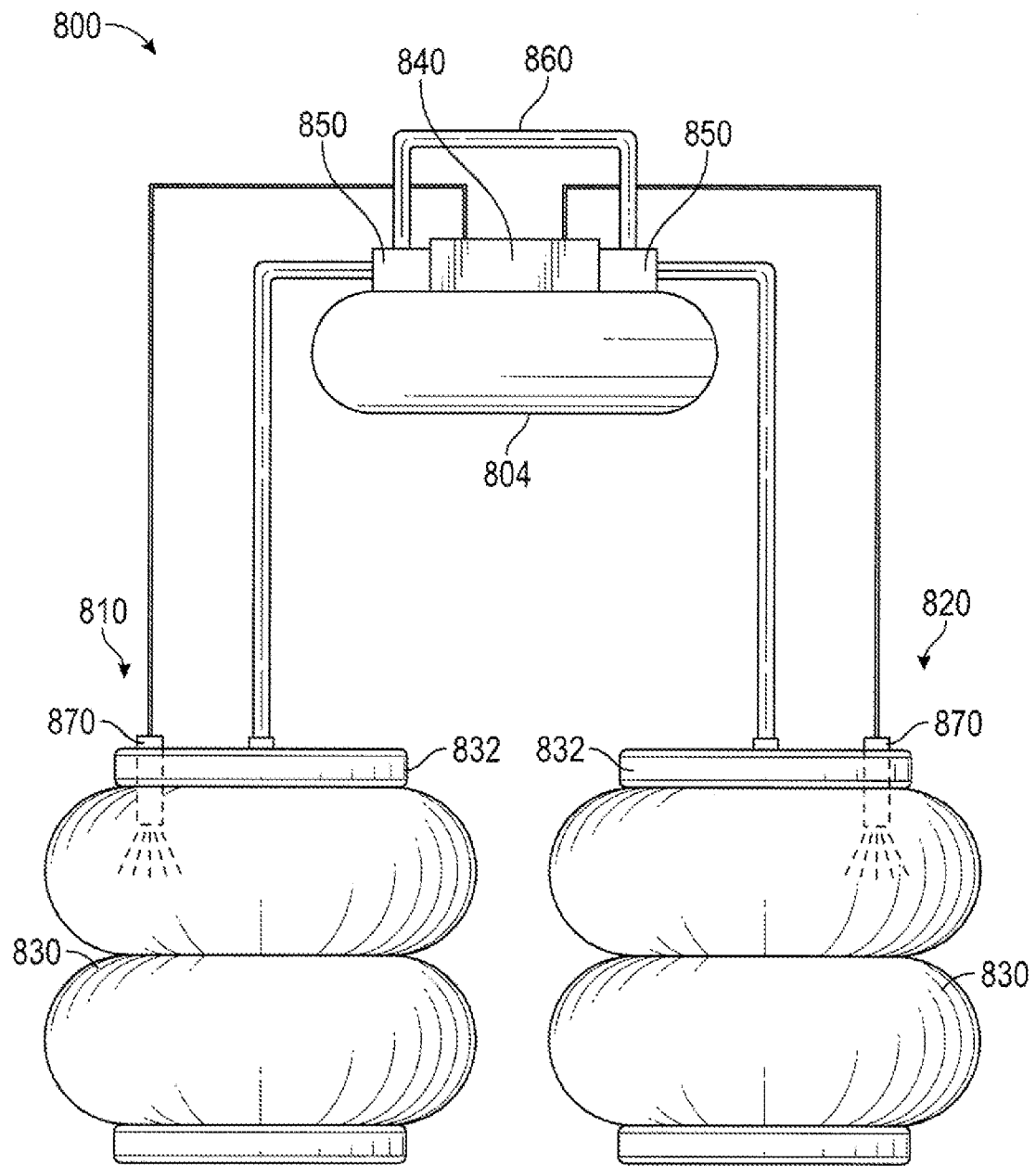


FIG. 21A

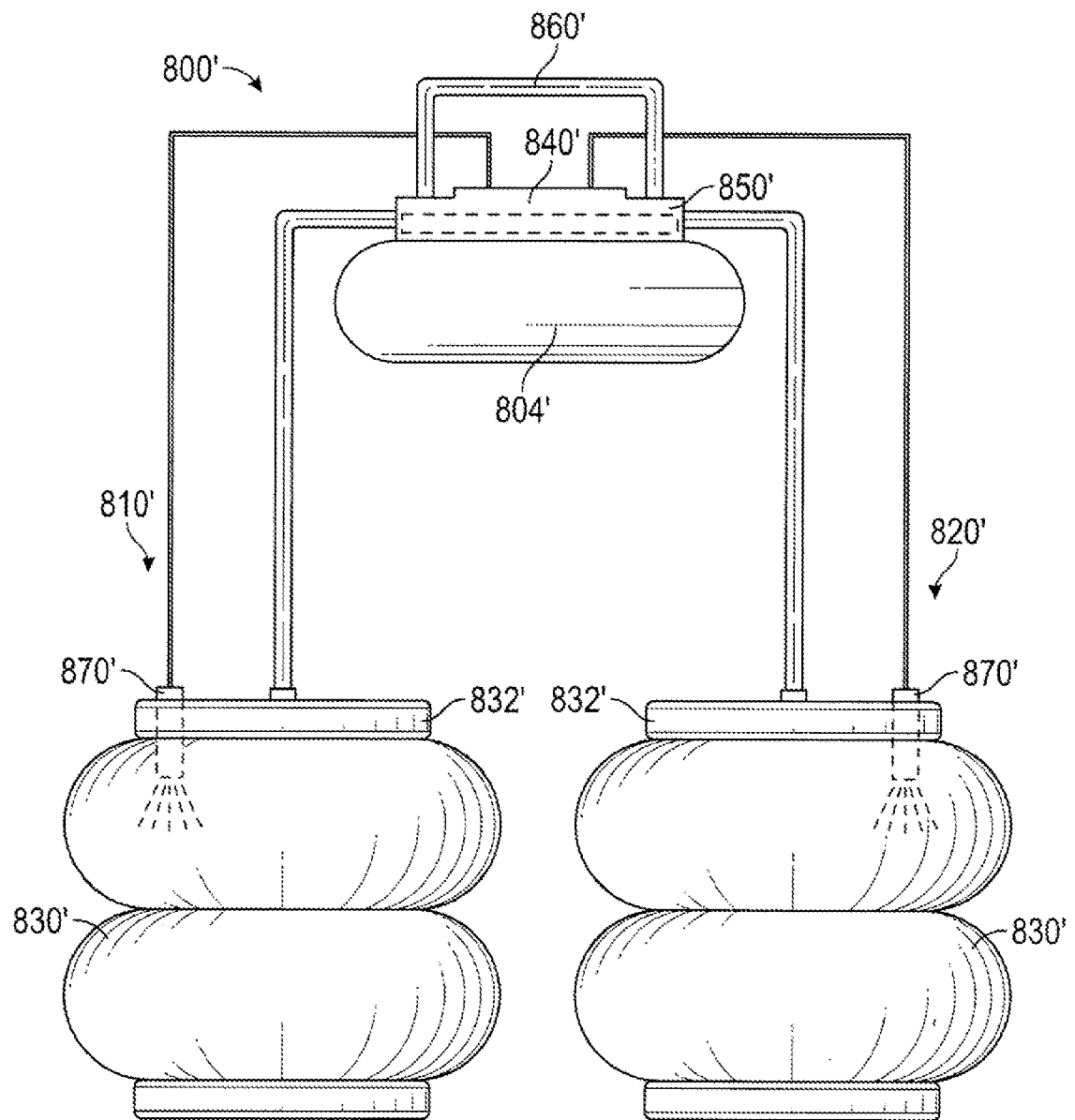


FIG. 21B

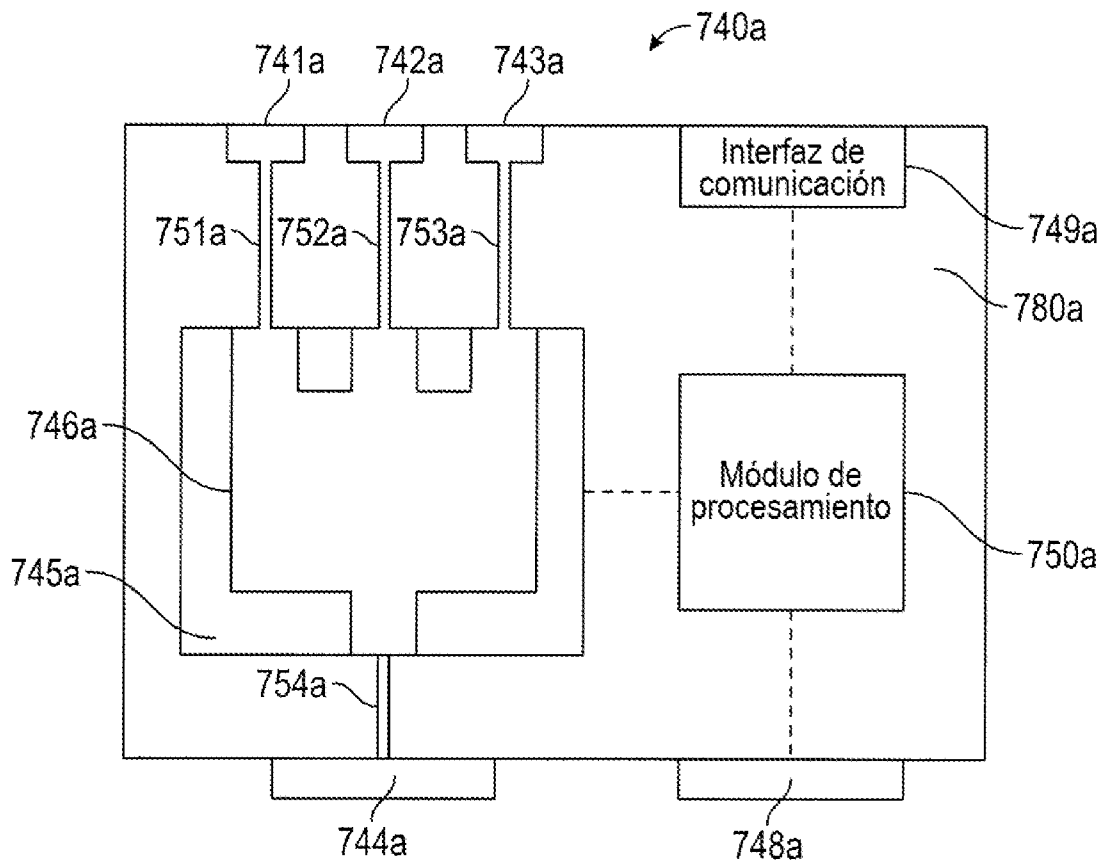


FIG. 22

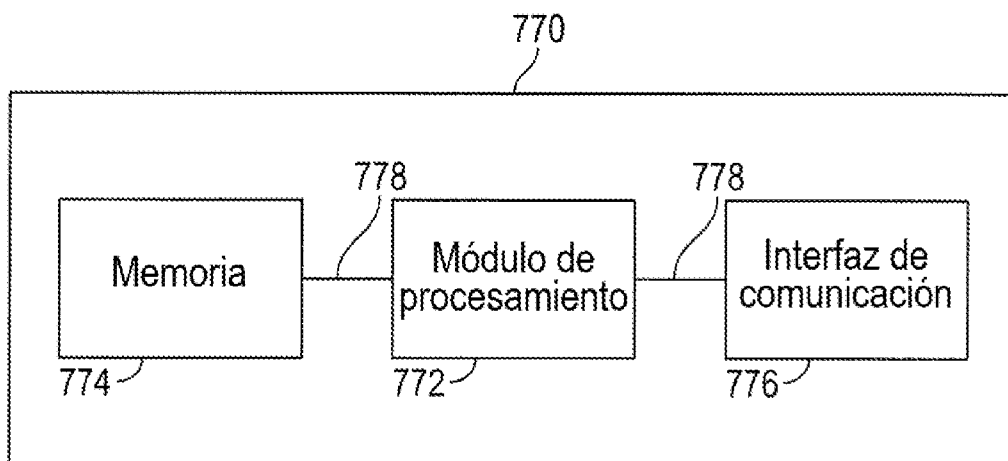


FIG. 23

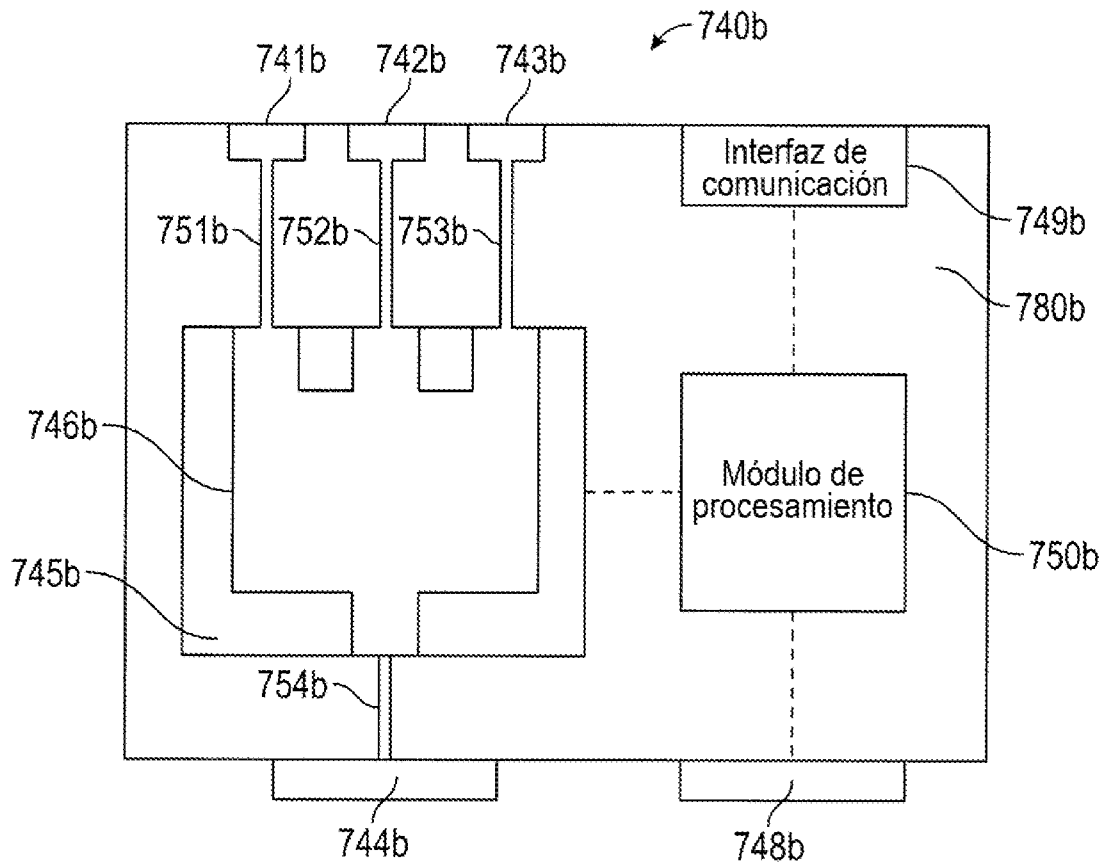


FIG. 24

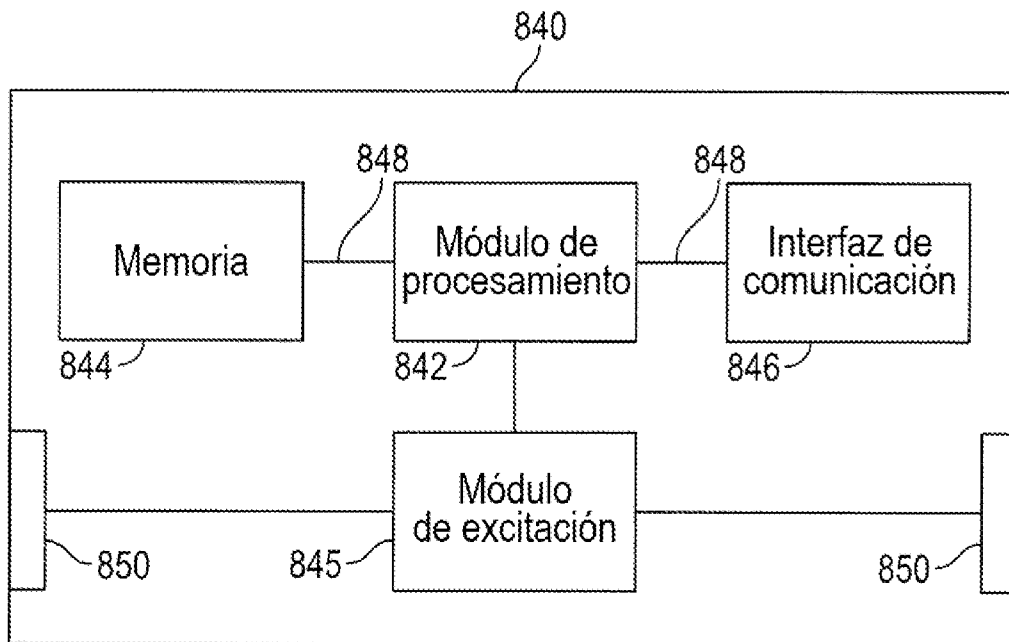


FIG. 25

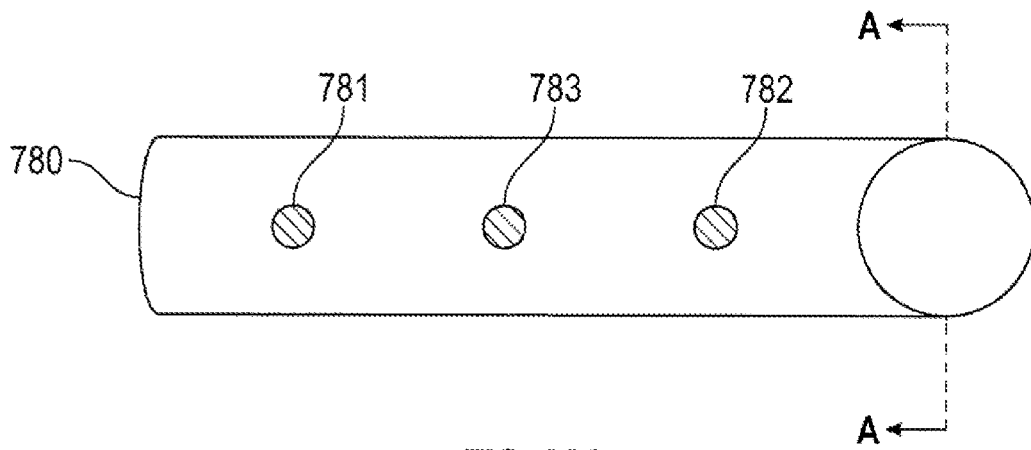


FIG. 26A

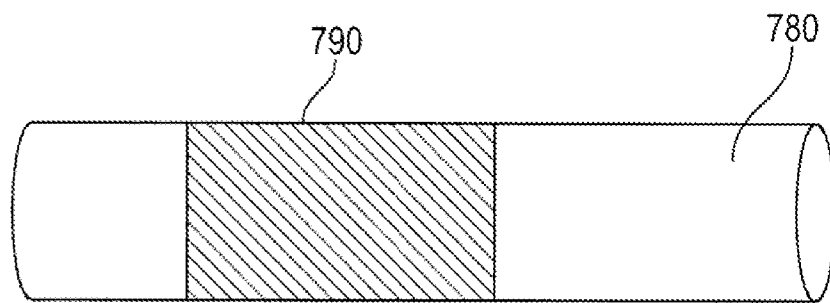


FIG. 26B

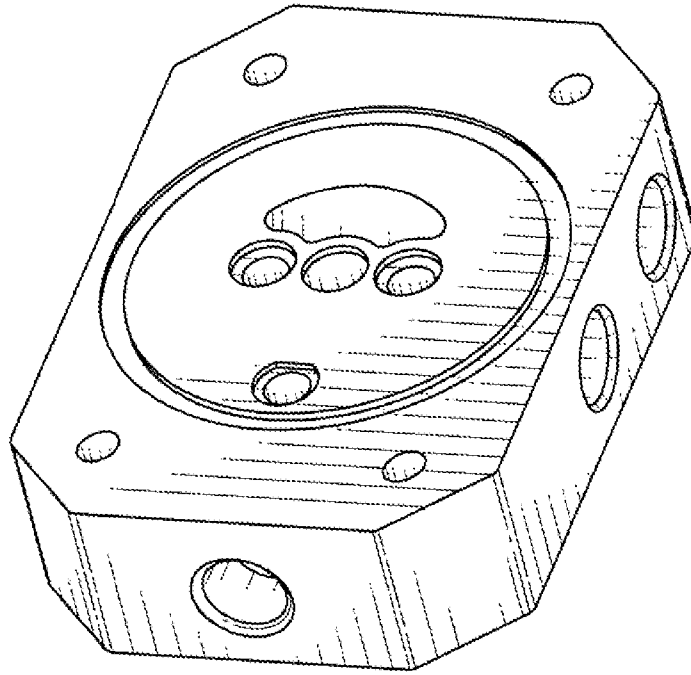


FIG. 27

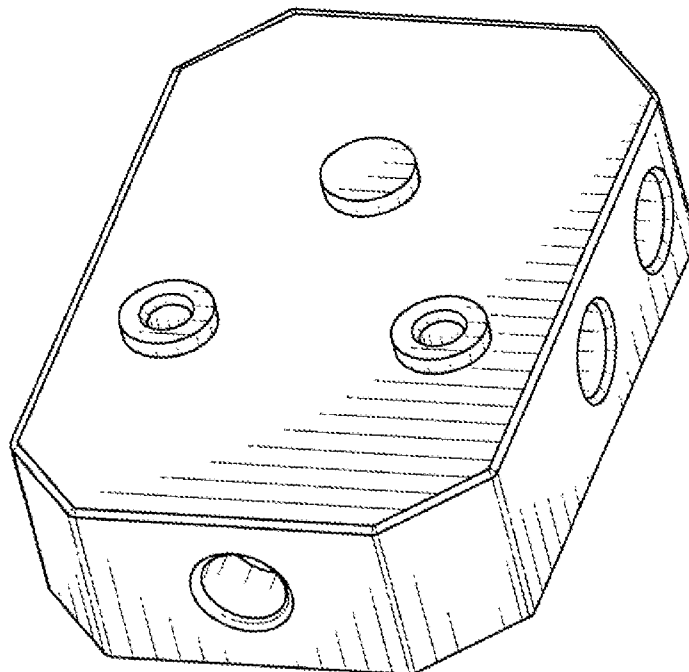


FIG. 28

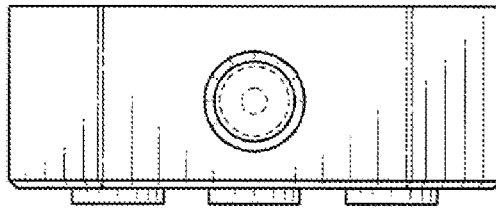


FIG. 29

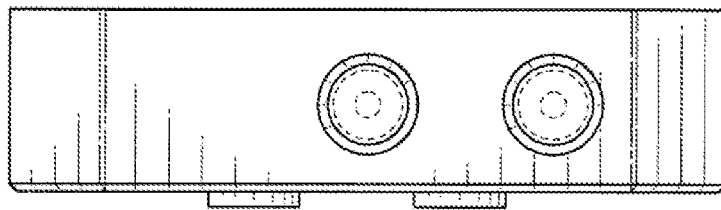


FIG. 30

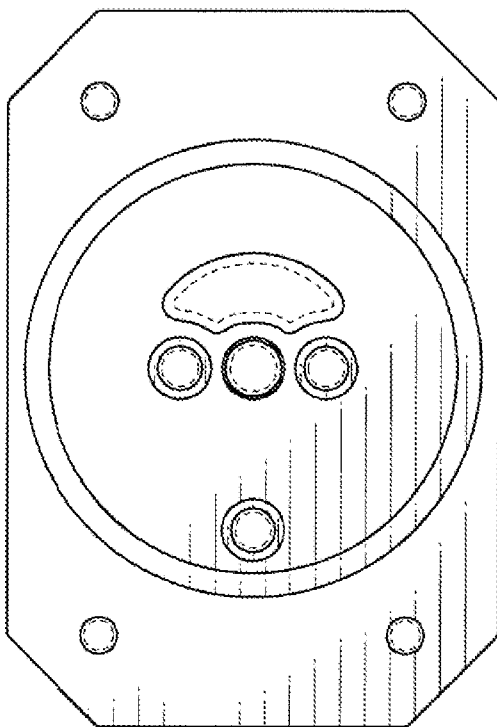


FIG. 31

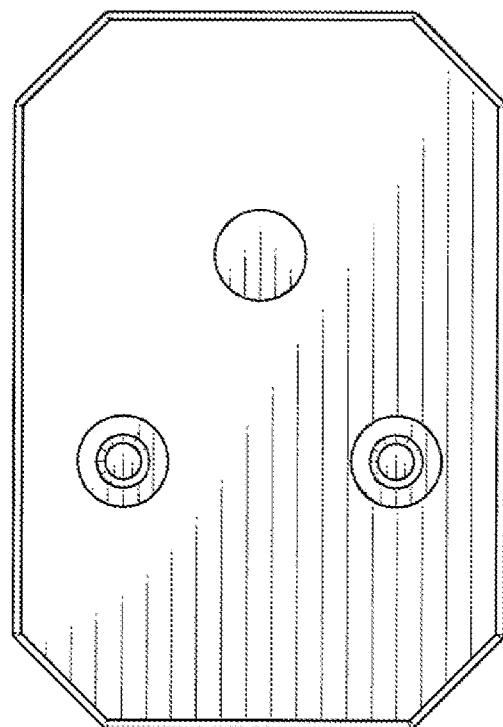


FIG. 32

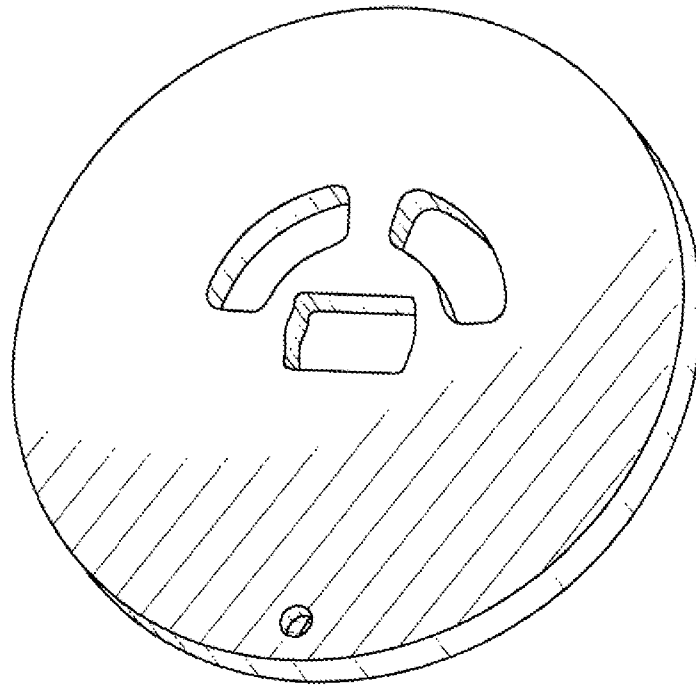


FIG. 33

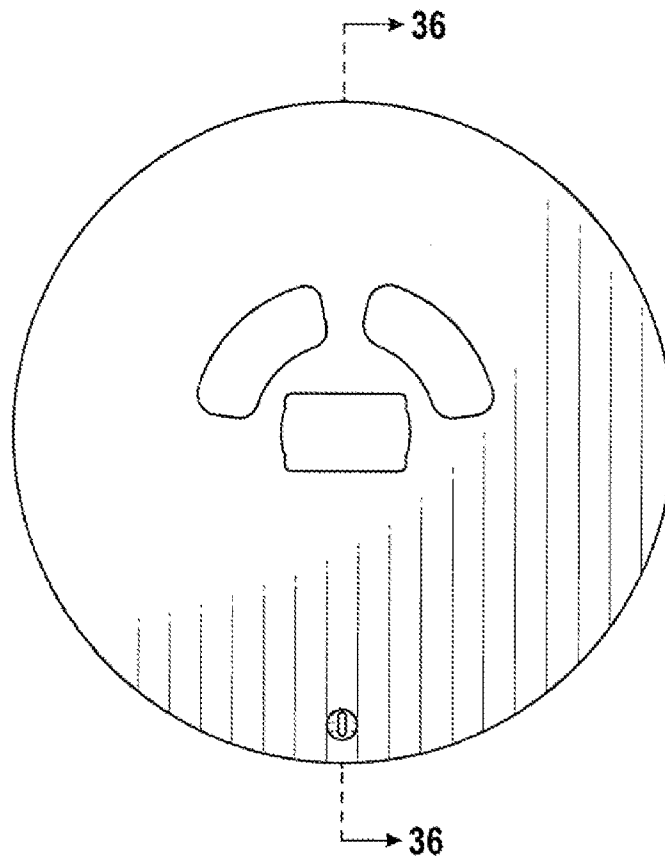


FIG. 34



FIG. 35

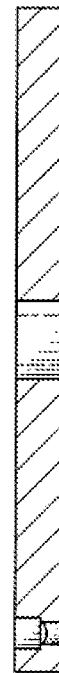


FIG. 36

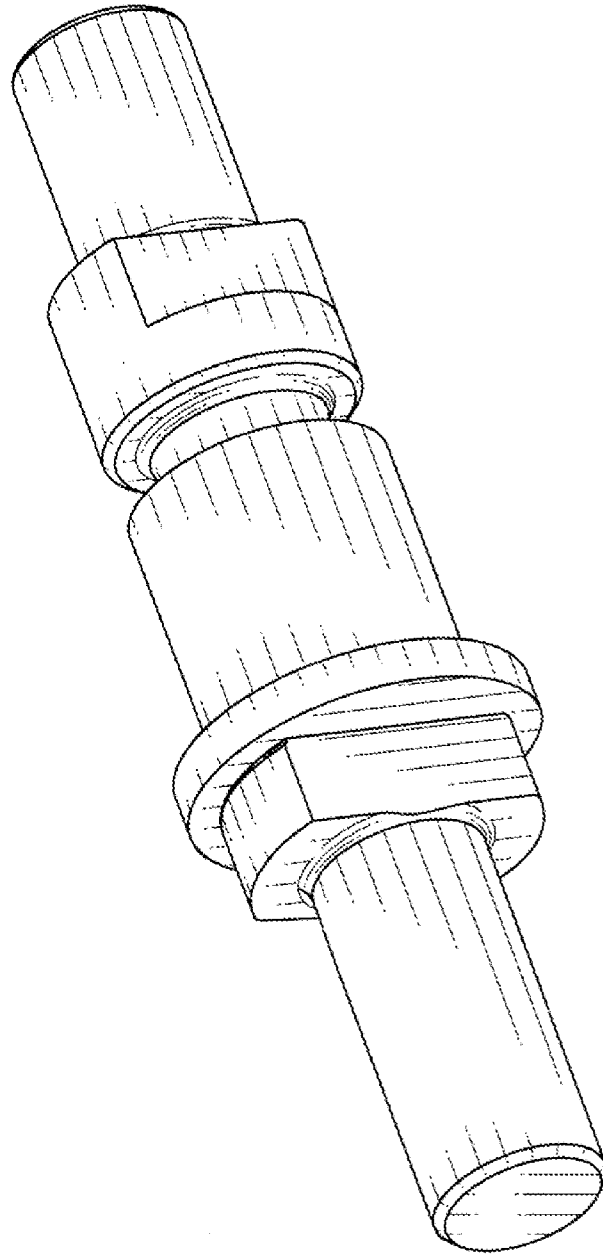


FIG. 37

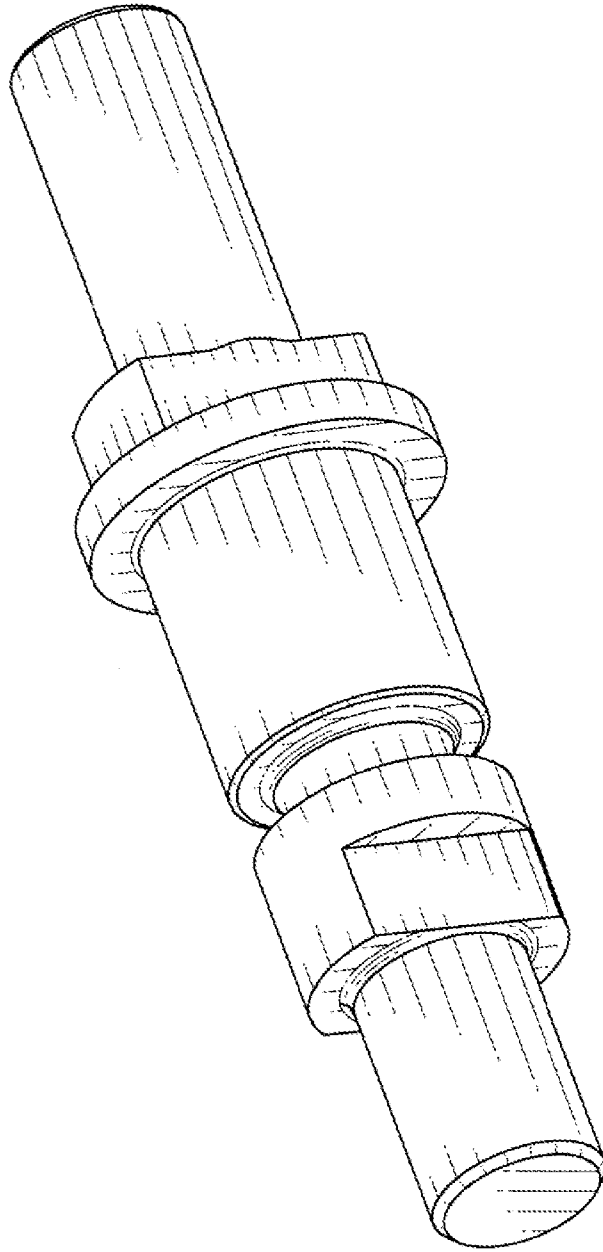


FIG. 38

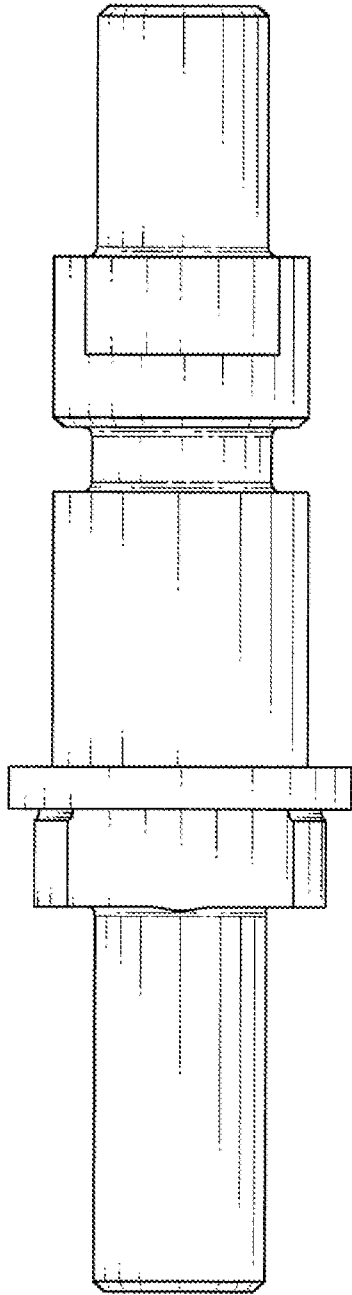


FIG. 39

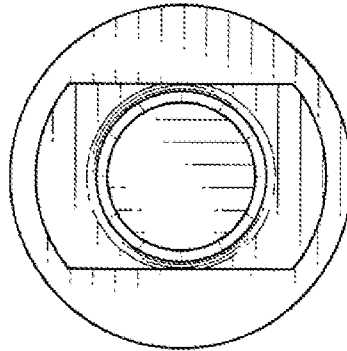


FIG. 40

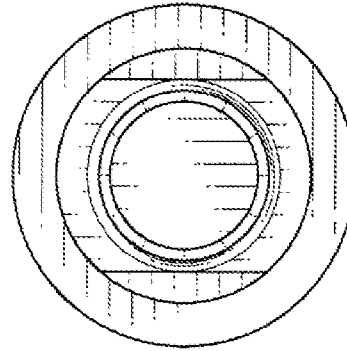


FIG. 41

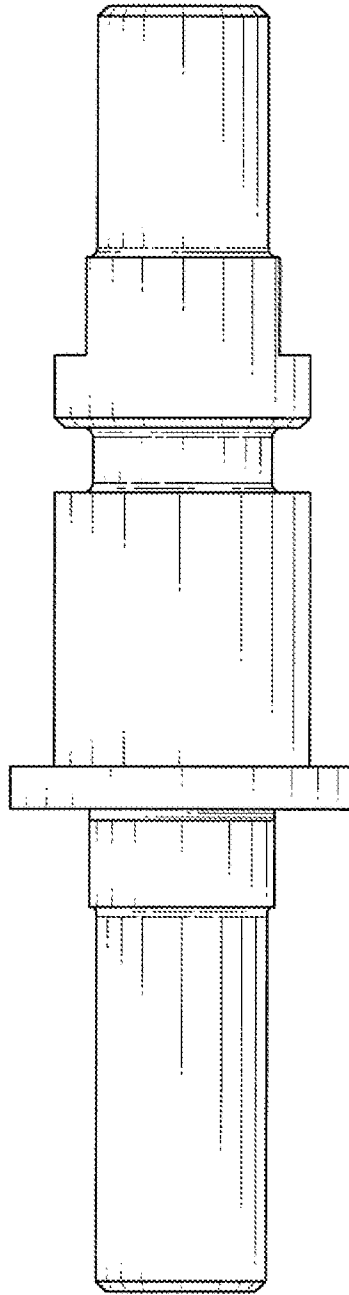


FIG. 42

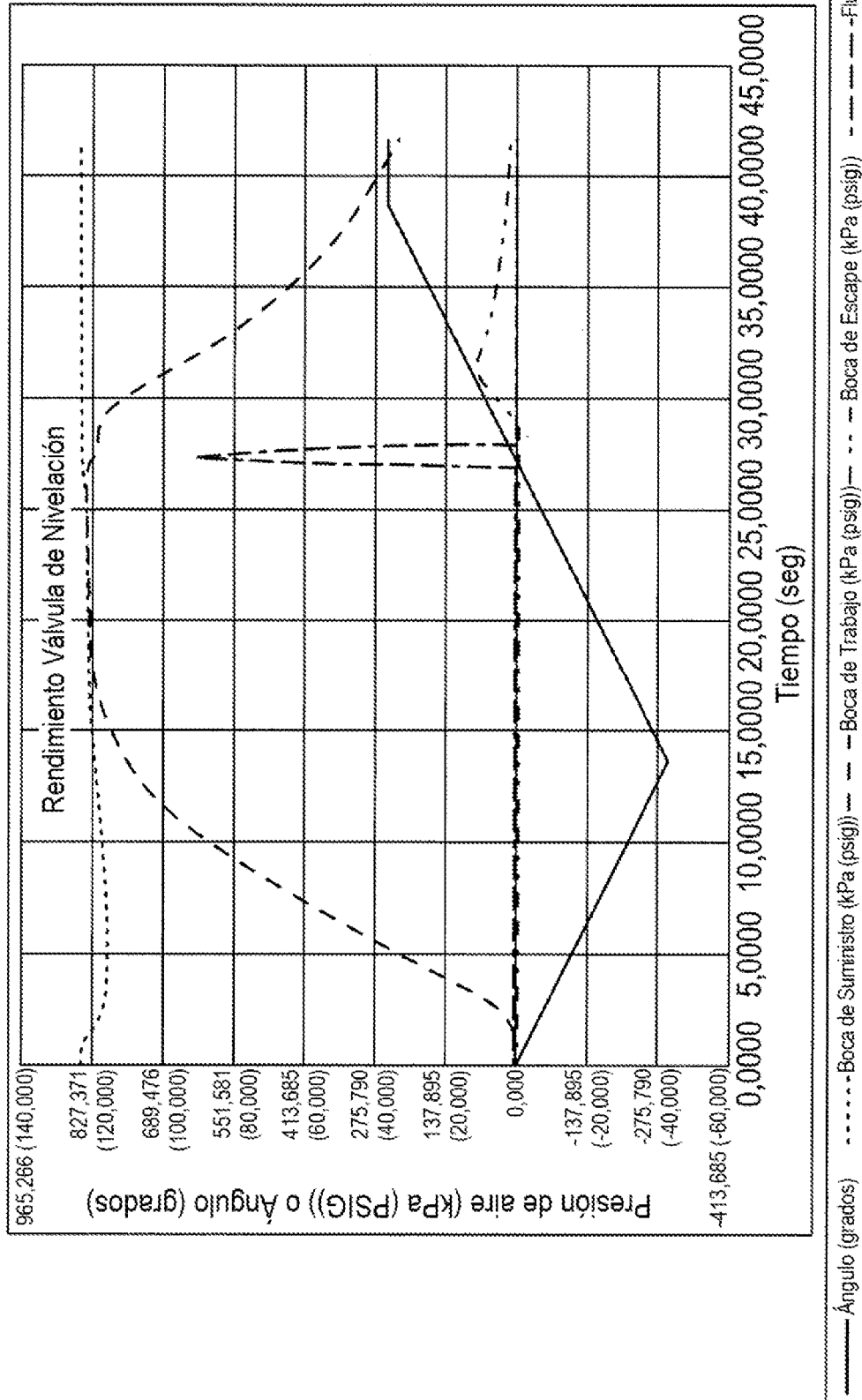


FIG. 43

900

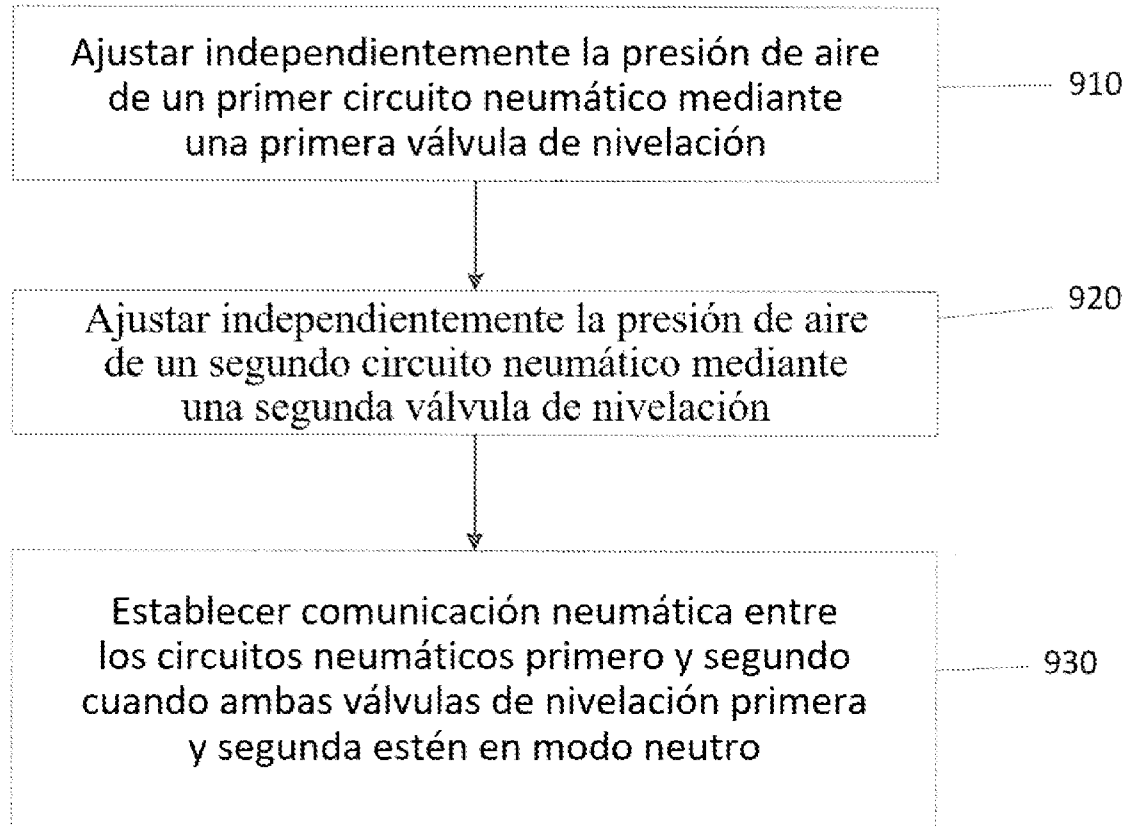


FIG. 44