



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 647**

51 Int. Cl.:  
**F15B 13/00** (2006.01)  
**G05D 16/20** (2006.01)  
**B24B 41/06** (2006.01)  
**B24B 49/16** (2006.01)  
**B24B 37/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05028330 .8**  
96 Fecha de presentación : **08.04.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1637744**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.03.2006**

54 Título: **Regulador de presión proporcional que tiene capacidad para suministrar presión positiva y negativa.**

30 Prioridad: **11.04.2003 US 365930**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.12.2008**

73 Titular/es: **MAC Valves Inc.**  
**30569 Beck Road, P.O. Box 111**  
**Wixom, Michigan 48393, US**

72 Inventor/es: **Jones, Thomas R. y**  
**Khan, Zafar, A.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 309 647 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**

Regulador de presión proporcional que tiene capacidad para suministrar presión positiva y negativa.

**5 Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La invención se refiere, en general, a reguladores de presión y, más específicamente a un regulador de presión proporcional que tiene capacidad para administrar tanto presión positiva como negativa, así como de proporcionar un escape del sistema.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

15 Los reguladores de presión son bien conocidos en la técnica y se emplean en numerosos entornos para regular una presión de suministro neumática por debajo de una presión predeterminada del sistema. La presión del sistema se suministra para operar diversos dispositivos accionados neumáticamente. En el pasado, se lograba una presión regulada del sistema a través del uso de una disposición puramente mecánica dentro del regulador, a menudo con la ayuda de una tubería de retroalimentación de presión devuelta al regulador desde el lado de salida.

20 Algunos tipos de sistemas neumáticos todavía utilizan reguladores mecánicos en los que participa una regulación del curso y/o control neumático de gran volumen. Sin embargo, cuando se ha requerido exactitud y un buen control regulador del sistema neumático de presión, los reguladores han evolucionado rápidamente. El estado actual de la técnica proporciona reguladores de presión que incluyen un accionador controlado eléctricamente, lo más a menudo un solenoide, para regular la presión de salida. La retroalimentación de presión también se utiliza para un control más sensible. En este caso, puede emplearse un transductor para detectar la presión y convertirla en una señal eléctrica que se utiliza mediante un circuito de control de la retroalimentación para ayudar en la regulación de la salida. De esta manera, la presión del sistema se regula en torno a un punto de referencia predeterminado utilizando mediciones de retroalimentación del proceso particular implicado o la presión de salida corriente abajo.

30 Los reguladores de este tipo son bien conocidos y en ocasiones se denominan en la técnica relacionada reguladores de presión proporcionales. El término "proporcional" se utiliza en el sentido de que si se mide una diferencia entre un punto de referencia de salida predeterminado deseado y la presión corriente abajo real, entonces el regulador cambia, y de esta manera controla, la presión de salida en "proporción" a esa diferencia. Las mejoras en los reguladores proporcionales han incluido el uso de circuitos digitales que tienen la capacidad de emplear algoritmos de control complejos para controlar el regulador de manera más precisa. Los reguladores de presión proporcionales con circuitos de control electrónicos digitales utilizan la señal de retroalimentación para determinar electrónicamente una diferencia o "error" entre el punto de referencia de la presión de salida deseada y la presión de salida real.

40 Los circuitos de control digitales más complejos utilizan un algoritmo de control junto con otras entradas del sistema para generar un esquema o control global que controla operativamente el regulador para ajustar, o variar, la presión de salida en un intento por resolver el "error" y devolver la salida al punto de referencia predeterminado. Estos esquemas de control digitales conocidos a menudo emplean cálculos complejos para la resolución de errores, tal como se demuestra en la patente estadounidense número 6.178.997 B 1 concedida a Adams *et al*, que describe un "Regulador de presión inteligente". El regulador de la patente '997 de Adams tiene un controlador PID (proporcional-integral-derivada) que calcula la integral matemática y la derivada del error proporcional y emplea los resultados de estos cálculos en su algoritmo de control. Un controlador PID utiliza el valor actual del error para calcular tanto la integral del error durante un intervalo de tiempo reciente, como la derivada actual de la señal de error. El controlador PID suma entonces el error a los resultados de estos cálculos para determinar, no sólo la cantidad requerida de ajuste necesario, sino también la duración del ajuste para evitar exceder el punto de referencia.

50 Los dispositivos de regulación de la presión proporcional han evolucionado para incluir sistemas de regulación para aplicaciones avanzadas que requieren un control y detección complejos de la presión, y esquemas de regulación igualmente complejos. Estos sistemas de regulación de la presión tienen capacidad, no sólo para producir una regulación precisa de un punto de referencia predeterminado constante, sino también para responder a los detectores del sistema y variar dinámicamente el punto de referencia de presión y regular la presión del sistema para él, incluso cuando el punto de referencia cambia durante el funcionamiento del proceso. Por ejemplo, los sistemas reguladores de este tipo pueden emplearse en relación con dispositivos usados para pulir la superficie de las obleas de semiconductor. Una pastilla de pulido está controlada neumáticamente de manera que aplica una fuerza predeterminada a la superficie de la oblea de semiconductor durante el proceso de pulido. En estas circunstancias, es deseable mantener una cierta fuerza hacia abajo predeterminada del dispositivo de pulido hacia la superficie de la oblea, mientras se contrarrestan diversos efectos físicos dinámicos que hacen que la fuerza aplicada hacia abajo tenga un valor que varía constantemente.

65 En algunos otros procesos y entornos de trabajo particulares, es deseable además tener un sistema de regulación de la presión que no sólo tenga una regulación proporcional del punto de referencia variable para el control de la presión del sistema en un intervalo de presión positiva, tal como se describió anteriormente, sino una que también tenga una regulación proporcional del punto de referencia variable para controlar la presión del sistema en el intervalo de presión negativa (vacío). Para algunos procesos, esto puede ofrecer una mayor exactitud del control neumático

proporcionando un punto de referencia de presión variable de la presión del sistema que puede moverse fácilmente entre presiones de suministro positivas y negativas para cualquier dispositivo activo dado. Por ejemplo, el proceso de fabricación altamente preciso que supone el pulido de obleas de silicón para su uso como chips de circuito integrado, así como los procesos de pulido para medios de disco, tales como CD, DVD, y similares, a menudo utilizan presiones reguladas tanto positivas como negativas para operar y controlar los diversos mecanismos de precisión implicados. La patente estadounidense número 5.716.258 concedida a Metcalf y las patentes estadounidenses números 6.203.414 y 6.319.106 concedidas a Numoto describen dispositivos para su uso en procesos de pulido de obleas de silicón que se basan en presiones positivas y negativas variables y reguladas con precisión para proporcionar un control extremadamente bueno del procedimiento de pulido.

En aplicaciones tales como éstas, el sistema de regulación de la presión debe controlar cada componente neumático activo tanto en las presiones positivas como en las negativas. Los sistemas conocidos en la técnica relacionada requieren válvulas reguladoras proporcionales separadas para efectuar el control tanto en las presiones positivas como en las negativas. Los reguladores proporcionales separados son cada uno distintos y se emplean selectivamente a distancia los unos de los otros. Por tanto, para cada dispositivo neumático activo, los reguladores separados deben incorporarse en diversas posiciones las unas con respecto a las otras en el sistema y deben interconectarse mediante conductos u otras canalizaciones de flujo. Adicionalmente, los reguladores positivos y negativos tienen cada uno una circuitería de control electrónico separado, conectado operativamente entre sí, para coordinar las funciones de regulación de la presión positiva y negativa. Aunque estos componentes separados han funcionado generalmente bien en el pasado, sigue habiendo una necesidad en la técnica para simplificar los sistemas neumáticos y así disminuir los costes de fabricación y/o montaje mediante la eliminación de los componentes separados, acortando las trayectorias de flujo y reduciendo así el hardware relacionado.

Las desventajas evidentes con la complejidad convencional de estos sistemas regulados de la presión positiva y negativa se han agravado además cuando se han realizado esfuerzos para aumentar la exactitud en estos sistemas. Específicamente, aunque la regulación proporcional del punto de referencia variable de las presiones del sistema positivas y negativas es un medio de control eficaz para algunas aplicaciones del proceso, los tiempos de respuesta y la exactitud del control pueden potenciarse además proporcionando adicionalmente una capacidad ventilación o escape al esquema de regulación neumático.

La patente estadounidense número 6.113.480 concedida a Hu *et al* describe un aparato de pulido de obleas que utiliza presión positiva y negativa con una ventilación de escape para controlar el procedimiento de pulido. El uso de una ventilación de escape, tal como en la patente '480 de Hu, disminuye el tiempo de respuesta del circuito de regulación neumático proporcionando una reducción rápida y casi instantánea o una eliminación completa de la presión suministrada cuando sea necesario. Esto permite cambios de control muy rápidos desde una presión hasta otra, como en el caso del cambio desde una presión positiva regulada hasta una presión negativa, o viceversa. Por tanto, los dispositivos neumáticos controlados pueden controlarse más exacta y finamente en las operaciones de precisión.

La ventilación de escape también es útil cuando es necesaria para disminuir proporcionalmente, pero no invertir, las presiones aplicadas. En estos casos, ya esté variando el controlador el punto de referencia o regulando la presión, la actuación de la ventilación de escape disminuirá rápidamente la presión aplicada hasta el nivel deseado, en lugar de tener que confiar simplemente en que la presión baje por sí misma cuando se disminuye proporcionalmente la presión aplicada. Esta función puede emplearse en relación tanto con la regulación de la presión proporcional positiva como con la negativa.

Independientemente de cómo se emplee una ventilación de escape junto con estos reguladores y sistemas de regulación, cuando se usa con un proceso sofisticado y complejo, tal como el mostrado en la patente '480 de Hu, estos sistemas todavía deben utilizar numerosos componentes separados, hardware y elementos de soporte en sus homólogos no ventilados. Por tanto, a pesar de las grandes mejoras en la exactitud y la eficacia en los sistemas neumáticos de regulación de la presión conocidos actualmente en la técnica relacionada, siguen siendo conjuntos altamente complejos. De hecho, los sistemas que emplean los dispositivos de regulación neumáticos proporcionales de punto de referencia variable mencionados anteriormente requieren tantos componentes y hardware asociados que su complejidad y tamaño a menudo llega a ser un factor limitante en su aplicación. Por tanto, sigue habiendo una necesidad en la técnica de simplificar estos sistemas reguladores de la presión neumática proporcional, disminuir los costes en su fabricación y/o montaje eliminando los componentes separados, reducir el hardware relacionado y acortar las trayectorias de flujo inherentemente largas empleadas comúnmente en los sistemas reguladores conocidos en la técnica relacionada. Además, sigue habiendo una necesidad en la técnica de un sistema regulador que emplee un conjunto de circuitos de control que pueda controlar de manera efectiva, eficaz y exacta la presión positiva, la presión negativa y las funciones de ventilación de un sistema de regulación integrado.

## Sumario de la invención y ventajas

La presente invención se refiere a regulador de presión neumática proporcional que comprende:

- un cuerpo principal que tiene un primer puerto de entrada y un segundo puerto de entrada adaptada;
- una válvula reguladora de llenado en comunicación fluida con el primer puerto de entrada;

## ES 2 309 647 T3

una válvula reguladora de vacío;

una válvula de escape en comunicación fluida con dicha salida;

5 una placa de configuración de funciones, configurada como una sola placa de función o dos placas de función, recibida en un entrante creado en dicho cuerpo principal, estando situada la placa de configuración de función entre el cuerpo principal y la válvula reguladora de llenado y la válvula de escape, siendo la placa de configuración de función situable reversiblemente para determinar una posición normalmente abierta y una posición normalmente cerrada de dicha válvula de escape, estando presionadas de manera estanca tanto  
10 dicha válvula reguladora de llenado como dicha válvula de escape contra dicha placa de configuración de funciones y estando situados varios miembros impermeabilizante entre la válvula reguladora de llenado y dicha placa de configuración de funciones.

15 un circuito de control electrónico en comunicación eléctrica con dicha válvula reguladora de llenado y adaptado para recibir una señal de comando y activar bien dicha válvula reguladora de llenado, dicha válvula reguladora de vacío, o dicha válvula de escape, o adaptado además para recibir una señal de retroalimentación y para regular proporcionalmente la presión de salida determinada de la señal de comando.

20 Una realización de la presente invención supera los inconvenientes de la técnica afín en un conjunto regulador de presión proporcional que tiene un cuerpo principal con una primera entrada adaptada para la comunicación fluida con una fuente de presión neumática positiva, una segunda entrada adaptada para la comunicación fluida con una fuente de presión neumática negativa, al menos una salida adaptada para la comunicación fluida con al menos un dispositivo de activado neumáticamente, y con un puerto de escape. Está instalada una válvula reguladora de llenado que está en comunicación fluida con el primer puerto de entrada y el de salida y que está adaptada para regular el  
25 suministro de presión positiva a un valor de la presión predeterminado desde la primera entrada a un dispositivo activado neumáticamente cuando la válvula reguladora de llenado está activada. Está instalada una válvula reguladora de vacío que está en comunicación fluida con el segundo puerto de entrada y la salida y que está adaptada para regular el suministro de presión negativa a un valor predeterminado desde la segunda entrada a un dispositivo activado neumáticamente cuando la válvula reguladora de vacío está activada. Está instalada una válvula de escape que está en  
30 comunicación fluida con la salida y es operable para la salida de presión desde la salida cuando la válvula de escape está activada. Por consiguiente, el regulador de presión proporcional combina y centraliza todas las funciones del sistema existente en un solo conjunto integrado con lo que se reduce el número de componentes y se simplifica la estructura en general.

35 Un conjunto regulador de presión neumática proporcional que realiza la presente invención también supera los inconvenientes de los sistemas de regulación convencionales facilitando un conjunto de circuito de control que está adaptado para recibir una señal de comando y activar bien la válvula reguladora de llenado, la válvula reguladora de vacío, o la válvula de escape para ajustar dinámicamente la presión de salida a un valor específico, o valor de referencia, en respuesta a la señal de comando. El conjunto de circuito de control puede estar adaptado además para recibir una  
40 señal de retroalimentación y regular la cantidad de presión neumática positiva a través de la válvula reguladora de llenado y la cantidad de presión neumática negativa a través de la válvula reguladora de vacío alrededor del valor de referencia deseado en respuesta a la señal de retroalimentación. El regulador de presión proporcional permite un control electrónico centralizado para la regulación de presiones positiva, negativa o funciones de ventilación de escape, eliminando así los controles individuales de los sistemas convencionales y sus componentes asociados.

45 Por lo tanto, un regulador de presión proporcional que realiza la presente invención puede incluir un conjunto de regulador integrado que desempeña funciones de ventilación bien de una presión positiva, una presión negativa o de escape. Además, un conjunto de regulador de presión proporcional que realiza la invención puede tener un conjunto de circuito de control que establece dinámicamente un valor de referencia variable en respuesta a una señal  
50 de comando regulando proporcionalmente al mismo tiempo la presión de salida alrededor del valor de referencia en respuesta a una señal de retroalimentación. Esta capacidad tiene aplicación en varias instalaciones industriales en las que es crítica la combinación de suministro de presión positiva, presión negativa, y escape con una regulación precisa para el control altamente preciso del proceso de producción. Por ejemplo la precisión extrema exigida en la fabricación y pulido de semiconductores de sílice para la producción de circuitos integrados o la producción y pulido  
55 de medios de disco, tales como unidades de discos duros, CD-ROMS, y DVDs todos ellos exigen sistemas que puedan suministrar presión positiva, presión negativa y ventilación de escape con un control preciso. Las realizaciones de la presente invención son altamente ventajosas en estos o similares entornos en los que su diseño simplifica los sistemas complejos activados neumáticamente, facilitan el mantenimiento y reducen costes. De esta manera, las realizaciones del conjunto de regulador de presión proporcional de la presente invención aportan eficacia, precisión y reducción de  
60 costes en los procesos de producción.

### Breve descripción de los dibujos

65 Otras ventajas de la invención se apreciarán fácilmente a medida que la misma llegue a entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista desde arriba del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención;

## ES 2 309 647 T3

La figura 2 es una vista lateral del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención;

La figura 3 es otra vista lateral del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención;

5 La figura 4 es otra vista lateral del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención;

La figura 5 es una vista en sección transversal de arriba abajo del cuerpo principal del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención tomada sustancialmente a lo largo de las líneas 5-5 de la figura 2 ó 4 que muestra canalizaciones de flujo internas;

10

La figura 6 es una vista en sección transversal lateral del cuerpo principal del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención que muestra canalizaciones de flujo internas;

15

La figura 7A es una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 7A-7A de la figura 1 que muestra la válvula reguladora de llenado del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada y la configuración normalmente abierta;

20

La figura 7B es una vista lateral en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 7B-7B de la figura 1 que muestra la válvula reguladora de llenado del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada y la configuración normalmente cerrada;

La figura 7C es una vista lateral en sección transversal detallada tomada a través de la válvula reguladora de llenado del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada;

25

La figura 7D es una vista lateral en sección transversal que ilustra la válvula reguladora de llenado del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición excitada;

30

La figura 8A es una vista lateral en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 8A-8A de la figura 1 que muestra la válvula de escape del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada y la configuración normalmente cerrada;

35

La figura 8B es una vista lateral en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 8B-8B de la figura 1 que muestra la válvula de escape del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada y la configuración normalmente abierta;

La figura 8C es una vista lateral en sección transversal detallada que ilustra la válvula de escape del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada;

40

La figura 8D es una vista lateral en sección transversal detallada que ilustra la válvula de escape del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición excitada;

45

La figura 9A es una vista lateral en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 9A-9A de la figura 1 que muestra la válvula reguladora de vacío del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada;

La figura 9B es una vista lateral en sección transversal detallada que ilustra la válvula reguladora de vacío del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición desexcitada;

50

La figura 9C es una vista lateral en sección transversal detallada que ilustra la válvula reguladora de vacío del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención en la posición excitada;

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático del circuito de control del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención; y

55

La figura 11 es una vista lateral de una serie de conjuntos reguladores de presión proporcional de la presente invención montados en una base común.

### **Descripción detallada de la(s) realización(es) preferente(s)**

60

Una realización del conjunto regulador de presión proporcional de la presente invención se indica generalmente en 10 en las figuras 1-10, en las que se utilizan números similares para designar componentes similares en sus diversos modos operacionales. El conjunto 10 regulador de presión neumática proporcional de la presente invención incluye un cuerpo principal, indicado generalmente en 12, una válvula reguladora de llenado, indicada generalmente en 14, una válvula de escape, indicada generalmente en 16, una válvula reguladora de vacío, indicada generalmente en 20, una placa de función, indicada generalmente en 22, y un conjunto de circuito de control, indicado generalmente en 24. La válvula 14 reguladora de llenado actúa para proporcionar una presión positiva predeterminada a un dispositivo accionado neumáticamente aguas abajo en respuesta a una señal de comando. Por otra parte, la válvula 20 reguladora de vacío actúa para proporcionar una presión negativa predeterminada al dispositivo accionado neumáticamente aguas

65

## ES 2 309 647 T3

abajo en respuesta a una señal de comando. La válvula 16 de escape actúa para proporcionar una ventilación de presión neumática en momentos predeterminados en respuesta a una señal de comando. La placa 22 de función actúa para simplificar el conjunto global. El conjunto 24 de circuito de control proporciona señales de control para controlar el funcionamiento de cada una de las válvulas 14, 16, y 20. Cada uno del cuerpo 12 principal, la válvula 14 reguladora de llenado, la válvula 16 de escape, la válvula 20 reguladora de vacío, la placa 22 de función, y el conjunto 24 de circuito de control se describirán más adelante en mayor detalle.

En referencia específicamente a las figuras 1-4, el cuerpo 12 principal está definido por dos pares de paredes 30, 32 y 34, 36 laterales opuestas, y una cara 38 superior y una cara 40 inferior que se extienden entre los dos pares de paredes laterales. El cuerpo 12 principal tiene una primera entrada 50 adaptada para la comunicación fluida con un suministro de presión neumática positiva, una segunda entrada 52 adaptada para la comunicación fluida con un suministro de presión neumática negativa, al menos una salida 54 adaptada para la comunicación fluida con al menos un dispositivo accionado neumáticamente, y un orificio 56 de escape. Las entradas 50, 52 están formadas en la pared 30 lateral del cuerpo 12 principal, y están roscadas internamente para adaptarse a una conexión roscada correspondiente con tubos o tuberías que proporcionan las fuentes de presiones positiva y negativa según sea necesario por la aplicación particular. La salida 54 está formada en la pared 36 lateral y el orificio 56 de escape está formado en la pared 34 lateral y ambos están roscados de una manera similar a las entradas 50, 52. El cuerpo 12 principal tiene una serie de canalizaciones internas que proporcionan comunicación fluida desde los orificios mencionados anteriormente hasta las válvulas. Estas canalizaciones internas como se describirán más adelante en mayor detalle. Los expertos en la técnica deben apreciar que puede utilizarse una variedad de interfases de conexión o ajustes para establecer la comunicación fluida entre la presente invención y las fuentes de presión de suministro. También debe apreciarse que puede ser deseable adicionalmente, basándose en la aplicación, dejar escapar las presiones como una ventilación directa hacia la atmósfera ambiental inmediata que rodea al conjunto 10 regulador de presión proporcional de modo que no sea necesario roscar el orificio 56 de escape para su conexión a los tubos, o a un circuito de tuberías, para la ventilación a distancia.

La válvula 14 reguladora de llenado del regulador 10 de presión proporcional está soportada en el cuerpo 12 principal y está en comunicación fluida con el primer orificio 50 de entrada y la salida 54. La válvula 14 reguladora de llenado está adaptada para regular el suministro de presión positiva a un valor predeterminado desde el primer orificio 50 de entrada a través de la salida 54 hasta un dispositivo accionado neumáticamente cuando se acciona la válvula 14 reguladora de llenado. La válvula 16 de escape también está soportada en el cuerpo 12 principal y está en comunicación fluida con la salida 54 y se puede operar para dejar escapar presión desde la salida 54 a través del orificio 56 de escape cuando se acciona la válvula 16 de escape.

La válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape son ambas válvulas estructuralmente de cuatro vías que se utilizan en la realización preferente de una manera particular, de modo que funcionan como válvulas de dos vías. Los expertos en la técnica deben apreciar que también pueden usarse válvulas de dos y tres vías en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Sin embargo, en la realización particular descrita en el presente documento, el uso de una válvula de cuatro vías en la realización preferente permite una trayectoria de salida doble, lo que proporciona mayor capacidad de flujo.

La válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape tienen cada una sustancialmente la misma estructura, de manera que la siguiente descripción detallada de la válvula 14 reguladora de llenado tal como se muestra en las figuras 7C y 7D también es aplicable a la válvula 16 de escape representada en las figuras 8C y 8D, en las que los componentes similares están indicados con números de referencia aumentados en 100. Haciendo referencia ahora específicamente a las figuras 7A y 7B, la válvula 14 reguladora de llenado incluye un cuerpo 60 de válvula y un accionador electromagnético, indicado generalmente en 62, montado en el cuerpo 60 de válvula. El cuerpo 60 de válvula tiene una forma rectangular fina que define superficies superior 64 e inferior 66, un par de superficies 68, 70 laterales opuestas que se extienden entre las superficies superior 64 e inferior 66, y las superficies 72, 74 de extremo. El accionador 62 puede hacerse operar para mover selectivamente la válvula 14 reguladora de llenado desde una primera posición hasta una segunda posición, y puede hacerse operar adicionalmente para mover la válvula 14 reguladora de llenado de nuevo desde la segunda posición hasta la primera posición tal como se describirá más adelante en mayor detalle.

El cuerpo 60 de válvula incluye un orificio 82 de entrada para la comunicación con la fuente de aire presurizado a través del primer orificio 50 de entrada en el cuerpo 12 principal. Un agujero 80 de válvula se extiende axialmente a través del cuerpo 60 de válvula. Dado que la válvula es de una configuración de cuatro vías, el cuerpo 60 de válvula incluye dos orificios 86, 88 de cilindro, cada uno con un orificio 84 y 90 de escape correspondiente, respectivamente. Todos estos orificios 82, 84, 86, 88, y 90 están en comunicación fluida con el agujero 80 de válvula y están formados, en esta realización preferente, a través de la superficie 66 inferior del cuerpo 60 de válvula. Sin embargo, tal como se tratará más adelante, la colocación respectiva de la válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape en el cuerpo 12 principal, y la orientación de la placa 22 de función, conecta uno de los orificios de cilindro al orificio de entrada y también bloquea un orificio de escape, haciendo así que la válvula actúe con funcionalidad de dos vías.

Tal como se muestra en detalle en las figuras 7C y 7D, el agujero 80 de válvula se extiende completamente a través del cuerpo 60 de válvula para presentar un par de extremos 92, 94 abiertos. Un elemento de válvula, indicado generalmente en 96, puede moverse entre posiciones predeterminadas dentro del agujero 80 de válvula para dirigir selectivamente el aire presurizado desde el orificio 82 de entrada a través de los orificios 86, 88 de cilindro y los

## ES 2 309 647 T3

orificios 84, 90 de escape, tal como se describirá más adelante en mayor detalle. Un par de insertos 98 y 100 del dispositivo de retención de extremo están alojados en el par de extremos 92, 94 abiertos, respectivamente, del cuerpo 60 de válvula y actúan para retener el elemento 96 de válvula dentro del agujero 80 de válvula, tal como se describirá más adelante en mayor detalle. De manera similar, el conjunto de válvula puede incluir uno o más dispositivos de retención internos que están colocados roscadamente dentro del agujero 80 de válvula. En la realización ilustrada en el presente documento, el conjunto 14 de válvula incluye el dispositivo 102 de retención interno que está colocado roscadamente dentro del agujero 80 de válvula.

El elemento 96 de válvula incluye además un par de cabezas 110, 112 de válvula opuestas dispuestas en cada extremo del elemento 96 de válvula y estando formado al menos un elemento de válvula en el elemento 96 de válvula entre las cabezas 110, 112 de válvula. Una pluralidad de elementos 114, 116, 118, y 120 de válvula están formados en el elemento 96 de válvula y cada uno puede hacerse operar para dirigir selectivamente un flujo de aire presurizado desde el orificio 82 de entrada a través del agujero 80 de válvula hasta el cilindro respectivo, o los orificios 86, 88, de salida. El elemento 96 de válvula incluye además hendiduras 122 anulares que alojan juntas 124 de tipo tórica, que se enganchan de manera deslizante a las aberturas 126, 128 de agujero central, respectivamente, de los dispositivos 98 y 100 de retención de extremo para evitar la fuga del aire presurizado dentro del agujero 80 de válvula. Los dispositivos 98, 100 de retención de extremo también están sellados al cuerpo 60 de válvula mediante una junta 104 de tipo tórica ajustada dentro de una hendidura 108 anular cortada alrededor del agujero 94 de extremo. En la realización preferente, el elemento 96 de válvula es un inserto de aluminio que está sobremoldeado con un material elástico adecuado tal como caucho, o cualquier elastómero conocido, en los lugares apropiados. Más específicamente, los expertos en la técnica deben apreciar que el material de la superficie de sellado puede estar hecho de cualquier composición conocida que sea ligeramente productivo, aunque altamente elástico, tal como el nitrilo, que pueda unirse o sobremoldearse con el elemento 96 de válvula.

Los insertos 98 y 100 del dispositivo de retención de extremo incluyen cada uno una pluralidad de canalizaciones 106 de cilindro definidas en el diámetro de los dispositivos de retención que están separadas radialmente unas con respecto a otras. Las canalizaciones 106 de cilindro proporcionan comunicación fluida entre el agujero 96 de válvula y los orificios adyacentes respectivos. Un elemento 130 de empuje, tal como un muelle espiral, está colocado entre el inserto 98 del dispositivo de retención de extremo con forma de copa y una cavidad 132 formada en la cabeza 110 de válvula del elemento 96 de válvula. El elemento 130 de empuje aplica una fuerza de empuje constante contra el elemento 96 de válvula y hacia la derecha tal como se observa en la figura 7C.

Una pluralidad de asientos 134, 136, 138, y 140 de válvula están presentes en el agujero 96 de válvula. Los asientos 134, 136, 138, y 140 de válvula cooperan con los elementos 114, 116, 118, y 120 de válvula, respectivamente, para sellar las diversas canalizaciones en el cuerpo 80 de válvula tal y como se tratará más adelante en mayor detalle. Los asientos 134, 136, 138, y 140 de válvula proporcionan un contacto de sellado con las superficies de sellado de la válvula de los elementos 114, 116, 118, y 120 de válvula cuando el elemento 96 de válvula está en una posición cerrada, con respecto a un orificio de salida particular, interrumpiendo así el flujo de aire presurizado a ese orificio.

Una pluralidad de asientos 134, 136, 138, y 140 de válvula, mostrados en las figuras 7C y 7D, pueden estar formados directamente en el propio agujero 96 de válvula como es en el caso del asiento 138 de válvula, mientras que otros (por ejemplo los asientos 134, 136 y 140 de válvula pueden estar dispuestos sobre los insertos 98, 100 de retención finales y sobre el inserto 102 de retención interior. Los insertos 98, 100 y 102 de retención pueden estar situados ajustadamente dentro del agujero 96 de válvula del cuerpo 60 de válvula, que tienen interacción roscable con los extremos 92, 94 o cualquier otra parte adecuada del agujero 96 de válvula. Como se expuso anteriormente, cada uno de los insertos 98, 100 de retención extremos tiene un agujero 126, 128 central que recibe las cabezas 110, 112 opuestas del elemento 96 de válvula y le permite desplazarse deslizantemente dentro del cuerpo 60 de válvula. De esta manera, la posición establecida roscadamente de los insertos 98, 100 de retención extremos dentro del cuerpo 60 de válvula controla la impermeabilización de los asientos de válvula con una fuerza lineal dada aplicada al elemento 96 de válvula. Los insertos 98, 100 de retención extremos incluyen además surcos 144 y 146 anulares que reciben juntas 148 de tipo junta tórica para prevenir fugas de aire presurizado dentro del agujero 80 de válvula. Por otra parte, las posiciones a las que el inserto 102 de retención interior se ajusta roscadamente definen las posiciones predeterminadas de “abierto” y “cerrado” del conjunto 14 de válvulas y así se ajusta la longitud de la carrera del elemento 96 de válvula. Y, como los insertos de retención extremos, el retén 103 interior también puede incluir un surco 150 anular que se esté adaptado para recibir una junta 152 de tipo junta tórica para prevenir fugas de aire presurizado dentro del agujero 80 de válvula.

En la realización preferente, el agujero 128 central del inserto 100 de retención del extremo, que recibe la cabeza 112 de válvula del elemento 96 de válvula, también se extiende completamente a través del dispositivo de retención lo que permite que el conjunto 62 de accionador se acople, y por tanto accione, al elemento 96 de válvula. Tal como se muestra para fines de ilustración únicamente, esto puede llevarse a cabo mediante el uso de una clavija 156 a presión del accionador que tiene una cabeza 158 alargada que se extiende hacia el inserto 100 de retención para enganchar y accionar el elemento 96 de válvula. Los expertos habituales en la técnica deben apreciar que los medios de accionamiento específicos utilizados para proporcionar fuerza motriz al elemento 96 de válvula se encuentran más allá del alcance de la presente invención. En consecuencia, debe apreciarse adicionalmente que puede emplearse cualquier número de tipos diferentes de elementos accionadores, en lugar de una clavija a presión, basándose en los medios accionadores utilizados. Un conjunto de solenoide, indicado generalmente en 78, se usa para accionar selectivamente el elemento 96 de válvula dentro del agujero 80 de válvula en el sentido opuesto a la fuerza de empuje del elemento

## ES 2 309 647 T3

130 de empuje. De esta manera, el conjunto 78 de solenoide impulsa el elemento de válvula hacia la izquierda, tal como se muestra en la figura 7D, y el elemento 130 de empuje devuelve al elemento 96 de válvula a su posición original (hacia la derecha, en la figura 7C) cuando el solenoide 78 está desactivado. El conjunto 78 de solenoide puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo tal como se describe en mayor detalle en la patente estadounidense número 6.192.937. Como alternativa, el accionador puede ser un solenoide electromagnético que tiene una armadura flotante con empuje de movimiento perdido, tal como se describe en las patentes estadounidenses de la técnica anterior números 4.438.418 ó 3.538.954. Cada una de estas patentes están transferidas al cesionario de la presente invención y las descripciones de esas patentes se incorporan al presente documento como referencia.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la estructura de la válvula 16 de escape es sustancialmente similar a la válvula 14 reguladora de llenado e incluye los mismos componentes que la válvula 14 reguladora de llenado descrita anteriormente, de modo que se utilizan los mismos números de referencia aumentados en 100 en las figuras 8A - 8D para representar la válvula 16 de escape. Tal como también se ha mencionado anteriormente, la construcción de cuatro vías de la válvula 14 reguladora de llenado (y la válvula 16 de escape) se convierte operativamente en una función de dos vías mediante la orientación de la placa 22 de función. La orientación de la placa 22 de función también determina si la válvula está en un estado normalmente abierto o normalmente cerrado.

Para enviar el flujo de presiones desde las entradas 50, 52 y el escape 56 hasta la salida 54, el cuerpo 12 principal incluye además una serie de canalizaciones internas. Las figuras 5, 6 y 7A a 9C muestran las diversas canalizaciones de flujo a través del cuerpo 12 principal. Tal como se ha mencionado anteriormente, el cuerpo principal incluye una cara 38 superior y una cara 40 inferior y para fines de esta discusión, aunque se hace referencia a la figura 5, se considerará que estas superficies se establecen en el plano horizontal. Por tanto, tal como se muestra en las figuras 5 y 6, las primeras canalizaciones de entrada del cuerpo 12 principal incluyen una primera canalización 300 de entrada horizontal y una primera canalización 302 de entrada vertical. La primera canalización 300 de entrada proporciona comunicación fluida entre el primer orificio 50 de entrada y la primera canalización 302 de entrada vertical. La primera canalización 302 de entrada vertical está conectada cooperativamente a la válvula 14 reguladora de llenado, de modo que la fuente de presión positiva entrante en la entrada 50 está comunicada con la válvula 14 reguladora de llenado.

Las segundas canalizaciones de entrada del cuerpo 12 principal incluyen una segunda canalización 304 de entrada horizontal, una segunda canalización 306 de entrada vertical, y una canalización 308 de entrada intermedia horizontal. La segunda canalización 304 de entrada horizontal está en comunicación fluida con el segundo orificio 52 de entrada y la canalización 308 de entrada intermedia horizontal. La canalización 308 de entrada intermedia horizontal está conectada a la segunda canalización 306 de entrada vertical, que adicionalmente está conectada cooperativamente a la válvula 20 reguladora de vacío, de modo que la fuente de aire presurizado entrante en la segunda entrada 52 está comunicada con la válvula 20 reguladora de vacío.

Las canalizaciones de escape del cuerpo 12 principal incluyen un par de canalizaciones 310, 312 de escape verticales y una canalización 314 de escape principal. La canalización 314 de escape principal proporciona comunicación fluida entre el orificio 56 de escape y la válvula 16 de escape a través del par de canalizaciones 310, 312 de escape verticales, de modo que la fuente de presión de ventilación o atmosférica al orificio 56 de escape está comunicada con la válvula 16 de escape.

Las canalizaciones de salida dentro del cuerpo 12 principal incluyen una canalización 320 de carga principal, un par de primeras canalizaciones 322 y 324 de carga horizontales, un par de primeras canalizaciones 326 y 328 de carga verticales, una segunda canalización 330 de carga horizontal, una segunda canalización 332 de carga vertical, una canalización 334 de descarga vertical, y una canalización 336 de retroalimentación. El orificio 54 de salida está conectado directamente a, y en comunicación fluida con, la canalización 320 de carga principal, de modo que el estado de la canalización 320 de carga principal, pese a tener presión positiva, presión negativa, o presión de escape (atmosférica), está comunicada con cualquier dispositivo aguas abajo conectado a la salida 54. Las canalizaciones de salida están interconectadas y en comunicación fluida con la canalización 320 de carga principal, tal como sigue. El par de primeras canalizaciones 326, 328 de carga verticales está en comunicación fluida con las salidas de la válvula 14 reguladora de llenado y está conectada individual y respectivamente al par de las primeras canalizaciones 322, 324 de carga horizontales. El par de primeras canalizaciones 322, 324 de carga horizontales también está conectado a la canalización 320 de carga principal, de modo que se proporciona una fuente de aire presurizado a la salida 54 desde la válvula 14 reguladora de llenado cuando se acciona la válvula 14 reguladora de llenado.

La segunda canalización 332 de carga vertical está en comunicación fluida con la salida de la válvula 20 reguladora de vacío y la segunda canalización 330 de carga horizontal, que también está conectada a la canalización 320 de carga principal, de modo que se proporciona una fuente negativa de aire presurizado a la salida 54 desde la válvula 20 reguladora de vacío cuando se acciona la válvula 20 reguladora de vacío.

La canalización 334 de escape vertical está en comunicación fluida con las salidas de la válvula 16 de escape y la segunda canalización 330 de carga horizontal, que también está conectada a la canalización 320 de carga principal, de modo que se proporciona una trayectoria de escape, o fuente de presión de ventilación atmosférica a la salida 54 desde la válvula 16 de escape. De esta manera, la canalización 320 de carga principal y, por tanto, la salida 54 se descarga, o ventila, cuando se acciona la válvula 16 de escape.

## ES 2 309 647 T3

La canalización 336 de retroalimentación proporciona comunicación fluida entre la segunda canalización 330 de carga horizontal y un transductor de presión del conjunto 24 de circuito de control para proporcionar una señal de presión de retroalimentación, tal como se tratará más adelante en mayor detalle. Por tanto, se dota a la canalización 320 de carga principal, y de ese modo a la salida 54 con presión positiva, presión negativa, o escape, dependiendo del funcionamiento del conjunto 10 regulador de presión proporcional.

Tal como se ilustra en las figuras, y tal como deben apreciar los expertos habituales en la técnica, algunas de las canalizaciones dentro del cuerpo 12 principal se extienden hasta las superficies exteriores del cuerpo 12 principal y están cerradas mediante una pluralidad de tapones 340. Esto es meramente representativo de las perforaciones necesarias realizadas en la forma sólida del cuerpo 12 principal para crear las canalizaciones internas descritas anteriormente. Debe apreciarse adicionalmente que las perforaciones pasantes y los tapones 340, tal como se muestra, no son limitativos, ya que pueden ser posibles otras técnicas de fabricación que eliminarían estas características, pero que no se apartarían del espíritu y el alcance de la presente invención.

La placa 22 de función está situada generalmente entre el cuerpo 12 y una válvula 14, 16 reguladora asociada. La placa 22 de función incluye una serie de canalizaciones 350, 352, y 354 internas. La placa 22 de función es asimétrica con respecto a un eje, de manera que puede insertarse entre una válvula y cualquier variedad de superficie de montaje que también tienen canalizaciones de fluido de modo que la orientación de la placa de función determina si la válvula opera en una configuración normalmente abierta o normalmente cerrada. El uso de una placa 22 de función simplifica el montaje y elimina la necesidad de más de un tipo o configuración de válvula. En la presente invención, la placa 22 de función es dúplex o está duplicada, lo que permite que se dispongan dos válvulas en ella de una vez y se ajuste operativamente el estado normal de cada válvula. Específicamente, tal como puede observarse en las figuras 4, 6, 7A, 7B, 8A, y 8B la placa 22 de función está dispuesta dentro de una cavidad 344 de la cara 38 superior del cuerpo 12 principal. La placa 22 de función proporciona dos juegos de canalizaciones laterales, derecho e izquierdo (tal como se observa en las figuras 5, 7A, 7B, 8A, y 8B) que interconectan la válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape con el cuerpo 12 principal, tal como se describirá más adelante en mayor detalle.

Más específicamente, tal como se muestra mejor en la vista en sección transversal de la válvula 14 reguladora de llenado en la figura 7A, hay una primera serie de aberturas perforadas y moleteadas que se combinan para formar tres canalizaciones 350, 352, y 354 internas dentro de la placa 22 de función que afectan a la válvula 14 reguladora de llenado dispuesta inmediatamente por encima de las canalizaciones. Asimismo, tal como se muestra mejor en la vista en sección transversal de la válvula 16 de escape en la figura 8A, hay una segunda serie de aberturas perforadas y moleteadas que se combinan para formar otro grupo de tres canalizaciones 450, 452, 454 internas similares, pero invertidas, dentro de la placa 22 de función que afectan a la válvula 16 de escape dispuesta inmediatamente por encima. Específicamente en la figura 7A, la canalización central en la placa 22 de función es la canalización 350 de entrada, que abre el orificio 82 de entrada y el orificio 88 de cilindro de la válvula 14 reguladora de llenado al aire presurizado entrante desde la entrada 50 a través de las canalizaciones internas del cuerpo 12 principal, tal como se describió anteriormente. La canalización 352 izquierda y la canalización 354 derecha en la placa 22 de función proporcionan canalizaciones de salida dobles desde la válvula 14 reguladora de llenado hasta las canalizaciones de salida del cuerpo 12 principal, tal como se describió anteriormente. Todavía en referencia a la figura 7A, la placa 22 de función está orientada para hacer que la válvula 14 reguladora de llenado esté en un estado normalmente abierto. Específicamente, las canalizaciones internas del bloque 22 de función proporcionan en primer lugar la comunicación fluida directa entre el orificio 82 de entrada y el orificio 88 de cilindro. El orificio 86 de cilindro y el orificio 90 de escape están conectados a la salida 54 y el orificio 84 de escape está cegado. Por tanto, con el accionador 62 desexcitado y el elemento 130 de empuje influyendo sobre el elemento 96 de válvula hacia la derecha, los elementos 114 y 118 de válvula están asentados selladamente contra los asientos 134 y 138 de válvula. Por tanto, se administra presión positiva entrante a través de la entrada 50 y se alimenta a través del orificio 82 de entrada pasado el asiento 136 de válvula abierto y hacia el orificio 86 de cilindro y fuera de la salida 54. Simultáneamente, la presión positiva entrante también se alimenta hacia arriba a través del orificio 88 de cilindro pasado el asiento 140 de válvula abierto y fuera del orificio 90 de escape hasta la salida 54.

Cuando el accionador 62 está excitado, tal como se muestra en detalle en la figura 7D, la clavija 156 a presión impulsa el elemento 96 de válvula hacia la izquierda, los elementos 114 y 118 de válvula se levantan de sus asientos 134 y 138 de válvula y los elementos 116 y 120 de válvula se asientan selladamente contra los asientos 136 y 140 de válvula. Por tanto, la presión positiva entrante desde la entrada 50 que se alimenta a través del orificio 82 de entrada se detiene en el asiento 136 de válvula cerrado y simultáneamente, la presión positiva entrante que se alimenta hacia arriba a través del orificio 88 de cilindro se detiene en el asiento 140 de válvula cerrado. Aunque el asiento 138 de válvula está abierto en este momento, es simplemente entre los dos orificios 82 y 88 presurizados y no tiene efecto sobre la salida de la válvula 14.

La válvula 14 reguladora de llenado está ilustrada en un estado normalmente cerrado en la figura 7B. Esto se lleva a cabo mediante la reorientación de la placa 22 de función (rotando la placa 180 grados en el plano horizontal) dentro del cuerpo 12 principal, de modo que las canalizaciones internas de izquierda a derecha (tal como se ilustra) están invertidas. En otras palabras, ahora hay una comunicación fluida directa entre el orificio 82 de entrada y el orificio 86 de cilindro. El orificio 84 de escape y el orificio 88 de cilindro están conectados a la salida 54 y el orificio 90 de escape está cegado. Con el accionador 62 desexcitado y el elemento 130 de empuje influyendo en el elemento 96 de válvula hacia la derecha, los elementos 114 y 118 de válvula se asientan selladamente contra los asientos 134 y 138 de válvula. Sin embargo, como la presión positiva entrante se administra ahora a través de la entrada 50 y se alimenta a

## ES 2 309 647 T3

través del orificio 82 de entrada, se detiene en el asiento 138 de válvula cerrado y simultáneamente, la presión positiva entrante que también se alimenta hacia arriba a través del orificio 86 de cilindro, se detiene en el asiento 134 de válvula cerrado. Aunque el asiento 136 de válvula está abierto en este momento, es simplemente entre los dos orificios 82 y 86 presurizados y no tiene efecto en la salida.

5 Cuando el accionador 62 está excitado y la clavija 156 a presión impulsa el elemento 96 de válvula hacia la izquierda, los elementos 114 y 118 de válvula se levantan de sus asientos 134 y 138 de válvula y los elementos 116 y 120 de válvula se asientan selladamente contra los asientos 136 y 140 de válvula. Por tanto, la presión positiva entrante que se administra a través de la entrada 50 y se alimenta a través del orificio 82 de entrada fluirá pasado el asiento 10 138 de válvula abierto y hacia el orificio 88 de cilindro y fuera de la salida 54. Simultáneamente, la presión positiva entrante que también se alimenta hacia arriba a través del orificio 86 de cilindro fluirá pasado el asiento 134 de válvula abierto y fuera del orificio 84 de escape hasta la salida 54. Los expertos en la técnica deben apreciar que la decisión de tener la válvula 14 reguladora de llenado operativa o bien como normalmente abierta o como normalmente cerrada se toma según las necesidades de la aplicación.

15 Tal como se ha mencionado anteriormente, la válvula 16 de escape, tal como se muestra en las figuras 8A, 8B, 8C, y 8D también está soportada en el cuerpo 12 principal y está en comunicación fluida con la salida 54 y el orificio 56 de escape y se puede operar para dejar escapar presión desde la salida 54 a través del orificio 56 de escape cuando se acciona la válvula 16 de escape. La estructura de la válvula 16 de escape, tal como se muestra en detalle en las 20 figuras 8C y 8D, es sustancialmente similar a la válvula 14 reguladora de llenado, y tal como se representa en las ilustraciones, incluye los mismos componentes que la válvula 14 reguladora de llenado descrita anteriormente, por lo que se indican utilizando los mismos números de referencia aumentados en 100. Por tanto, la válvula 16 de escape opera de la misma manera que la válvula 14 reguladora de llenado, de manera que la válvula 16 de escape también incluye un accionador 162 que tiene un solenoide 178 y un muelle 230 de recuperación. El accionador 162 se puede 25 operar para mover selectivamente la válvula 16 de escape desde una primera posición hasta una segunda posición en respuesta a que el solenoide 178 está excitado mediante el conjunto 24 de circuito de control, y además se puede operar para mover la válvula 16 de escape de nuevo desde la segunda posición hasta la primera posición mediante la acción del muelle 230 de recuperación en respuesta al solenoide 178 que está desexcitado.

30 Tal como se mencionó anteriormente, la placa 22 de función tiene una segunda serie de canalizaciones internas que afectan operativamente a la válvula 16 de escape. Específicamente, en referencia a la figura 8A, la canalización central en la placa 22 de función es la canalización 450 de entrada, que abre el orificio 182 de entrada y el orificio 186 de cilindro de la válvula 16 de escape al aire presurizado entrante desde la entrada 50 a través de las canalizaciones internas del cuerpo 12 principal, tal como se describió anteriormente. La canalización 452 izquierda y la canalización 35 454 derecha en la placa 22 de función proporcionan canalizaciones de salida dobles desde la válvula 16 de escape hasta las canalizaciones de salida del cuerpo 12 principal, tal como se describió anteriormente. Por tanto, tal como se muestra en la figura 8A, la placa 22 de función está orientada para hacer que la válvula 16 de escape esté en un estado normalmente cerrado. Debe apreciarse que, en la realización preferente, cuando la placa 22 de función está orientada de modo que el regulador 14 de llenado esté normalmente abierto como en la figura 7A, la segunda serie 40 de canalizaciones internas dentro de la placa 22 de función que proporcionan comunicación fluida desde la válvula 16 de escape con el cuerpo 12 principal está construida para configurar que la válvula 16 de escape esté normalmente cerrada, como en la figura 8A. De la misma manera, cuando la placa 22 de función está orientada para proporcionar una configuración normalmente cerrada para la válvula 14 reguladora de llenado (figura 7B), entonces el lado de la válvula de escape de la placa 22 de función está configurado para que esté normalmente abierta (figura 8B). Finalmente, se 45 logra una junta entre el cuerpo 12 principal y la placa 22 de función mediante juntas elastoméricas, mostradas en 356 dispuestas en las hendiduras 358 formadas en el cuerpo 12 principal alrededor de las aberturas de las canalizaciones internas a la placa 22 de función. La junta se mantiene adicionalmente desde la placa 22 de función hasta la válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape mediante otra serie de juntas elastoméricas, que se observan en 366 dispuestas en las hendiduras 368 dispuestas en las superficies 66 y 166 inferiores de los cuerpos 60 y 160 de válvula, 50 respectivamente.

La válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape están montadas en el cuerpo 12 principal de una manera tal que presionen selladamente las superficies 66 y 166 inferiores de las válvulas 14, 16 hacia abajo contra la placa 22 de función cuando se dispone en la cavidad 342 del cuerpo 12 principal. Por tanto, los elementos 356 de 55 sellado entre la placa 22 de función y el cuerpo 12 principal y los elementos 366 de sellado entre los cuerpos de válvula y la placa 22 de función sellan las canalizaciones de flujo. Esto se lleva a cabo en la realización preferente mediante los pasadores 345 de ubicación que se fijan en agujeros 346 de ubicación en el cuerpo 12 principal y los tornillos 347 de unión de ubicación que se insertan roscadamente en los agujeros 348 de unión. Estos interactúan con los puntos 361, 363, y 461, 463 de ubicación, respectivamente, que son depresiones cónicas en las superficies 72, 74 y 172, 60 174 de extremo de las válvulas 14, 16. Los puntos 361, 363, y 461, 463 de ubicación están desplazados ligeramente con respecto a las superficies 66 y 166 inferiores de las válvulas 14, 16 y hacia arriba desde los agujeros 346 de ubicación y los agujeros 348 de unión. De esta manera, cuando los tornillos 347 de unión de ubicación están roscados en los agujeros 348 de unión, el desplazamiento de los pasadores 344 de ubicación y los tornillos de unión impulsa el cuerpo 60 de válvula ligeramente hacia abajo para sellar las canalizaciones de flujo. Debe apreciarse que, aunque la 65 realización de la presente invención descrita en el presente documento emplea una única placa 22 de función que da servicio a dos válvulas, también puede configurarse con dos placas de función separadas. En este caso, cada una de las placas de función separadas proporciona las mismas características de funcionamiento mencionadas anteriormente, pero permiten la configuración separada de las trayectorias de flujo de la válvula.

## ES 2 309 647 T3

Tal como se muestra mejor en la figura 9, la válvula 20 reguladora de vacío también está soportada en el cuerpo 12 principal y está en comunicación fluida con el segundo orificio 52 de entrada y la salida 54. La válvula 20 reguladora de vacío está adaptada para regular el suministro de presión negativa a un valor predeterminado desde la segunda entrada 52 a través de la salida 54 hasta un dispositivo accionado neumáticamente cuando se acciona la válvula 20 reguladora de vacío. La válvula 20 reguladora de vacío puede estar montada directamente en la superficie 38 superior del cuerpo 12 principal y sin necesidad de una placa de función, tal como se trató anteriormente. En la realización preferente, la válvula 20 reguladora de vacío es una válvula de tres vías en la que se utiliza una de sus trayectorias de salida y la otra está bloqueada. Tal como se muestra en la figura 9B y 9C, la válvula 20 reguladora de vacío incluye un cuerpo 460 de válvula que tiene superficies superior 464 e inferior 466 que definen una forma rectangular, un par de superficies 468, 470 laterales opuestas que se extienden entre las superficies 464 y 466 superior e inferior, y las superficies 472, 474 de extremo. El accionador 462 tiene un conjunto de solenoide, indicado generalmente en 478, y un muelle 530 de recuperación que se puede operar para mover selectivamente la válvula 20 reguladora de vacío desde una primera posición hasta una segunda posición en respuesta a que el solenoide 478 está excitado mediante el conjunto 24 de circuito de control, y además que se puede operar para mover la válvula 20 reguladora de vacío de nuevo desde la segunda posición hasta la primera posición mediante la acción del muelle 530 de recuperación en respuesta al solenoide 478 que está desexcitado.

El cuerpo 460 de válvula incluye un orificio 482 de entrada para la comunicación con la fuente de aire presurizado a través del segundo orificio 52 de entrada en el cuerpo 12 principal, y una salida, u orificio 486 de cilindro para hacer pasar el aire presurizado hasta la salida 54 en el cuerpo 12 principal, y un orificio 484 de salida cegado. Un agujero 480 de válvula se extiende axialmente dentro del cuerpo 460 de válvula. El orificio 482 de entrada y los orificios 484 y 486 de salida están en comunicación fluida con el agujero 480 de válvula y están formados a través de la superficie 466 inferior del cuerpo 460 de válvula, en esta realización preferente. Tal como se muestra en detalle en las figuras 9B y 9C, el agujero 480 de válvula se extiende completamente a través del cuerpo 460 de válvula para presentar un par de extremos 492, 494 abiertos. Un elemento de válvula, indicado generalmente en 496, puede moverse entre posiciones predeterminadas dentro del agujero 480 de válvula para dirigir selectivamente aire presurizado desde el orificio 482 de entrada a través del orificio 484 de cilindro, tal como se describirá más adelante en mayor detalle. Un par de insertos 498 y 500 del dispositivo de retención de extremo están alojados en el par de extremos 492, 494 abiertos, respectivamente, del cuerpo 460 de válvula y actúan para retener el elemento 496 de válvula dentro de el agujero 480 de válvula, tal como se describirá más adelante en mayor detalle.

El elemento 496 de válvula incluye además un par de cabeza 510, 512 de válvula opuestas dispuestas, en cada extremo del elemento 496 de válvula y estando al menos un elemento 514, 516 de válvula formado en el elemento 496 de válvula entre las cabezas 510, 512 de válvula. Sin embargo, en la realización preferente ilustrada en estas figuras, se forma una pluralidad de elementos 514, y 516 de válvula en el elemento 496 de válvula y cada uno se puede operar para dirigir selectivamente un flujo de aire presurizado desde el orificio 482 de entrada a través del agujero 480 de válvula hasta el orificio 486 de cilindro, o salida. El elemento 496 de válvula incluye además hendiduras 522 anulares que alojan juntas 524 de tipo tórica, que se enganchan de manera deslizante a las aberturas 526, 528 del agujero central, respectivamente, de los dispositivos 498 y 500 de retención de extremo para evitar la fuga del aire presurizado dentro del agujero 480 de válvula. En la realización preferente, el elemento 496 de válvula en un inserto de aluminio que está sobremoldeado con un material elástico adecuado tal como caucho, o cualquier elastómero conocido, en los lugares apropiados. Más específicamente, los expertos habituales en la técnica deben apreciar que el material de la superficie de sellado puede estar hecho de cualquier composición conocida que sea ligeramente productivo, aunque altamente elástico, tal como el nitrilo, que pueda unirse o sobremoldearse al elemento 496 de válvula.

Un elemento 530 de empuje, tal como un muelle espiral, está colocado entre el inserto 498 del dispositivo de retención de extremo con forma de copa y una cavidad 532 formada en la cabeza 510 de válvula del elemento 496 de válvula. El elemento 530 de empuje aplica una fuerza de empuje constante contra el elemento 496 de válvula y hacia la derecha tal como se observa en la figura 9B.

Una pluralidad de asientos 534 y 536 de válvula están presentes en el agujero 496 de válvula. Los asientos 534 y 536 de válvula cooperan con los elementos 514 y 516 de válvula, respectivamente, para sellar las diversas canalizaciones en el cuerpo 480 de válvula, tal como se tratará más adelante en mayor detalle. Los asientos 534 y 536 de válvula proporcionan un contacto de sellado con las superficies de sellado de la válvula de los elementos 514 y 516 de válvula cuando el elemento 496 de válvula está en una posición cerrada, con respecto a un orificio de salida particular, interrumpiendo de ese modo el flujo de aire presurizado a ese orificio.

De la pluralidad de asientos 534 y 536 de válvula mostrados en las figuras 9B y 9C, el asiento 536 de válvula está formado directamente en el propio agujero 496 de válvula, mientras que el asiento 534 de válvula está dispuesto en el inserto 498 del dispositivo de retención de extremo. Los insertos 498 y 500 del dispositivo de retención pueden estar colocados de manera ajustable dentro del agujero 496 de válvula del cuerpo 460 de válvula, que tiene una interacción roscable con los extremos 492, 494 o cualquier otra parte adecuada del agujero 496 de válvula. Tal como se trató anteriormente, cada uno de los insertos 498, 500 del dispositivo de retención de extremo tiene un agujero 526, 528 central que aloja las cabezas 510, 512 opuestas del elemento 496 de válvula y permite que las cabezas opuestas se muevan de manera deslizante dentro del cuerpo 460 de válvula. Por tanto, la posición fijada de los insertos 498, 500 del dispositivo de retención de extremo dentro del cuerpo 460 de válvula controla el sellado de los asientos de válvula con una fuerza lineal dada aplicada al elemento 496 de válvula. El inserto 498 del dispositivo de retención de extremo incluye además hendiduras 544 y 546 anulares que alojan juntas 548 de tipo tóricas para evitar la fuga

## ES 2 309 647 T3

del aire presurizado dentro del agujero 480 de válvula. El cuerpo 460 de válvula incluye además una hendidura 566 anular, que aloja una junta 568 de tipo tórica para evitar la fuga del aire presurizado entre el cuerpo 460 de válvula y el dispositivo 500 de retención de extremo.

5 En la realización preferente, el agujero 528 central del inserto 500 del dispositivo de retención de extremo, que aloja la cabeza 510 de válvula del elemento 496 de válvula, también se extiende completamente a través del dispositivo de retención, lo que permite que el conjunto de solenoide, indicado generalmente en 478, se enganche, y de ese modo, accione el elemento 496 de válvula. Tal como se muestra para fines de ilustración únicamente, esto puede llevarse a cabo mediante el uso de una clavija 556 a presión del accionador que tiene una cabeza 558 agrandada que se extiende  
10 hacia el inserto 500 del dispositivo de retención para enganchar y accionar el elemento 496 de válvula. Los expertos en la técnica deben apreciar que los medios de accionamiento específicos utilizados para proporcionar fuerza motriz al elemento 496 de válvula se encuentran dentro del alcance de la presente invención. En consecuencia, debe apreciarse adicionalmente que puede emplearse cualquier número de tipos diferentes de elementos accionadores, en lugar de una clavija a presión, basándose en los medios de accionamiento utilizados. El conjunto 478 de solenoide se utiliza  
15 para accionar selectivamente el elemento 496 de válvula dentro del agujero 480 de válvula en el sentido opuesto a la fuerza de empuje del elemento 530 de empuje. De esta manera, el solenoide 478 impulsa al elemento de válvula hacia la izquierda, tal como se muestra en la figura 9C, y el elemento 530 de empuje devuelve al elemento 496 de válvula a su posición original (hacia la derecha, en la figura 9B) cuando el solenoide 478 está desactivado. Tal como se observó anteriormente, el conjunto 478 de solenoide puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo tal como  
20 se describe en mayor detalle en la patente estadounidense número 6.192.937. Como alternativa, el accionador puede ser un solenoide electromagnético que tiene una armadura flotante con empuje de movimiento perdido tal como se describe en las patentes estadounidenses de la técnica anterior números 4.438.418 ó 3.538.954.

Tal como se trató anteriormente y se muestra en la figura 9A, la válvula 20 reguladora de vacío está en comunicación fluida con la segunda canalización 306 de entrada vertical del cuerpo 12 principal en su orificio 482 de entrada, y con la segunda canalización 322 de carga vertical en su orificio 486 de cilindro. En la realización preferente, la válvula 20 reguladora de vacío está configurada en un estado normalmente cerrado. Tal como se muestra en las figuras 9A y 9B, con el accionador 462 desexcitado y el elemento 530 de empuje influyendo en el elemento 496 de válvula hacia la derecha, el elemento 516 de válvula está asentado selladamente contra los asientos 536 de válvula. Por tanto, cuando  
30 se administra presión negativa entrante a través de la segunda entrada 52 y se alimenta a través del orificio 482 de entrada, se detiene en el asiento 536 de válvula cerrado. Obviamente, el asiento 534 de válvula está abierto en este momento, pero puesto que el orificio 484 de cilindro está bloqueado, esto no tiene efecto en la salida.

Cuando el accionador 462 está activado y la clavija 556 a presión impulsa el elemento 46 de válvula hacia la izquierda, tal como se muestra en la figura 9C, el elemento 516 de válvula se levanta de los asientos 536 de válvula, por tanto, la presión negativa entrante que se administra a través de la entrada 52 y se alimenta a través del orificio 482 de entrada fluirá ahora pasado el asiento 536 de válvula abierto y hacia el orificio 486 de cilindro y fuera de la salida 54. Los expertos habituales en la técnica deben apreciar que la decisión de tener la válvula 20 reguladora de vacío operativa o como normalmente abierta o bien como normalmente cerrada, se toma según las necesidades de la aplicación y no constituye una limitación de la presente invención. De esta manera, se proporciona una fuente de aire presurizado desde la segunda entrada 52 hasta la salida 54 a través de la válvula 20 reguladora de vacío cuando se acciona la válvula 20 reguladora de vacío. Se logra una junta entre el cuerpo 12 principal y la válvula 20 reguladora de vacío mediante una junta 356 elastomérica dispuesta en una hendidura 358 en la superficie 466 inferior del cuerpo 460 de válvula.  
45

Debe apreciarse que el uso de una única placa 22 de función, tal como se describe en la realización preferente de la presente invención, no es limitativo. La placa 22 de función puede realizarse adicionalmente como dos placas separadas, de modo que las válvulas pueden estar configuradas como normalmente abiertas o normalmente cerradas, independientemente. Además, puede utilizarse una placa de función adicional entre la válvula 20 de vacío y el cuerpo 12 principal si la aplicación requiere que la configuración en la entrada de vacío pueda cambiarse rápida y fácilmente, de igual forma que la válvula 14 reguladora de llenado y la válvula 16 de escape.  
50

También debe observarse que en la realización preferente y tal como se ilustra en las figuras, la colocación de válvula relativa en el cuerpo 12 principal y su interacción con las canalizaciones internas del cuerpo 12 principal proporciona un mayor control y regulación de la presión de entrada positiva, en contraposición a la presión de entrada negativa. Esta característica de la presente invención depende de la aplicación y debe apreciarse adicionalmente que la colocación de las válvulas 14, 16, y 20 en el cuerpo 12 principal puede intercambiarse, de manera que puede permitirse un mayor control y regulación de la presión de entrada negativa o de manera que se manejen igualmente el control y la regulación de ambas entradas de presión.  
55

El funcionamiento del conjunto 10 regulador de presión proporcional de la presente invención está controlado mediante el conjunto de circuito de control, indicado generalmente en 24, en el diagrama de bloques en la figura 10. Debe apreciarse que el conjunto de circuitos electrónico particular utilizado para llevar a cabo los siguientes procesos de control electrónicos descritos puede estar compuesto de cualquier número de componentes diferentes para lograr los mismos resultados, incluyendo, pero sin limitarse a, circuitos digitales completa o parcialmente integrados comprendidos por amplificadores operacionales, diferenciadores, integradores, y similares, o incluso componentes analógicos o digitales diferenciados individuales, estando la composición electrónica particular más allá del alcance de la presente invención. El conjunto 24 de circuito de control está en comunicación eléctrica con la válvula 14  
60

## ES 2 309 647 T3

reguladora de llenado, la válvula 16 de escape, y la válvula 20 reguladora de vacío. El conjunto 24 de circuito de control está adaptado para recibir una señal 650 de comando, para accionar entonces, o bien la válvula 14 reguladora de llenado, o la válvula 16 de escape, o la válvula 20 reguladora de vacío en respuesta a la señal de comando. El conjunto 24 de circuito de control está adaptado además para recibir una señal de retroalimentación y para regular la cantidad de presión neumática positiva a través de la válvula 14 reguladora de llenado o la cantidad de presión neumática negativa a través de la válvula 20 reguladora de vacío en respuesta a la señal de retroalimentación.

La señal 650 de comando, como entrada de control, se suministra al conjunto 24 de circuito de control desde el dispositivo de aplicación como una solicitud de comando para una salida de presión positiva, presión negativa, o escape desde el regulador 10 de presión proporcional de la presente invención. Debe apreciarse que la señal 650 de comando está generada por algún tipo de unidad de control electrónica o conjunto de circuitos de comando del sistema que es responsable del control global del aparato o el proceso del que la presente invención meramente forma parte. Como tal, la generación real de la señal 650 de comando está más allá del alcance de esta invención. El regulador 10 de presión proporcional está controlado por una variación de la tensión de la señal de comando entrante. El conjunto 24 de circuito de control está adaptado para responder a variaciones de tensión de la señal de comando de entre 0 y 10 voltios, que es representativo de una salida de presión deseada, tal como se describe más adelante. Tal como se tratará más adelante, la señal 650 de comando, cuando se aplica al conjunto 24 de circuito de control, hará que sólo se abra una válvula en cualquier momento. Sin embargo, en la realización preferente, la válvula 16 de escape se utiliza cooperativamente y junto con, o bien la válvula 14 reguladora de llenado o la válvula 20 reguladora de vacío para regular operativamente la presión positiva o negativa de entrada a las presiones de salida deseadas, respectivamente. Esta característica proporciona regulación muy exacta y altamente sensible de las presiones de entrada. Los expertos habituales en la técnica deben apreciar que esta característica operativa no es limitativa y sólo es representativa de la forma de regulación que puede emplearse (o no), dependiendo de las necesidades de cualquier aplicación particular.

Tal como se muestra mejor en la figura 6, el conjunto 24 de circuito de control incluye una placa 610 de circuito dispuesta en la pared 32 lateral del cuerpo 12 principal y un transductor 612 de presión dispuesto dentro de una cavidad 614 en la cara 40 inferior del cuerpo 12 principal en la pared 32 lateral. El transductor 612 de presión está retenido y sellado dentro del cuerpo 12 principal mediante una placa 616 del dispositivo de retención y dos juntas 618 de tipo tóricas en los lados opuestos del transductor 612 de presión, tal como se muestra. De esta manera, el transductor 612 de presión también está dispuesto en la canalización 336 de retroalimentación de dicho cuerpo 12 principal para traducir la presión de retroalimentación desde la salida 54 en una señal de retroalimentación.

En referencia de nuevo a la figura 10, la placa 610 de circuito incluye un circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial, circuitos 624 impulsores reguladores, circuitos 626 de selección de presión/vacío/escape, y circuitos 628 de filtración de la señal de comando. Los circuitos 626 de selección de presión/vacío/escape incluyen además un circuito 634 de control de la válvula reguladora de llenado, un circuito 636 de control de la válvula de escape, y un circuito 640 de control de la válvula reguladora de vacío. Los circuitos 626 de selección de presión/vacío/escape están adaptados para proporcionar selectivamente tensiones máximas admisibles a los circuitos 624 impulsores reguladores para evitar que opere una válvula no seleccionada durante el funcionamiento de una válvula seleccionada por comando como precaución de seguridad, tal como se tratará más adelante en mayor detalle.

El circuito 634 de control de la válvula reguladora de llenado, el circuito 636 de control de la válvula de escape, y el circuito 640 de control de la válvula reguladora de vacío se activan y producen las tensiones máximas admisibles basándose en la señal 650 de entrada de comando entrante. Se proporciona la señal 650 de entrada de comando que varía entre 0 y 10 voltios de CC (corriente continua). Específicamente, se emplea el intervalo de 0-3 VCC como comando para vacío, o presión negativa, el intervalo de 4-10 VCC opera como comando para presión positiva, y el intervalo de 3,2 a 3,8 VCC sirve como comando para escape. Por tanto, cuando está presente una señal 650 de entrada de comando de 4-10 VCC, el circuito 634 de control de la válvula reguladora de llenado proporciona la tensión P1. Por otra parte, cuando está presente una señal 650 de entrada de comando de 3,2 a 3,8 VCC, el circuito 636 de control de la válvula de escape proporciona la tensión D1. Finalmente, cuando está presente una señal 650 de entrada de comando de 0 a 3 VCC, el circuito 640 de control de la válvula reguladora de vacío proporciona la tensión V1. Debe apreciarse que la presente invención puede controlarse mediante cualquier intervalo aplicable de tensión de funcionamiento distinto a meramente de 1 a 10 voltios. Adicionalmente, también puede llevarse a cabo el control de la presente invención mediante corriente, en lugar de tensión. Por ejemplo, la realización no limitativa de la presente invención descrita en el presente documento puede adaptarse fácilmente al uso de una señal de control de corriente variable entre de 4 a 20 mA.

Los circuitos 628 de filtración de la señal de comando incluyen el circuito 652 de histéresis de la válvula reguladora de llenado, y el circuito 654 de histéresis de la válvula reguladora de vacío. Los circuitos 652, 654 de histéresis proporcionan un pequeño retraso, o banda inactiva, en la capacidad de respuesta del conjunto 24 de circuito de control para la señal 650 de entrada de comando. Esto es necesario cuando un cambio en la señal 650 de entrada de comando comanda un cambio en la salida desde una presión hasta otra, o desde una presión hasta escape, de modo que no se solapa el accionamiento de las válvulas implicadas. Específicamente, tal como se mencionó anteriormente, con una señal 650 de entrada de comando que varía entre 0 y 10 VCC (0-3 VCC para vacío, 4-10 VCC para presión positiva, y 3,2 - 3,8 VCC para presión atmosférica), los circuitos de histéresis permiten bandas inactivas en el intervalo de 3 y 3,2 VCC y en el intervalo de 3,8 y 4 VCC.

## ES 2 309 647 T3

Los circuitos 628 de filtración de la señal de comando también incluyen un circuito 656 de desplazamiento de la válvula reguladora de llenado, un circuito 658 amplificador de la válvula reguladora de llenado, y un circuito 660 amplificador de la válvula reguladora de vacío. El circuito 656 de desplazamiento de la válvula reguladora de llenado toma la entrada de comando para la presión positiva que está en el intervalo de 4-10 VCC y elimina el desplazamiento de 4 voltios y ajusta la entrada en un intervalo correspondiente de 0-6 VCC. El circuito 658 amplificador de la válvula reguladora de llenado toma entonces esta señal corregida de desplazamiento y amplía el intervalo de tensión, de modo que ahora, la señal de comando correspondiente para la presión positiva caerá dentro de su propio intervalo de 0-10 VCC. El circuito 660 amplificador de la válvula reguladora de vacío amplía el intervalo de tensión de la señal de comando para la presión negativa entre 0 y 3 VCC, de modo que ahora, la señal de comando correspondiente para la presión negativa caerá dentro de su propio intervalo de 0-10 VCC.

El circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial toma su entrada del transductor 612. El transductor 612 está en comunicación eléctrica con el circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial en la placa 610 de circuito, y está adaptada para proporcionar una señal de retroalimentación al circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial basándose en su detección de la presión de salida en la canalización 366 de retroalimentación del cuerpo 12 principal. El circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial está adaptado además para producir una señal de retroalimentación compuesta que se proporciona a los circuitos 624 impulsores reguladores. Se utilizan varias etapas de procesamiento electrónico para llevar esto a cabo. En primer lugar, la presión detectada por el transductor se convierte en una tensión positiva utilizando la misma escala de 0 - 10 VCC que la señal de entrada de comando. Específicamente, el circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial impulsa el transductor 612 para proporcionar o bien una tensión positiva o una negativa, basándose en su detección de, o bien presión positiva o negativa en la canalización 366 de retroalimentación. La tensión de salida del transductor 612 se toma con respecto a su intervalo de medición (es decir, su salida negativa máxima con respecto a su salida positiva máxima) y se desplaza y se convierte en una tensión positiva utilizando la misma escala de 0 - 10 VCC que en la entrada 650 de comando. En otras palabras, la tensión del transductor convertida se fija para que corresponda a un valor relativo dentro de 0-3 VCC para el vacío detectado, de 4-10 VCC para la presión positiva detectada, y de 3,2 - 3,8 VCC para la presión atmosférica o de escape.

En segundo lugar, también se proporciona un fondo de desplazamiento indicativo del valor de la señal de entrada de comando al circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial, comparándose este desplazamiento con el valor de la tensión del transductor convertida para desarrollar un error, o diferencia, entre la presión detectada por el transductor y la presión ordenada. Entonces, esta señal de error de retroalimentación se manipula electrónicamente para producir matemáticamente tanto el diferencial como la integral instantáneos del valor de la señal de error. Finalmente, estos tres valores (el error, su integral y su diferencial) se suman juntos para producir la señal de retroalimentación de error compuesta que se envía a los circuitos 624 impulsores reguladores. Esta señal de retroalimentación compuesta calculada es una tensión positiva temporizada que tiene un primer valor de tensión representativo de la cantidad de ajuste necesario para impulsar los reguladores para lograr la salida ordenada, o el punto de referencia (según la entrada de comando), y en segundo lugar, tiene una duración calculada específicamente para cronometrar el ajuste del regulador para evitar la sobretensión de ese punto de referencia. La señal de retroalimentación compuesta del circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial se envía a los circuitos 624 impulsores reguladores.

Los circuitos 624 impulsores reguladores están adaptados para desarrollar operativamente la tensión de funcionamiento requerida para producir un punto de referencia de presión de salida deseado en el control del accionador 62 de la válvula reguladora de llenado, el accionador 162 de la válvula de escape, o el accionador 462 de la válvula reguladora de vacío en respuesta a la señal de entrada de comando y para regular el accionador 62 de la válvula reguladora de llenado, el accionador 162 de la válvula de escape, o el accionador 462 de la válvula reguladora de vacío en torno al punto de referencia deseado en respuesta a la señal de retroalimentación compuesta desde el circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial, proporcionando así la regulación de la presión de salida en torno a dicho punto de referencia de la presión de salida. Para este fin, cada uno de los circuitos 624 impulsores reguladores incluye un amplificador/diferenciador de comando y un circuito impulsor de la válvula que controla e impulsa sus válvulas respectivas. Tal como se muestra adicionalmente en la figura 10, el amplificador/diferenciador 674 de comando de la válvula reguladora de llenado recibe la señal de entrada de comando filtrada del circuito 658 amplificador de la válvula reguladora de llenado y la señal de retroalimentación compuesta del circuito 622 de retroalimentación proporcional-integral-diferencial. El amplificador/diferenciador 674 de comando de la válvula reguladora de llenado compara la señal de entrada de comando filtrada con la señal de retroalimentación compuesta. De esta manera, el amplificador/diferenciador 674 actúa como un conmutador de encendido/apagado. Si está presente la entrada de comando para la presión positiva y la retroalimentación compuesta de la salida es inferior que la entrada comandada para la presión, entonces se hace pasar una señal de impulso, o de encendido ("on") al circuito 684 impulsor de la válvula reguladora de llenado. Si la retroalimentación compuesta es igual o mayor que la entrada de comando para la presión positiva, o si no se ha comandado presión positiva, entonces la señal de impulso es de apagado ("off").

El circuito 684 impulsor de la válvula reguladora de llenado utiliza la señal de impulso del amplificador/diferenciador 674 para encender y aplicar la tensión necesaria al accionador 62 de la válvula 14 reguladora de llenado. Adicionalmente, tal como se mencionó anteriormente, se envía una entrada de tensión (V1) desde el circuito 640 de control de vacío al circuito 684 impulsor de la válvula reguladora de llenado, de modo que la válvula 14 reguladora de llenado se mantiene en una posición de apagado ("off") durante los periodos en los que la válvula 20 reguladora de vacío se hace operar como precaución de seguridad. Asimismo, el circuito impulsor de la válvula de escape tiene un amplificador 680/diferenciador de comando de válvula de escape y un circuito 690 impulsor de la válvula de escape, y

## ES 2 309 647 T3

el circuito impulsor de la válvula reguladora de vacío tiene un amplificador/diferenciador 676 de comando de válvula reguladora de vacío y un circuito 686 impulsor de la válvula reguladora de vacío.

Además, el circuito 686 impulsor de la válvula reguladora de vacío recibe una entrada de tensión (P1) desde el circuito 634 de control de la válvula reguladora de llenado de modo que la válvula 20 reguladora de vacío se mantienen en una posición desconectada ("off") durante los periodos en los que la válvula 14 reguladora de llenado está operando como precaución de seguridad. El circuito 690 impulsor de la válvula de escape adicionalmente recibe una entrada de tensión (D1) que puede cambiarse desde el circuito 634 de control de la válvula de escape de modo que la válvula 16 de escape pueda seleccionarse manualmente en una posición desconectada ("off") y no utilizarse. De esta manera, el conjunto 24 de circuito de control utiliza la señal 650 de entrada de comando para determinar el punto de referencia deseado de presión positiva, presión negativa, o escape y hace operar a la válvula particular necesaria para producir el punto de referencia de presión deseado, mientras se procesa simultáneamente una señal de retroalimentación desde la salida para regular el funcionamiento de las válvulas, proporcionando así la regulación de la presión de salida en torno al punto de referencia de presión de salida deseado.

La figura 11 representa una realización 700 alternativa de la presente invención, en la que una pluralidad de reguladores 710 de presión proporcional de la presente invención están dispuestos en una base 770 común con una cubierta 772. Pero para la base 770 común, la realización ilustrada en la figura 11 es idéntica a la ilustrada en las figuras 1 - 10 en todos los aspectos materiales. Cada regulador 710 de presión proporcional tiene un cuerpo 712 principal, una válvula 714 reguladora de llenado, una válvula 716 de escape, una válvula 720 reguladora de vacío, y un conjunto 724 de circuito de control de estructura similar a la descrita anteriormente. Cada uno de los cuerpos 712 principales de los reguladores 710 de presión proporcional tiene una salida 754 para la comunicación fluida para dispositivos neumáticos activos. La base 770 común tiene una pluralidad de entradas individuales de presión positiva y negativa, mostradas en 750 y 752, para proporcionar las fuentes de aire presurizado a cada uno de los cuerpos 712 principales de los reguladores 710 de presión proporcional. Debe apreciarse que cada uno de los cuerpos 712 principales de los reguladores 710 de presión proporcional tiene canalizaciones internas que envían las fuentes de entrada de aire presurizado, o bien positiva o bien negativa a través de sus superficies 740 inferiores, de modo que puedan interactuar con las canalizaciones de entrada comunes a través de la base común en su superficie 774 superior. Debe apreciarse adicionalmente que las salidas 754 individuales también pueden enviarse a través de la base 770 común, y que la base común también puede formarse teniendo canalizaciones de entrada interconectadas comunes, de modo que sólo se requiere una canalización para las fuentes de presión positiva y negativa en un juego de orificios de 750 y 752 entrada, estando los otros orificios 750, 752 de entrada bloqueados mediante un tapón adecuado. Debe apreciarse adicionalmente que la base 770 común y la cubierta 772 también pueden formarse teniendo capacidad para aceptar cualquier número de reguladores 710 de presión proporcional según lo requiera la aplicación particular. Esta configuración simplifica una instalación de aplicación en la que se requiere más de un regulador 10 de presión proporcional de la presente invención en proximidad cercana entre sí.

Por tanto, las realizaciones de la presente invención simplifican el diseño de los sistemas accionados neumáticamente y supera las desventajas de los diseños de reguladores de presión convencionales. Una realización del regulador de presión proporcional de la presente invención logra esto, tal como se ha descrito en detalle anteriormente, al tener un conjunto regulador integrado que proporciona, o bien una presión positiva, una presión negativa, o una capacidad de ventilación de escape. Además, una realización del conjunto de regulador de la presente invención puede incluir un conjunto de circuito de control que establece dinámicamente un punto de referencia de salida variable en respuesta a una señal de comando mientras que regula proporcionalmente la presión de salida en torno al punto de referencia en respuesta a una señal de retroalimentación. Esta capacidad encuentra aplicación en varias instalaciones industriales en las que resulta crítico proporcionar una combinación de presión positiva, presión negativa, y capacidad de escape con regulación exacta. Por tanto, el conjunto regulador proporcional de la presente invención puede emplearse, por ejemplo, en la fabricación y pulido de obleas de silicón para la producción de circuitos integrados o en la producción y pulido de medios de disco, tales como discos duros, CDROM, y DVD. Las realizaciones de la presente invención son sumamente ventajosas en estos o en entornos similares en los que su diseño integrado simplifica los complejos sistemas accionados neumáticamente y permite conjuntos integrados más ajustadamente, más pequeños, facilidad de mantenimiento y costes reducidos. De esta forma, el conjunto regulador proporcional de la presente invención conduce a un aumento de la eficacia, la exactitud y los ahorros en el coste del proceso de producción.

La invención se ha descrito de una manera ilustrativa. Debe entenderse que se pretende que la terminología que se ha utilizado sea por cuestiones de redacción de la descripción en lugar de como limitación. Son posibles muchas modificaciones y variaciones de la invención a la luz las enseñanzas anteriores. Por tanto, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede ponerse en práctica de otra manera distinta a la específicamente descrita.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional que comprende:

5 un cuerpo (12) principal que tiene un primer orificio entrada (50) y un segundo orificio de entrada (52), al menos una salida (54) y un orificio (56) de escape;

10 una válvula (14) reguladora de llenado en comunicación fluida con el primer orificio de entrada (50) y con la salida (54);

una válvula (20) reguladora de vacío en comunicación con el segundo orificio (52) de entrada y con la salida (54); un válvula de escape (16) en comunicación fluida con dicha salida (54);

15 una placa (22) de función, realizada como una sola placa o como dos placas separadas, recibida en un entrante (342) creado en dicho cuerpo (12) principal; estando situada la placa de configuración de funciones entre el cuerpo principal y la válvula (14) reguladora y la válvula (16) de escape, siendo dicha placa (22) de función situable reversiblemente para determinar una de entre dos posiciones, normalmente abierta y normalmente cerrada de dicha válvula (14) controladora de llenado y dicha válvula (16) de escape, respectivamente, estando tanto la válvula controladora de llenado como la válvula de escape presionadas de manera estanca contra dicha placa de función, y estando situados varios elementos (366) de estancamiento entre la válvula (14) reguladora de llenado, la válvula (16) de escape y la placa (22) de función;

20 un circuito (24) de control electrónico en comunicación eléctrica con dicha válvula (14) reguladora de llenado, dicha válvula (20) reguladora de vacío y dicha válvula (16) de escape, y adaptado para recibir una señal de comando y accionar cualquiera de dichas válvulas, válvula (14) reguladora de llenado, válvula (20) reguladora de vacío y válvula (16) de escape, respectivamente, y estando adaptado además para recibir una señal de retroalimentación y para regular proporcionalmente la presión de salida determinada de la señal de comando.

25 2. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en la reivindicación 1, en el que dicho circuito (24) de control electrónico incluye además un circuito (622) de retroalimentación proporcional-integral-diferencial, circuitos (624) excitadores reguladores, circuitos (626) de selección de presión/vacío/escape, y circuitos (628) de filtrado de la señal de comando, adaptados para producir una señal de retroalimentación compuesta que se proporciona a dichos circuitos (624) excitadores reguladores.

30 3. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en la reivindicación 2, en el que dichos circuitos (624) excitadores reguladores incluyen un circuito (684) excitador de la válvula reguladora de llenado, un circuito (686) excitador de la válvula reguladora de vacío, y un circuito (690) excitador de la válvula de escape, estando dichos circuitos excitadores adaptados para desarrollar operativamente el voltaje de operación necesario para producir un valor de referencia de la presión de salida deseado controlando el accionador (62) de la válvula reguladora de llenado, dicho accionador (462) de la válvula reguladora de vacío, o dicho accionador (162) de la válvula de escape en respuesta a dicha señal de entrada del comando y regulando también dicho accionador (62) de la válvula reguladora de llenado, dicho accionador (462) de la válvula reguladora de vacío, o dicho accionador (162) de la válvula de escape a un valor de la presión de salida en el entorno del valor de referencia deseado en respuesta a dicha señal de retroalimentación compuesta de dicho circuito (622) de retroalimentación proporcional-integral-diferencial, permitiendo de esta manera la regulación de la presión de salida a un valor en el entorno del valor de referencia deseado.

35 4. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en la reivindicación 2 o 3, en el que dichos circuitos (626) seleccionados de presión/vacío/escape incluyen un circuito (634) de control de la válvula reguladora de llenado, un circuito (640) de control de la válvula reguladora de vacío, y un circuito (636) de control de la válvula de escape, estando dichos circuitos seleccionados de presión/vacío/escape adaptados para suministrar los voltajes de circuito de exclusión a cualquiera de los circuitos (684) excitador de la válvula reguladora de llenado, (686) excitador de la válvula reguladora de vacío, o (690) excitador de la válvula de escape en respuesta a la señal de comando recibida para accionar individualmente cualquiera de dichas válvulas (14) reguladora de llenado, válvula (20) reguladora de vacío o válvula (16) de escape, de manera tal que una válvula no seleccionada es prevenida de operar durante la operación de una válvula seleccionada por comando como precaución de seguridad.

40 5. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha válvula (14) reguladora de llenado, dicha válvula (20) reguladora de vacío y dicha válvula (16) de escape incluyen cada una un accionador (62, 462, 162). Cada uno de dichos accionadores separados tiene una solenoide (78, 478, 178) y un muelle (130, 530, 230) de retorno y operable para desplazar a voluntad su respectiva válvula desde una primera posición a una segunda posición en respuesta a dicho solenoide que está energizado por dicho circuito de control, siendo operables dichos accionadores separados para, además, desplazar su respectiva válvula de regreso desde la segunda posición a la primera posición por la acción de dicho muelle de retorno en respuesta a dicho solenoide que está desenergizado.

## ES 2 309 647 T3

6. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en la reivindicación 2, en el que dicho circuito (24) de control electrónico incluye una tarjeta (610) de circuitos y un transductor (612) que es operativo para transmitir una señal de presión de retroalimentación a dicha tarjeta (610) de circuitos de control.

5 7. Un conjunto (10) regulador de presión neumática proporcional como el expuesto en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la válvula (20) reguladora de vacío está soportada sobre el cuerpo (12) principal.

10

15

20

25

30

35

40

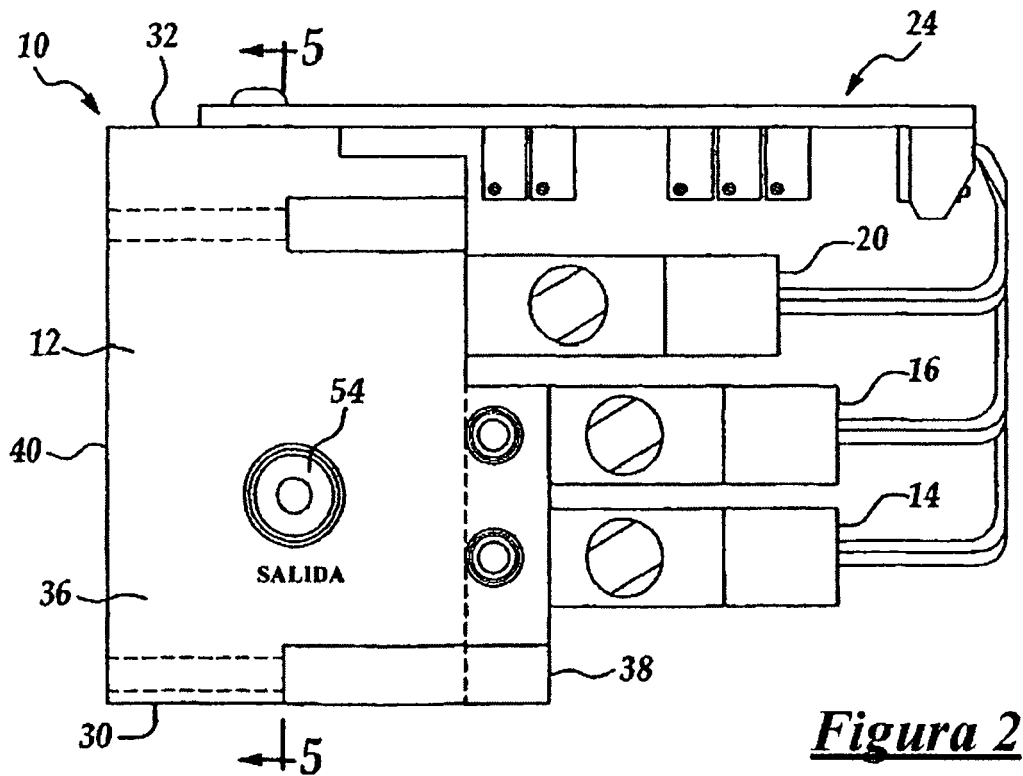
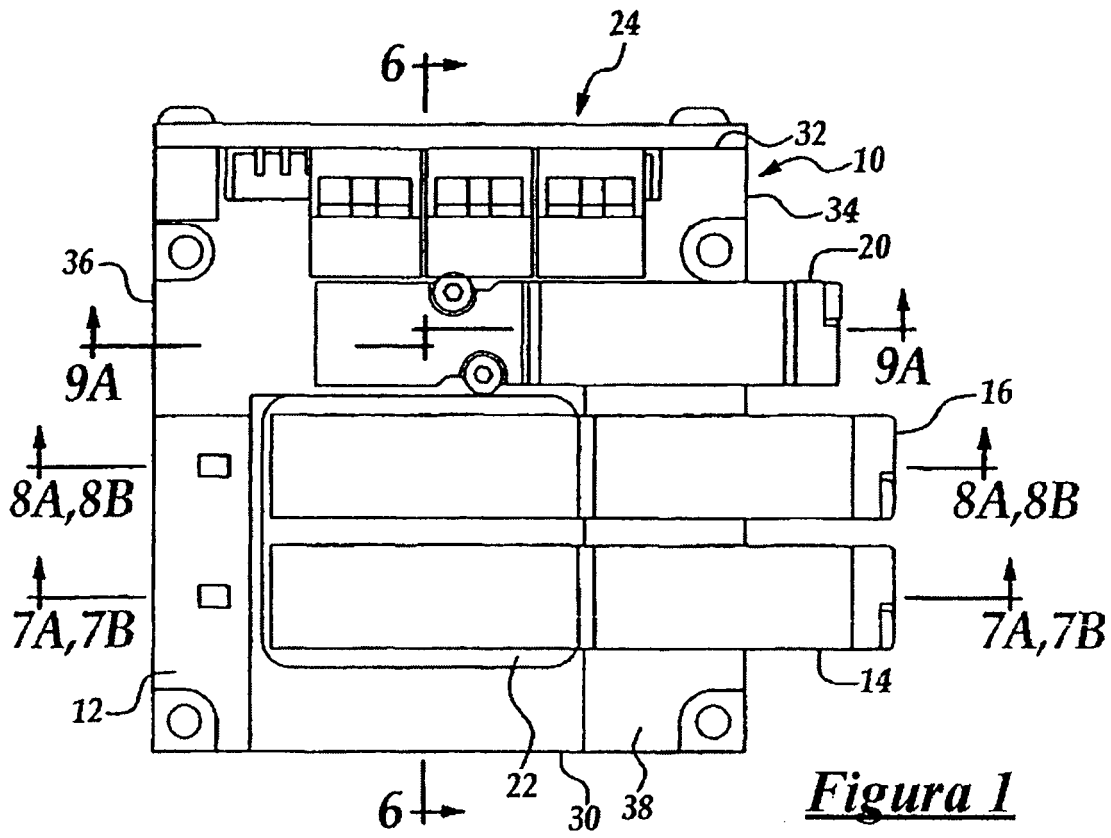
45

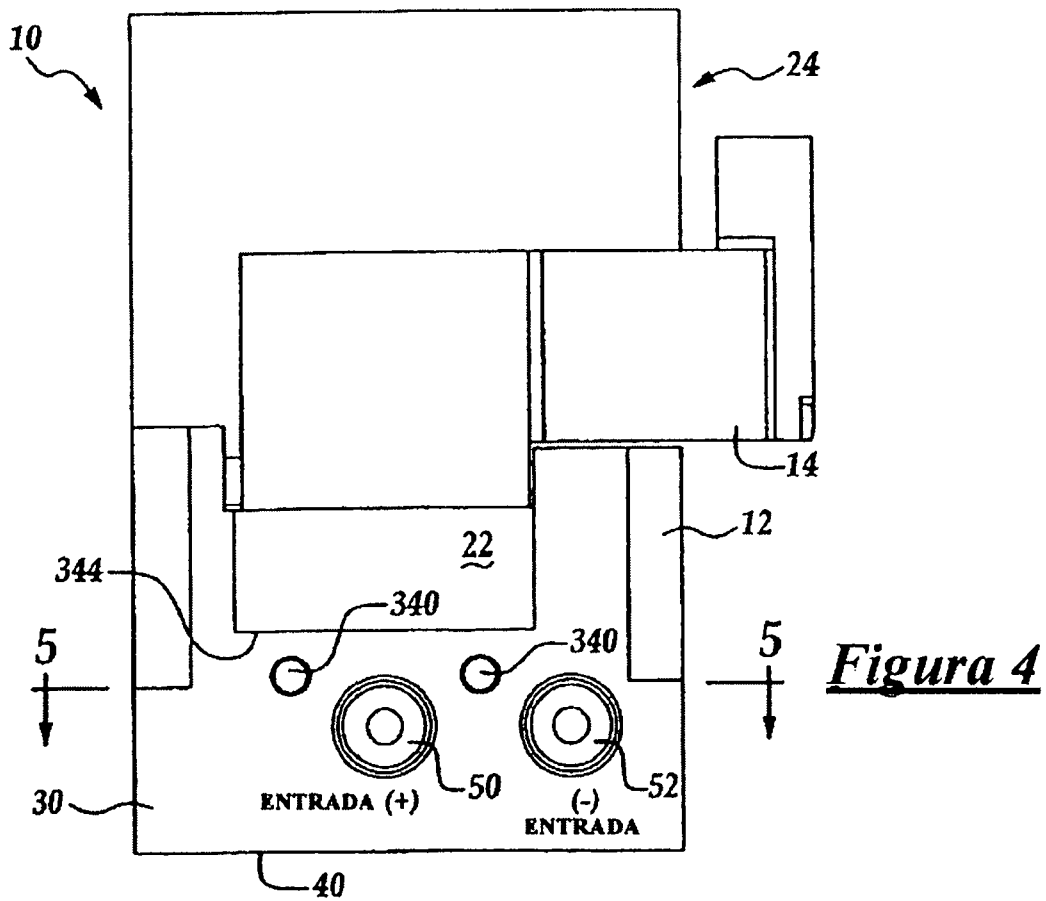
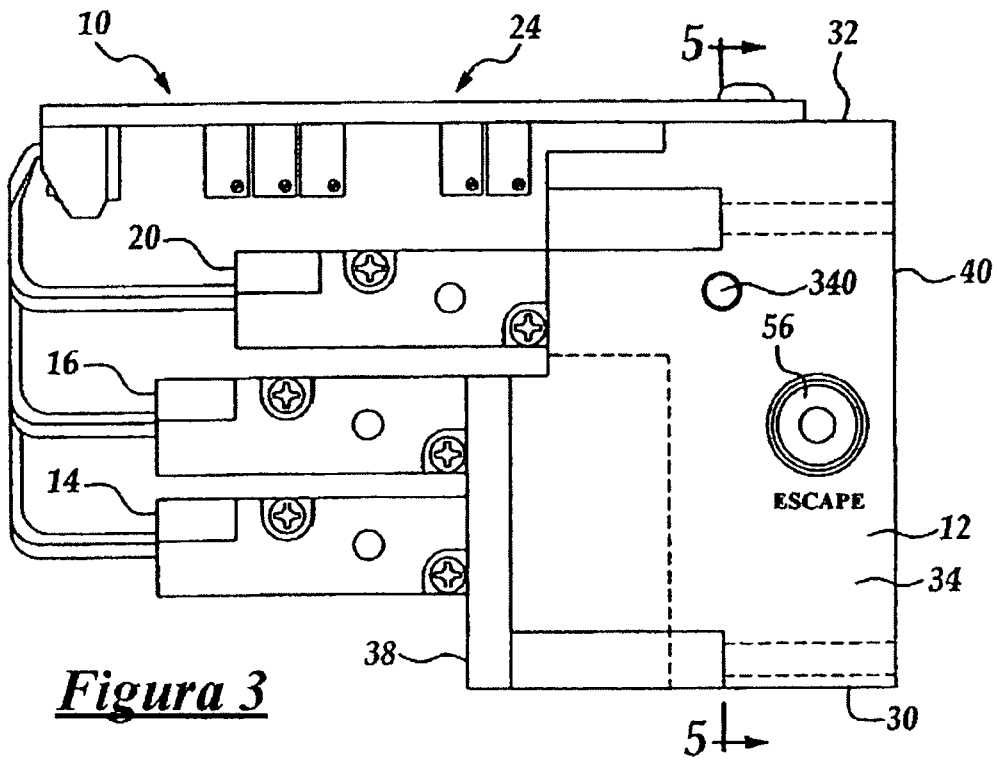
50

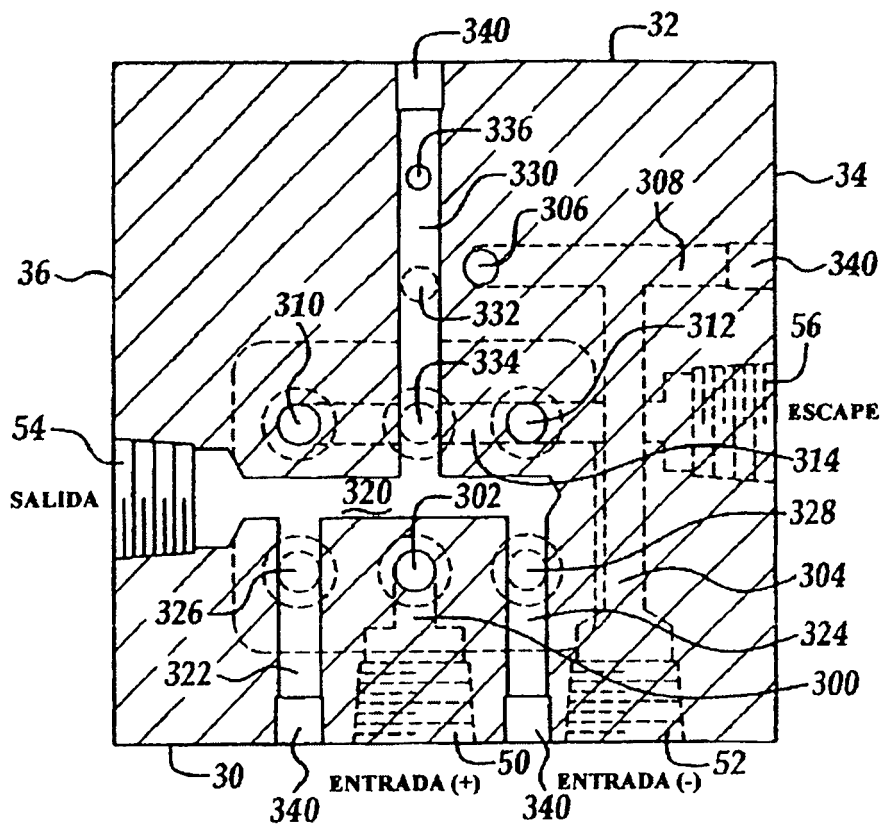
55

60

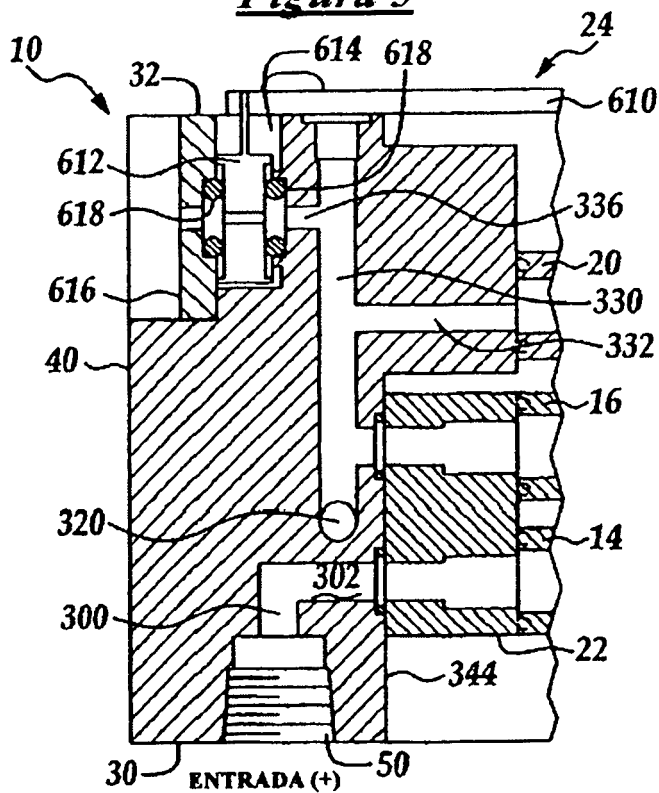
65







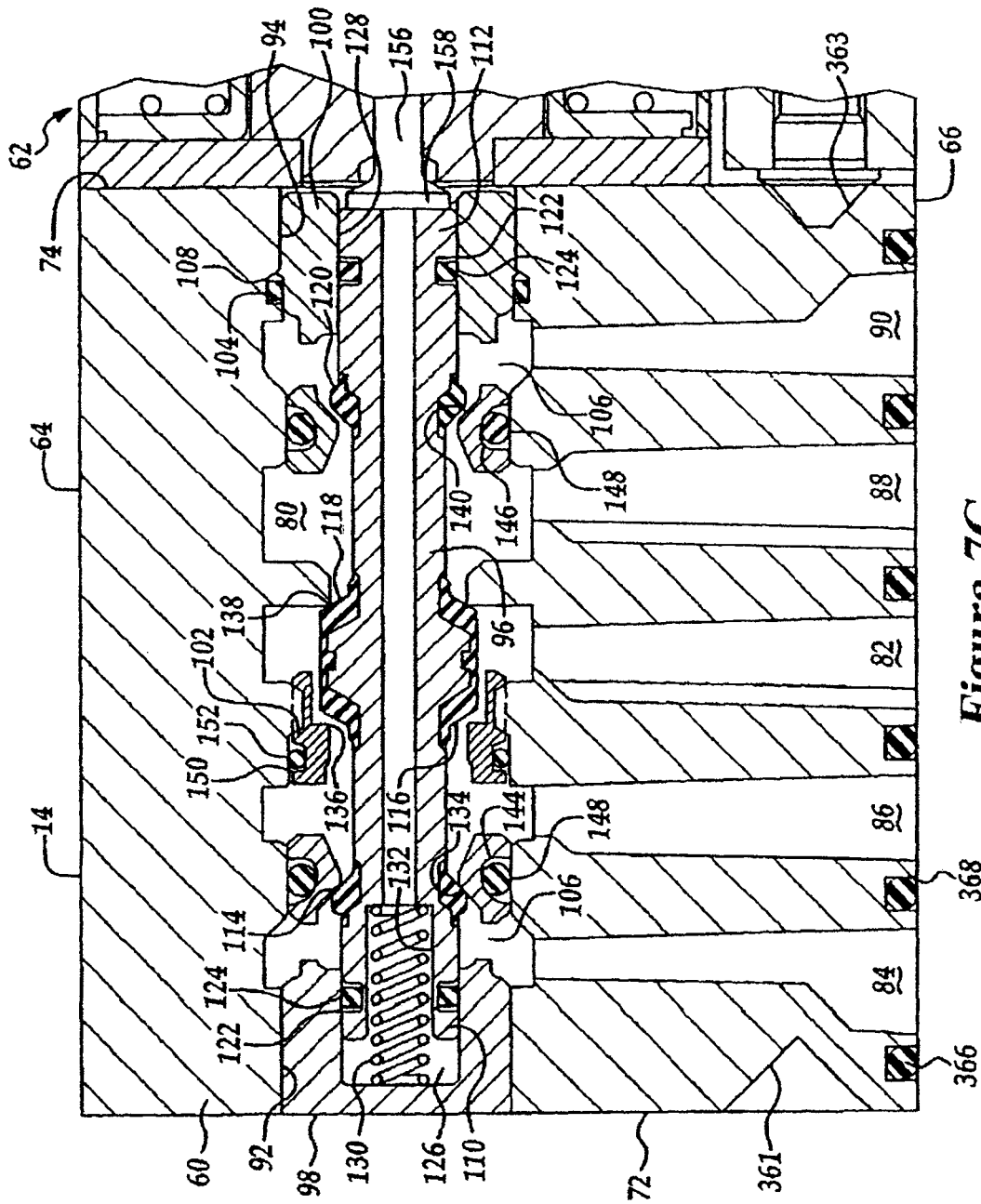
**Figura 5**



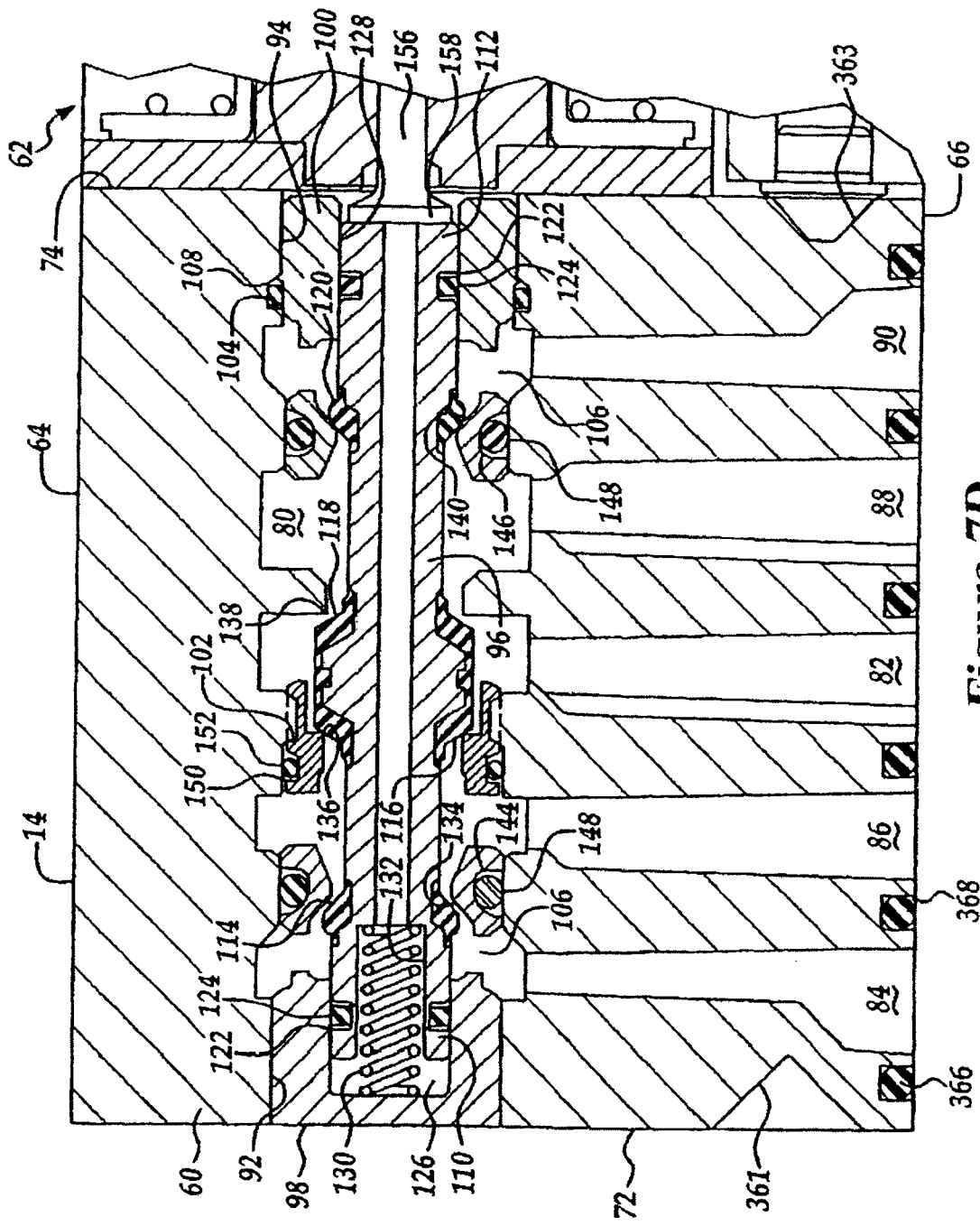
**Figura 6**



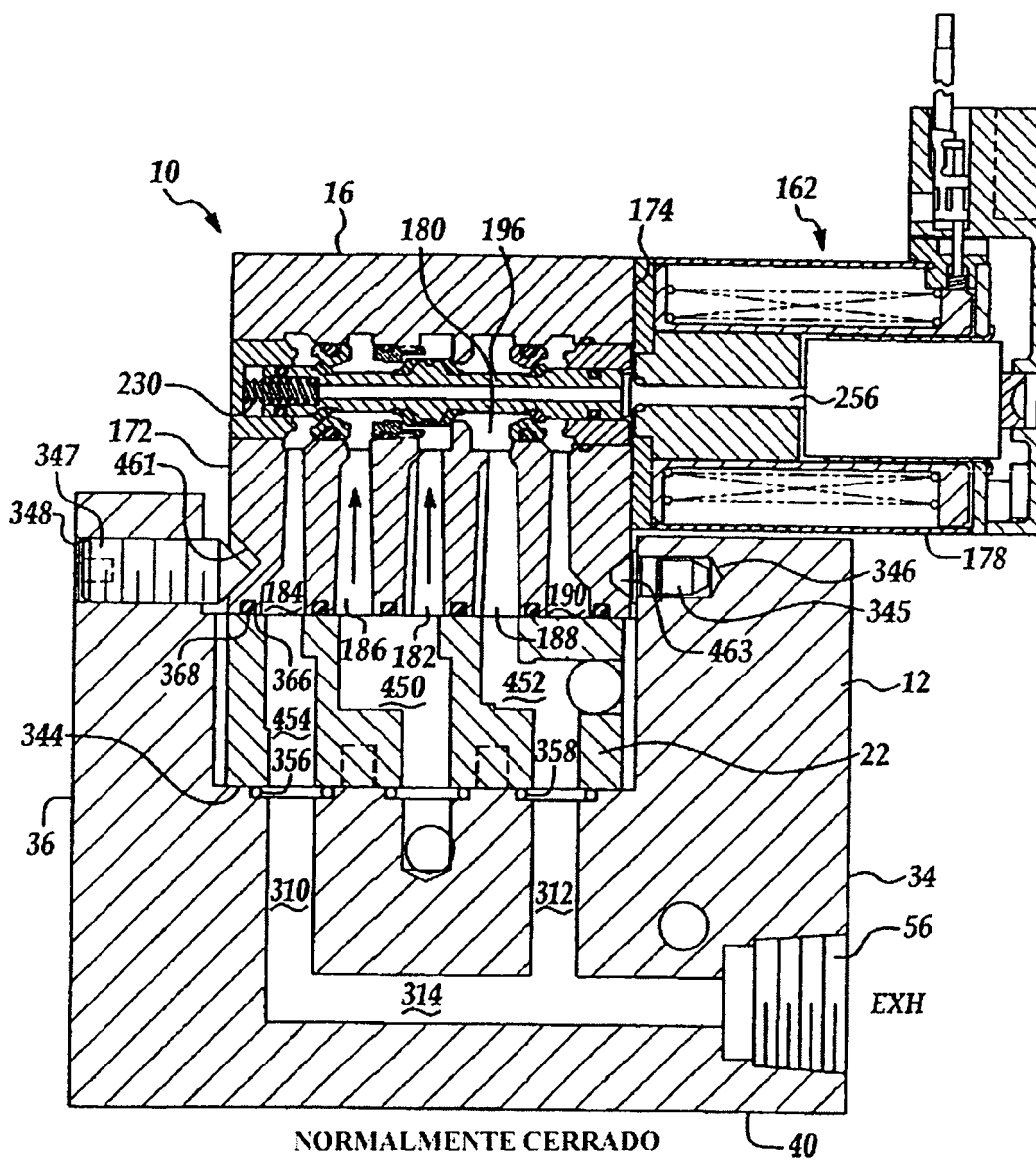




**Figure 7C**

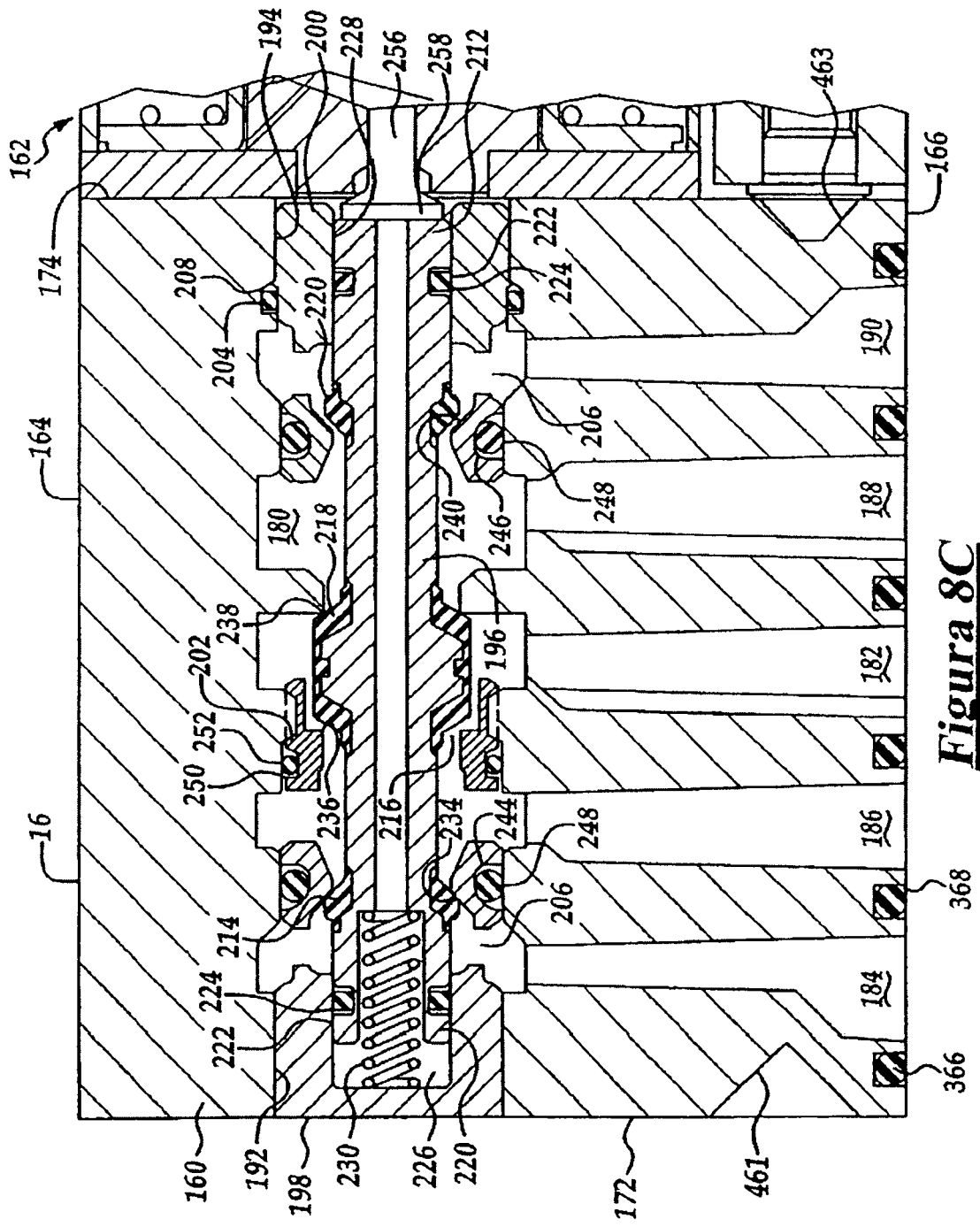


**Figure 7D**

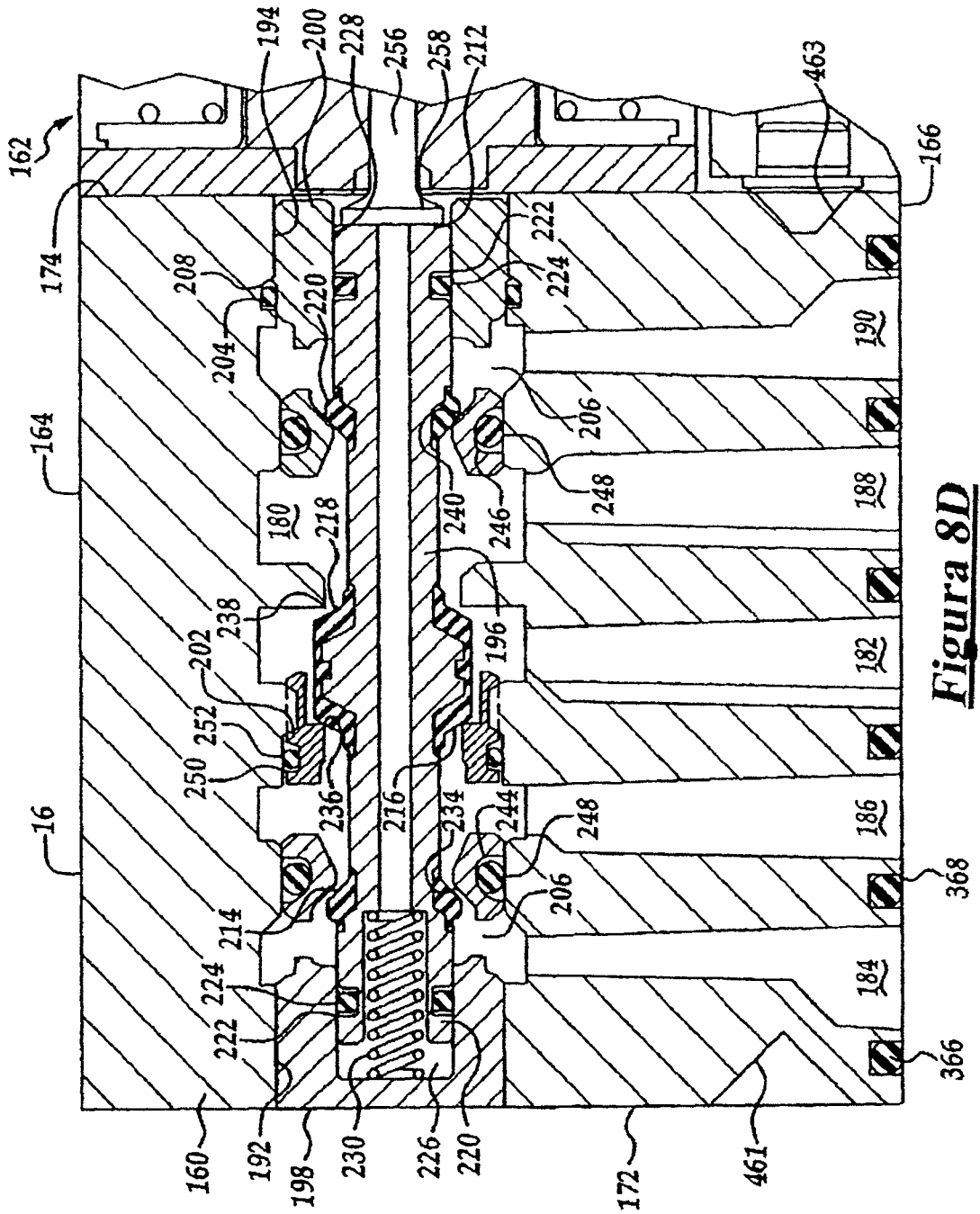


**Figura 8A**



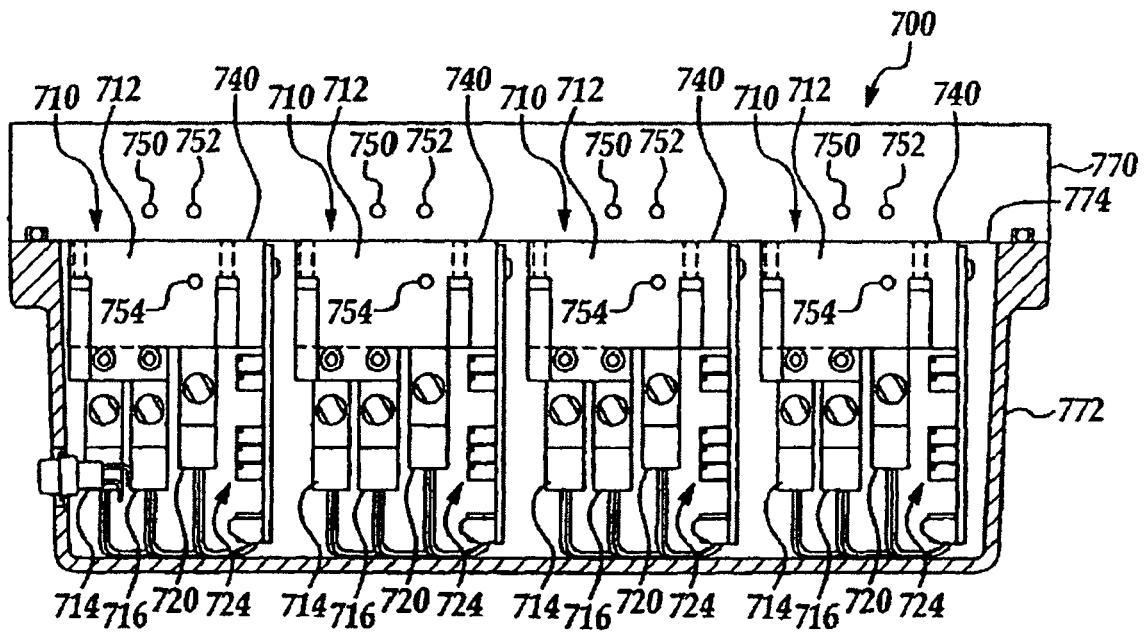
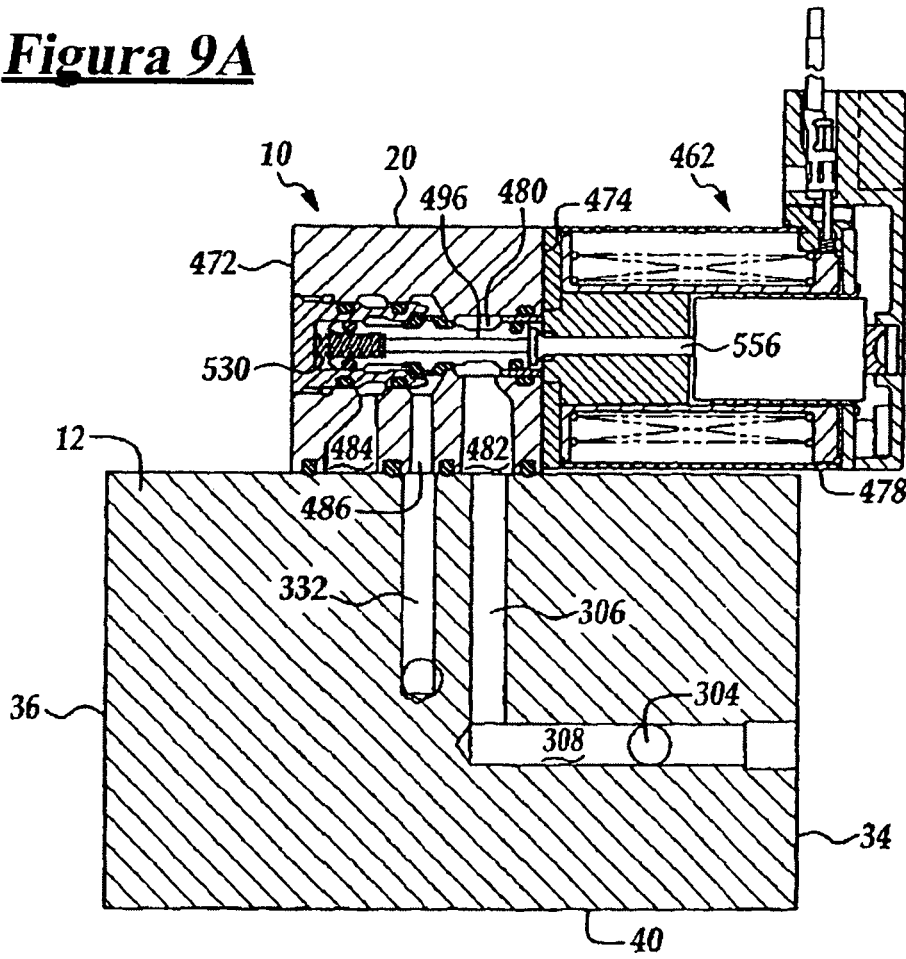


**Figure 8C**

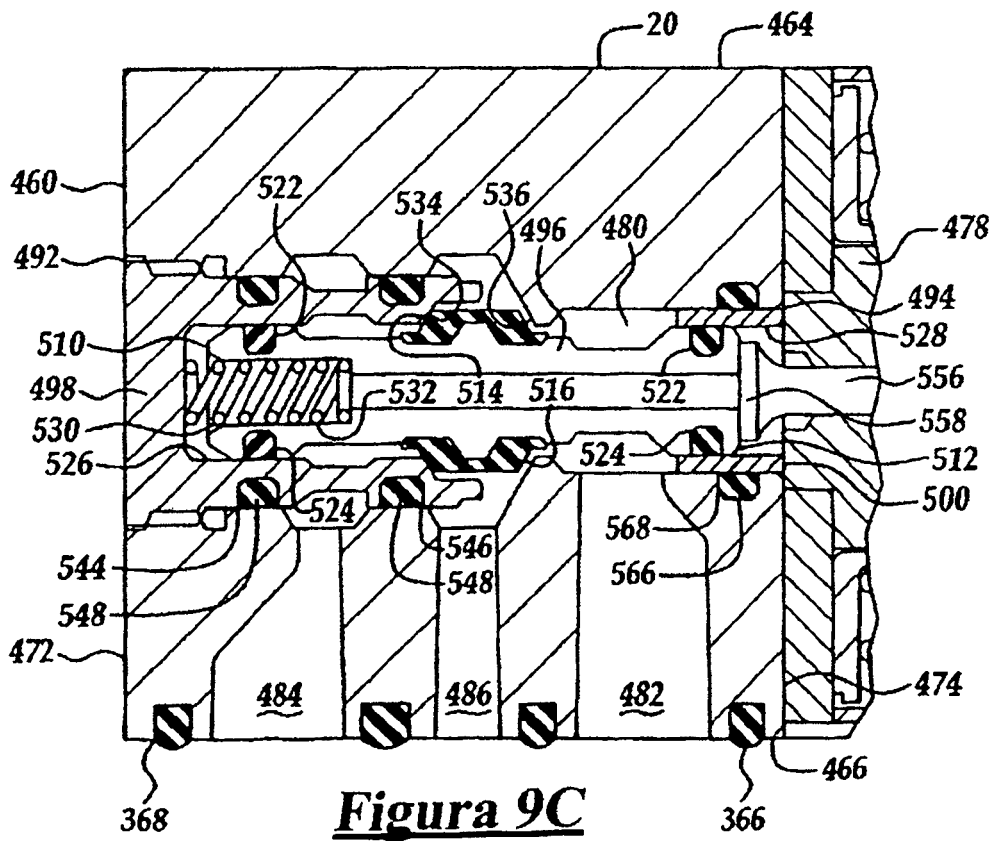
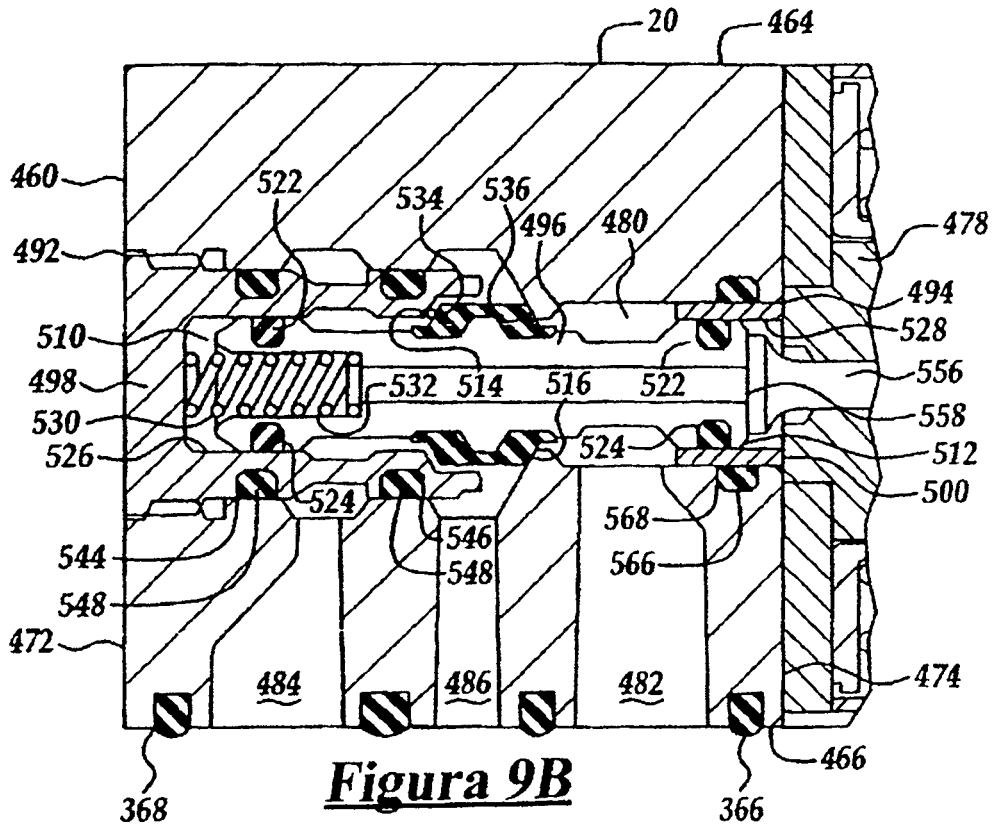


**Figure 8D**

**Figura 9A**



**Figura 11**



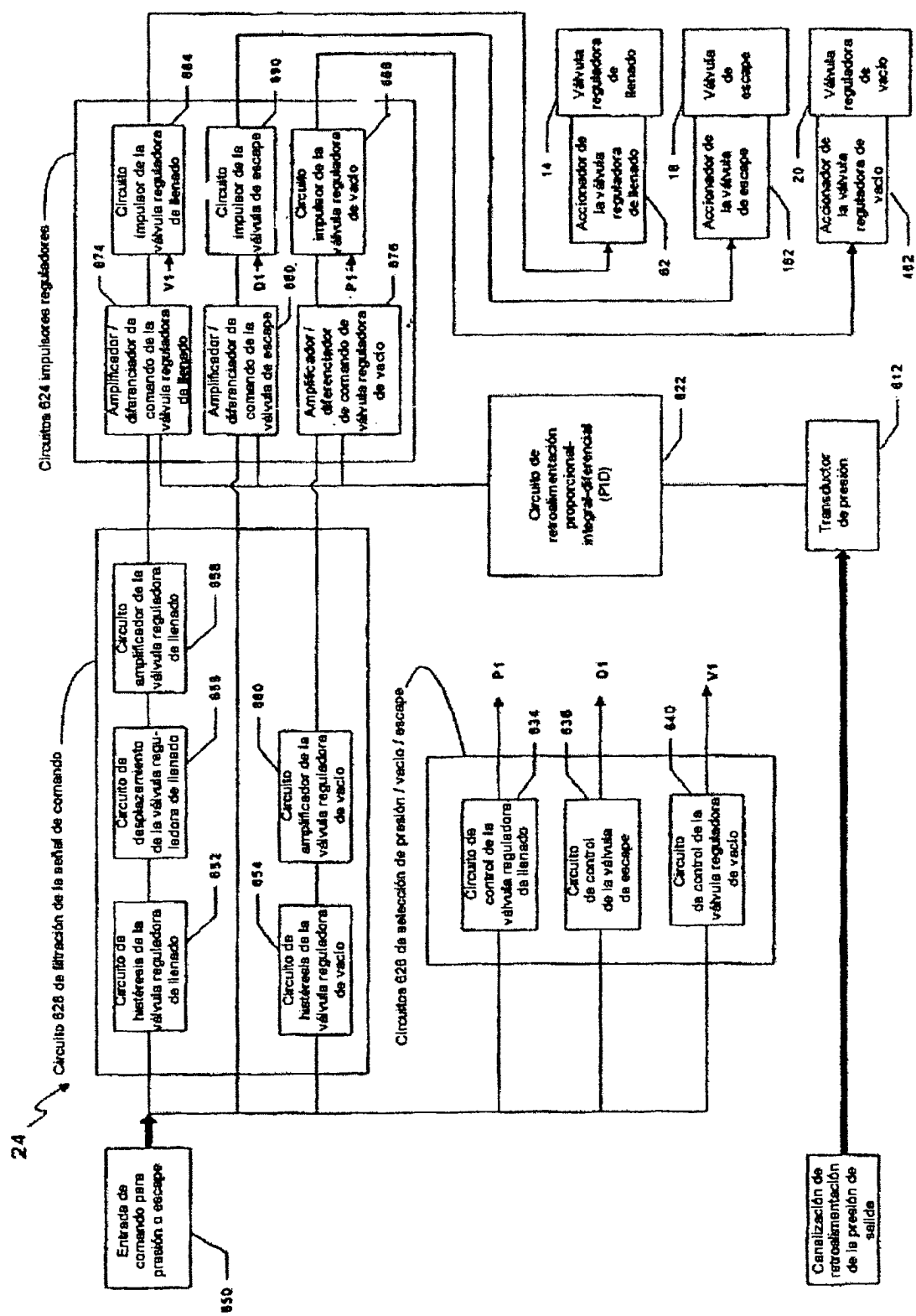


Figura 10