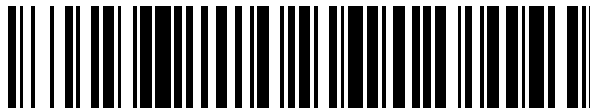


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 551**

51 Int. Cl.:

G05D 16/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2021** **E 21164565 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2023** **EP 3896550**

54 Título: **Controlador de presión proporcional digital**

30 Prioridad:

13.04.2020 US 202016847029

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

22.12.2023

73 Titular/es:

MAC VALVES, INC. (100.0%)
30569 Beck Road
Wixom, Michigan 48393, US

72 Inventor/es:

WILLIAMS, KEVIN C.;
JONES, THOMAS;
DELVAUX, THIERRY y
RAETS, GILLES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 956 551 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

Controlador de presión proporcional digital

Campo

5 La presente descripción se refiere a un controlador de presión proporcional digital para, por ejemplo, una válvula de fluido.

Antecedentes

Esta sección proporciona información de antecedentes relacionada con la presente descripción que no es necesariamente el estado de la técnica.

10 Los controladores de presión proporcionales incluyen a menudo válvulas internas principales que se mueven para permitir que un fluido presurizado se descargue en un dispositivo controlado por presión. Dichos controladores de presión proporcional regulan la presión de funcionamiento del fluido presurizado en el dispositivo controlado por presión. Las válvulas principales se reposicionan comúnmente mediante operadores de solenoides. Esta configuración aumenta el peso y el gasto del controlador de presión proporcional y requiere una corriente eléctrica significativa para reposicionar las válvulas principales.

15 Los controladores de presión proporcional conocidos también suelen ser susceptibles a un exceso o defecto de presión del sistema. Debido a la masa y el tiempo de operación de las válvulas principales, las señales que controlan las válvulas principales para reducir o detener el flujo de fluido presurizado hacia el dispositivo controlado por presión pueden ocurrir demasiado pronto o demasiado tarde con el fin de evitar no alcanzar o exceder la presión de operación deseada. Cuando esto ocurre, el sistema de control que opera los actuadores de solenoide comienza una secuencia rápida de apertura y cierre mientras el controlador "busca" la presión de operación deseada. Esta rápida operación conocida como "motor-boating", aumenta el desgaste y los costes de operación asociados al controlador de presión proporcional.

25 Los controladores de presión proporcional conocidos suelen incluir una lumbrera de entrada, una lumbrera de salida y una lumbrera de escape. Normalmente se suministra un fluido a alta presión a la lumbrera de entrada; después de pasar a través del controlador de presión proporcional, el fluido sale al dispositivo controlado por presión a través de la lumbrera de salida y el exceso de presión del fluido se ventila desde el controlador de presión proporcional a través de la lumbrera de escape. Otro problema asociado con los controladores de presión proporcional conocidos es que es difícil lograr una presión cero en la lumbrera de salida del controlador de presión proporcional incluso cuando se desea una condición de presión cero en la lumbrera de salida. La incapacidad de crear presión cero en la lumbrera de salida del controlador de presión proporcional puede afectar negativamente el funcionamiento y/o el rendimiento del dispositivo controlado por presión.

35 Además, a veces el fluido puede retroceder desde el dispositivo operado por presión hacia la salida y volver a ingresar al controlador de presión proporcional. Esto es indeseable desde el punto de vista de que el flujo de retorno de fluido puede estar contaminado o sucio, lo que puede afectar negativamente a un sensor de presión del controlador de presión proporcional. El documento WO 2013/144598 A1 describe un conjunto de válvula, que comprende una carcasa que tiene una entrada de fluido, una salida de fluido y un escape. Una pluralidad de válvulas de llenado se comunica con la entrada y la salida de fluido. Una pluralidad de válvulas de descarga se comunica con las válvulas de llenado y el escape. Un sensor de presión genera una señal indicativa de la presión del fluido dentro de la carcasa, y un controlador abre y cierra selectivamente las válvulas de llenado y las válvulas de descarga. El documento US 2012/143108 A1 describe un conjunto de válvula que comprende una carcasa y una pluralidad de válvulas dispuestas con la carcasa. El documento WO 02/086327 A1 describe un sistema de control y un método para controlar un circuito de medio a presión que está dispuesto para el control de velocidad y/o el control de posición de un actuador accionado por un medio a presión. En LINJAMA M y otros: "Control de seguimiento hidráulico digital de maqueta de actuador conjunto de máquina móvil", ACTAS DE LA CONFERENCIA / SICFP '05, 1 de junio de 2005, páginas 1-16 describe la posibilidad de controlar máquinas móviles utilizando válvulas de encendido/apagado del tipo de cartucho roscado de respuesta bastante lenta. Se utiliza la conexión paralela de válvulas de encendido/apagado de dos rutas para lograr un control de flujo digital o paso a paso. El documento US 2012/067378 A1 describe un controlador de presión hidráulica digital que tiene dos partes conectables entre ellas y que incluye cada una dos conjuntos de válvulas con una pluralidad de medios de válvulas conmutables individualmente que tienen diferentes secciones transversales de flujo y conectados en paralelo con un conjunto de válvulas.

Compendio

Esta sección proporciona un resumen general de la descripción y no es una descripción integral de su alcance completo ni de todas sus características.

55 La presente descripción proporciona un conjunto de válvula que comprende una carcasa que tiene una entrada de fluido, una salida de fluido, un escape y un escape secundario. El conjunto de válvula tiene además una pluralidad de válvulas de llenado que se comunican cada una con la entrada de fluido y la salida de fluido, y una pluralidad de

válvulas de descarga que se comunican cada una con las válvulas de llenado, incluyendo la pluralidad de válvulas de descarga al menos una primera válvula de descarga y una segunda válvula de descarga que se comunica con el escape y la salida de fluido. La primera válvula de descarga permite que fluya a su través una mayor cantidad de fluido en comparación con la segunda válvula de descarga. El conjunto de válvula incluye un sensor de presión configurado para generar una señal indicativa de una presión de fluido dentro de la carcasa, y un controlador que está configurado, en base a una señal de comando recibida por el controlador que incluye una presión deseada del fluido que saldrá de la salida de fluido en comparación con la señal indicativa de la presión del fluido, para abrir y cerrar selectivamente cada una de las válvulas de llenado y cada una de las válvulas de descarga. En el que para presurizar y sacar un fluido del conjunto de válvula a la presión deseada, el controlador está configurado para abrir y cerrar selectivamente la pluralidad de válvulas de llenado y la pluralidad de válvulas de descarga hasta que se alcanza la presión deseada. Cuando las válvulas de descarga primera y segunda están cerradas, se permite que el fluido fluya desde la salida de fluido a través de cada una de las válvulas de descarga primera y segunda hasta el escape.

Otras áreas de aplicabilidad resultarán evidentes a partir de la descripción proporcionada en la presente memoria. La descripción y los ejemplos específicos de este resumen tienen como objetivo únicamente fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

Dibujos

Los dibujos descritos en la presente memoria tienen fines ilustrativos únicamente de realizaciones seleccionadas y no de todas las implementaciones posibles, y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de conjunto de válvula según un principio de la presente descripción;

la figura 2 es una representación esquemática de un controlador del ejemplo de conjunto de válvula ;

la figura 3 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar rápidamente un fluido;

la figura 4 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar lentamente un fluido;

la figura 5 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para despresurizar lentamente un fluido;

la figura 6 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para despresurizar rápidamente un fluido;

la figura 7 es una representación esquemática de otro ejemplo de conjunto de válvula según un principio de la presente descripción;

la figura 8 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar rápidamente un fluido;

la figura 9 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar rápidamente un fluido, pero a un ritmo más lento en comparación con la figura 8;

la figura 10 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar lentamente un fluido;

la figura 11 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para presurizar lentamente un fluido, pero a un ritmo más lento en comparación con la figura 10;

la figura 12 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando la presión del fluido está a la presión deseada;

la figura 13 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para despresurizar lentamente un fluido;

la figura 14 es una representación esquemática del conjunto de válvula cuando el conjunto de válvula se utiliza para despresurizar un fluido, pero a una velocidad mayor en comparación con la figura 13;

la figura 15 es una vista en perspectiva de un conjunto de válvula que tiene la configuración esquemática ilustrada en las figuras 7-14;

la figura 16 es una vista en perspectiva del conjunto de válvula ilustrado en la figura 14, con varias partes de una carcasa de válvula y carcasas de válvula retiradas;

50

la figura 17 es una vista en sección transversal del conjunto de válvula ilustrado en la figura 15; y

la figura 18 es una vista en sección transversal del conjunto de válvula ilustrado en la figura 15.

Los números de referencia correspondientes indican partes correspondientes en las distintas vistas de los dibujos.

Descripción detallada

5 A continuación se describirán realizaciones ejemplares con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un conjunto de válvula 10 según un principio de la presente descripción. El conjunto de válvula 10 incluye una carcasa 12 que tiene una entrada de fluido 14, una salida de fluido 16 y un escape 18. El conjunto de válvula 10 incluye una pluralidad de válvulas de llenado 20 en comunicación con la entrada de fluido 14 y la salida de fluido 16. El conjunto de válvula 10 también incluye una pluralidad de válvulas de descarga 22 en comunicación con el escape 18. Una ruta de flujo interior o ruta de presión secundaria 21, que es una serie de rutas abiertas dentro de la carcasa 12, interconecta las válvulas de llenado 20, las válvulas de descarga 22 y la salida 16. Un controlador 24 se comunica con un sensor de presión 26 y cada una de las válvulas de llenado 20 y las válvulas de descarga 22 para controlar dinámicamente el flujo de fluido a través del conjunto de válvula 10, y para controlar dinámicamente la presión del fluido en la salida 16 del conjunto de válvula 10. El sensor de presión 26 se comunica con la ruta de flujo secundaria 21, que se comunica con la salida 16, para generar una señal indicativa de una presión dentro de la ruta de presión secundaria 21 y la salida 16. En el ejemplo de realización ilustrado, el conjunto de válvula 10 está configurado para presurizar y restringir el flujo de aire. Debe entenderse, sin embargo, que el conjunto de válvula 10 puede configurarse para presurizar y restringir cualquier fluido conocido por un experto en la técnica, incluidos gases y líquidos.

20 Como se muestra mejor en la figura 2, el controlador 24 incluye una entrada 23 configurada para recibir una tensión, corriente o entrada digital (en adelante "señal de comando") desde otro controlador o circuito 25 de un sistema (no ilustrado) dentro del cual se utiliza el conjunto de válvula 10. Por ejemplo, el sistema dentro del cual se utiliza el conjunto de válvula 10 puede ser un sistema actuador. En general, la señal de comando es una señal indicativa de la presión deseada que se emitirá desde el conjunto de válvula 10 a través de la salida 16. La entrada 23 también puede configurarse para recibir energía desde una fuente de energía (no ilustrada) que se usa para alimentar el controlador 24 y conjunto de válvula 10.

Después de recibir la señal de comando, la entrada 23 comunica la señal de comando a un circuito 27 de diferenciación de señales. El circuito 27 de diferenciación de señales está configurado para comparar la señal de comando con una señal recibida desde un sensor 26 de presión que es indicativa de una presión en la salida 16. Basándose en la comparación entre la señal de comando recibida por el controlador y las señales de presión periódicas emitidas por el sensor de presión 26, el controlador 24 está configurado para controlar dinámicamente cada una de las válvulas de llenado 20 y las válvulas de descarga 22 para controlar la presión a la que sale el fluido desde la salida 16 como se describirá con más detalle más adelante. El controlador 24 también puede incluir un circuito de corrección de sensor 29 que recibe la señal de presión del sensor de presión 26 y corrige la señal de presión a una salida de sensor conocida versus un estándar de presión conocido, y luego comunica la señal corregida al circuito de diferenciación de señales 27 donde la señal corregida se compara con la señal de comando. También debe entenderse que el controlador 24 puede configurarse para emitir una señal de retroalimentación a un operador del sistema que puede ser una señal de tensión, corriente o digital que es indicativa de la presión que está siendo emitida por el conjunto de válvula 10, o indicativa de que la presión de la señal de comando está siendo emitida por el conjunto de válvula 10.

40 Aunque el sensor de presión 26 se ilustra como parte del controlador 24 en la figura 2, debe entenderse que el sensor de presión 26 puede estar separado del controlador 24 como se ilustra en la figura 1. Además, el sensor de presión 26 puede ser cualquier tipo de sensor de presión que pueda generar una señal indicativa de presión. Específicamente, la señal generada por el sensor de presión 26 puede ser una tensión, una corriente o una señal digital sin salirse del alcance de la presente descripción.

45 Las válvulas de llenado 20 y las válvulas de descarga 22 pueden ser cada una de ellas válvulas de solenoide accionadas directamente, válvulas accionadas por piloto de solenoide o cualquier otro tipo de válvula accionada eléctricamente conocida por un experto en la técnica. Para abrir y cerrar válvulas, el controlador 24 puede tener integrado con el mismo un circuito accionador de válvula 28 que está configurado para aplicar una tensión independientemente a cada válvula de llenado 20 y válvulas de descarga 22 en base a una entrada recibida desde el circuito 27 de diferenciación de señal. Alternativamente, el circuito accionador de válvula 28 puede estar separado del controlador 24 y en comunicación con el controlador 24. Independientemente, basándose en la presión detectada por el sensor de presión 26, el controlador 24 está configurado para indicar al circuito accionador de válvula 28 que aplique una tensión para llenar las válvulas 20 y/o vaciar las válvulas 22 con el fin de abrir las válvulas de llenado 20 y/o las válvulas de descarga 22. Para cerrar las válvulas de llenado 20 y/o las válvulas de descarga 22, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que deje de aplicar tensión para llenar las válvulas 20 y/o las válvulas de descarga 22.

En la realización ilustrada, las válvulas de llenado 20 incluyen una válvula de llenado de alto flujo 20a y una válvula de llenado de bajo flujo 20b. La válvula de llenado de alto flujo 20a generalmente está configurada para permitir que fluya a través de ella una mayor cantidad de fluido en comparación con la válvula de llenado de bajo flujo 20b. La mayor cantidad de flujo de fluido a través de la válvula de llenado de alto flujo 20a se puede permitir si la válvula de llenado de alto flujo 20a tiene un tamaño de orificio mayor en comparación con el de la válvula de llenado de bajo flujo 20b, o si la válvula de llenado de alto flujo 20a es más grande que la válvula de llenado de bajo flujo 20b. De manera similar, las válvulas de descarga 22 incluyen una válvula de descarga de alto flujo 22a y una válvula de descarga de bajo flujo 22b. La válvula de descarga de alto flujo 22a está generalmente configurada para permitir que fluya a través de ella una mayor cantidad de fluido en comparación con la válvula de descarga de bajo flujo 22b. La mayor cantidad de flujo de fluido a través de la válvula de descarga de alto flujo 22a se puede permitir si la válvula de descarga de alto flujo 22a tiene un tamaño de orificio mayor en comparación con el de la válvula de descarga de bajo flujo 22b, o si la válvula de descarga de alto flujo 22a es más grande que la válvula de descarga de bajo flujo 22b.

La figura 1 ilustra una configuración del conjunto de válvula 10 cuando cada una de las válvulas de llenado 20 y cada una de las válvulas de descarga 22 están cerradas (es decir, la presión en la salida 16 es cero, o la presión en la salida 16 es la presión indicada por la señal de comando). Haciendo referencia ahora a las figuras 3 a 6, se describirá un método para presurizar y sacar el fluido del conjunto de válvula 10 a una presión aumentada. La figura 3 ilustra una configuración en la que el conjunto de válvula 10 se activa para presurizar rápidamente el conjunto de válvula 10 y la salida de fluido desde la salida 16.

Específicamente, cuando el conjunto de válvula 10 debe presurizarse rápidamente desde una presión de, por ejemplo, cero hasta, por ejemplo, una presión de treinta psi, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que aplique una tensión a ambas válvulas de llenado 20. Cuando se activa cada válvula de llenado 20, se permite que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 y a través de cada válvula de llenado 20 hacia la ruta de presión secundaria 21 y salga por la salida 16. El sensor de presión 26 supervisa una presión a medida que se permite que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14, a través de cada válvula de llenado 20 hasta la ruta de presión secundaria 21 y hasta la salida 16. A medida que la presión se acerca a la presión deseada (por ejemplo, treinta psi), el controlador 24 indica al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de alto flujo 20a (figura 4). Debido a que la válvula de llenado de bajo flujo 20b todavía está activada, todavía se permite que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 a través de la válvula de llenado de bajo flujo 20b hasta la salida 16, lo que permite que el conjunto de válvula 10 alcance lentamente la presión deseada (por ejemplo, treinta psi) para enviarla por la salida 16. De esta manera, se evita o al menos se minimiza sustancialmente la posibilidad de sobrepasar la presión deseada (es decir, permitir que la presión sea mayor que la presión deseada). Una vez que el controlador 24 recibe una señal del sensor de presión 26 de que la presión en la salida 16 ha alcanzado la presión deseada, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de bajo flujo 20b.

Si, después de desactivar las válvulas de llenado 20, la presión en la salida 16 detectada por el sensor de presión 26 ha excedido (es decir, es mayor que) la presión deseada (por ejemplo, treinta psi), el controlador 24 está configurado para instruir al circuito accionador de válvula 28 para activar la válvula de descarga de bajo flujo 22b (figura 5), lo que permite que el fluido salga lentamente del conjunto de válvula 10 a través del escape 18. Debido a que solo la válvula de descarga de bajo flujo 22b está activada, se permite que la presión en la salida 16 se reduzca lentamente hasta el nivel deseado de presión. Una vez que el controlador 24 recibe una señal del sensor de presión 26 de que la presión en la salida 16 ha alcanzado la presión deseada, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de descarga de bajo flujo 22b. Alternativamente, si el sensor de presión 26 detecta que la presión en la salida 16 ha disminuido por debajo de la presión deseada, debido al uso de la válvula de descarga de bajo flujo 22b, el controlador 24 puede ordenar al circuito accionador de válvula 28 que vuelva a activar la válvula de llenado de bajo flujo 20a para permitir que la presión en la salida 16 aumente nueva y gradualmente hasta la presión deseada (figura 4).

La figura 6 ilustra una situación en la que puede ser necesario reducir rápidamente la presión en la salida 16 hasta, por ejemplo, una presión de cero. En tal situación, el controlador 24 puede ordenar al circuito accionador de válvula 28 que active cada válvula de descarga 22 para permitir rápidamente que el fluido salga del conjunto de válvula 10 a través de cada válvula de descarga 22 y escape 18. Mientras que cada válvula de descarga 22 se ilustra en la figura 6 como activada para reducir rápidamente la presión en la salida 16, se debe entender que sólo se puede usar la válvula de descarga de alto flujo 22a con el fin de reducir la presión en la salida 16.

Si bien la configuración de la figura 6 se puede usar para reducir rápidamente la presión en la salida 16 a cero, también debe entenderse que la configuración de la figura 6 se puede usar cuando la presión en la salida 16 es relativamente alta (por ejemplo, treinta psi), y el sistema que incorpora el conjunto de válvula 10 solo requiere una salida de fluido a una presión sustancialmente reducida (por ejemplo, quince psi). En tal caso, ambas válvulas de descarga 22 o sólo la válvula de descarga de alto flujo 22a pueden activarse para reducir rápidamente la presión en la salida 16. Como el sensor de presión 26 supervisa la reducción de presión, la válvula de descarga de alto flujo 22a puede desactivarse para ralentizar la reducción de presión hacia la presión objetivo (por ejemplo, quince psi), lo que permite que sólo la válvula de descarga de bajo flujo 22b permita que el fluido salga del conjunto de válvula de salida 10 a través del escape 18 (figura 5). Si la presión en la salida 16 detectada por el sensor de presión 26 no alcanza (es decir, es menor que) la presión objetivo (por ejemplo, quince psi), la válvula de descarga de bajo flujo 22b puede desactivarse y la válvula de llenado de bajo flujo 20b puede volver a activarse (figura 4) para permitir que la presión en la salida 16

alcance la presión objetivo.

Según la realización descrita anteriormente, la presión y la salida de fluido del conjunto de válvula 10 se pueden controlar dinámicamente. En otras palabras, al usar continuamente el sensor de presión 26 para detectar la presión en la salida 16, cada válvula de llenado 20 y válvula de descarga 22 se pueden controlar para aumentar la presión en la salida 16, cada válvula de llenado 20 y válvula de descarga 22 se pueden controlar para aumentar la presión en la salida 16, cada válvula de llenado 20 y válvula de descarga 22 se pueden controlar para aumentar la presión en la salida 16, cada válvula de llenado 20 y válvula de descarga 22 se pueden controlar para aumentar la presión en la salida 16. Además, debido al uso de la válvula de llenado de bajo flujo 20b y la válvula de descarga de bajo flujo 22b, la presión en la salida 16 puede controlarse más estrictamente para minimizar sustancialmente los casos en los que se han sobrepasado o no se han alcanzado las presiones deseadas u objetivo. Además, si sólo se requieren pequeños cambios de presión en la salida 16, se pueden usar una o ambas de la válvula de llenado de bajo flujo 20b y la válvula de descarga de bajo flujo 22b para lograr los pequeños cambios de presión deseados. Además, debe entenderse que al usar múltiples válvulas de llenado 20 y válvulas de descarga 22, si falla una de las válvulas de llenado 20 y/o válvulas de descarga 22, el conjunto de válvula 10 todavía es operable, aunque con capacidad reducida.

Si bien la realización ilustrada en las figuras 1 y 3 a 6 utilizó válvulas de llenado 20 y válvulas de descarga 22 que incluían una válvula de alto flujo 20a y 22a y una válvula de bajo flujo 20b y 22b en cada conjunto de válvulas, la presente descripción no debe limitarse a ello. A este respecto, las válvulas de llenado 20 pueden incluir un mayor número de válvulas de llenado de alto flujo 20a y/o válvulas de llenado de bajo flujo 20b, y las válvulas de descarga 22 pueden incluir un mayor número de válvulas de descarga de alto flujo 22a y/o válvulas de descarga de bajo flujo 22b.

Por ejemplo, con referencia a las figuras 7 a 14, se ilustra una realización en la que el conjunto de válvula 10 incluye una pluralidad de válvulas de llenado 20 que incluyen una válvula de llenado de alto flujo 20a, una válvula de llenado de bajo flujo 20b, una válvula de llenado de bajo flujo 20c, y una válvula de llenado de flujo más bajo 20d. El conjunto de válvula 10 también incluye una pluralidad de válvulas de descarga 22 que incluyen una válvula de descarga de alto flujo 22a, una válvula de descarga de bajo flujo 22c y una válvula de descarga de bajo flujo 22c. Se contempla cualquier combinación de válvulas de llenado 20 y cualquier combinación de válvulas de descarga 22. Por ejemplo, cualquiera de las válvulas de llenado 20a-20d podría omitirse en favor de otra válvula de llenado de alto flujo 20a, otra válvula de llenado de bajo flujo 20b, otra válvula de llenado de flujo más bajo 20c u otra válvula de llenado de flujo más bajo 20d. De manera similar, cualquiera de las válvulas de descarga 22a-22c podría omitirse en favor de otra válvula de descarga de alto flujo 22a, otra válvula de descarga de bajo flujo 22b u otra válvula de llenado de bajo flujo 20c. Además, debe entenderse que las válvulas de descarga 22 también pueden incluir adicionalmente una válvula de descarga de flujo más bajo que es similar a la válvula de llenado de flujo más bajo 20d.

De manera similar a la realización ilustrada en las figuras 1 y 3 a 6, el conjunto de válvula 10 ilustrado en las figuras 7 a 14 incluye una carcasa 12 que tiene una entrada de fluido 14, una salida de fluido 16, un escape 18 y una ruta de presión secundaria 21. Además, el conjunto de válvula 10 incluye un controlador 24 como el ilustrado en la figura 2 y un sensor de presión 26. Aunque el sensor de presión 26 se ilustra como separado del controlador 24 en las figuras 7 a 14, debe entenderse que el sensor de presión 26 puede ser parte del controlador 24 como se muestra en la figura 2. Independientemente, basándose en la presión detectada por el sensor de presión 26, el controlador 24 está configurado para ordenar al circuito accionador de válvula 28 que aplique una tensión independientemente a cada una de las válvulas de llenado 20 y válvulas de descarga 22 para abrir y cerrar las válvulas deseadas 20 y/o 22 para controlar de ese modo con precisión la presión a la que el fluido puede salir desde la salida 16.

Además, aunque no es necesario, la carcasa 12 puede incluir un escape secundario 30 que se comunica sólo con la válvula de descarga de flujo más bajo 22c. El uso de escape secundario 30 puede ser ventajoso cuando el conjunto de válvula 10 se usa en una aplicación para presurizar un actuador o actuadores, y el fluido sucio o contaminado (por ejemplo, aire) de los actuadores puede volver a entrar al conjunto de válvula 10 a través de la salida 16 cuando la presión está descargada completamente a cero psi. En estos casos, es importante aislar el sensor de presión 26 de este fluido sucio o contaminado.

Como se muestra en la figura 7, cuando las válvulas de descarga 22a y 22b no están activadas, cualquier fluido que vuelva a entrar en el conjunto de válvula 10 a través de la salida 16 será dirigido por las válvulas de descarga 22a y 22b directamente al escape 18. De esta manera, el sensor de presión 26 está aislado del fluido sucio o contaminado que puede volver a entrar en el conjunto de válvula 10 a través de la salida 16. Además, cuando la válvula de descarga de flujo más bajo 22 no está activada, se puede ver que la válvula de descarga de flujo más bajo 22c se comunica directamente con el escape secundario 30, lo que permite que el fluido dentro de la ruta de presión secundaria 21 salga del conjunto de válvula 10 a través de la válvula de descarga de flujo más bajo 22 y fuera del escape secundario 30 para reducir completamente la presión a cero psi. Una vez que el sensor de presión 26 determina que la presión dentro de la ruta de presión secundaria 21 se ha reducido a cero y ha terminado el riesgo de que aire sucio o contaminado vuelva a entrar en el conjunto de válvula 10, las válvulas de descarga 22a y 22b se pueden volver a activar para volver a conectar la ruta de presión secundaria 21 a la salida 16 a través de cada una de las válvulas de descarga 22a y 22b.

Como se puede ver en la figura 7, cada una de las válvulas de llenado 20 y cada una de las válvulas de descarga 22 no están activadas de modo que la presión en la salida 16 sea cero psi, o a una presión que corresponda a la señal de comando. A este respecto, cada una de las válvulas de llenado 20 está cerrada y cada una de las válvulas de descarga 22 está en comunicación con el escape 18 o con el escape secundario 30. Ahora con referencia a las figuras 8 a 14, se describirá un método para presurizar y sacar el fluido del conjunto de válvula 10. La figura 8 ilustra una configuración en la que el conjunto de válvula 10 se activa para aumentar rápidamente la presión en la salida 16.

Específicamente, cuando la presión en la salida 16 ha de aumentar rápidamente desde, por ejemplo, una presión de cero hasta, por ejemplo, una presión de treinta psi, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que aplique una tensión a cada una de las válvulas de llenado 20a-20d y a cada una de las válvulas de descarga 22a-22c.

Cuando se activa cada válvula de llenado 20a-20d, se permite que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 y a través de cada válvula de llenado 20a-20d hacia el conjunto de válvula 10. Además, al activar cada una de las válvulas de descarga 22a-22c, se accionarán las válvulas de descarga 22a y 22b para comunicarse con la salida 16 en lugar de con el escape 18, y se accionará la válvula de descarga 22c para cesar la comunicación con el escape secundario 30.

El sensor de presión 26 supervisa la presión en la salida 16. A medida que la presión se aproxima a la presión deseada (por ejemplo, treinta psi), el controlador 24 indica al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de alto flujo 20a (figura 9). Debido a que las válvulas de llenado restantes 20b-20d todavía están activadas, se permite todavía que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 a través de las válvulas de llenado 20b-20d hasta la salida 16, lo que permite que el conjunto de válvula 10 alcance más lentamente la presión deseada (por ejemplo, treinta psi). A medida que la presión continúa acercándose a la presión deseada, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de bajo flujo 20b (figura 10). Sin embargo, debido a que las válvulas de llenado restantes 20c y 20d todavía están activadas, se permite todavía que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 a través de las válvulas de llenado 20c y 20d hasta la salida 16, lo que permite que el conjunto de válvula 10 alcance aún más lentamente la presión deseada. A medida que la presión continúa acercándose a la presión deseada, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de flujo más bajo 20c (figura 11). Sin embargo, debido a que la válvula de llenado restante 20d todavía está activada, se permite todavía que el fluido fluya desde la entrada de fluido 14 a través de la válvula de llenado 20d hasta la salida 16, lo que permite que el conjunto de válvula 10 alcance aún más lentamente la presión deseada. Luego, una vez que la presión se acerca finalmente a la presión deseada, el controlador 24 indica al circuito accionador de válvula 28 que deje de activar la válvula de llenado de flujo más bajo 20d (figura 12). De esta manera, se evita o al menos se minimiza sustancialmente la posibilidad de sobrepasar (es decir, permitir que la presión sea mayor que la presión deseada) la presión deseada.

Si, por otro lado, la presión en la salida 16 detectada por el sensor de presión 26 ha excedido (es decir, es mayor que) la presión deseada (por ejemplo, treinta psi), el controlador 24 puede ordenar al circuito accionador de válvula 28 que desactive la válvula de descarga de flujo más bajo 22c (figura 13), lo que permite que el fluido salga lentamente del conjunto de válvula 10 a través del escape secundario 30. Debido a que sólo la válvula de descarga de flujo más bajo 22c está desactivada, se permite que la presión en la salida 16 se reduzca lentamente hasta la presión deseada. Una vez que el controlador 24 recibe una señal del sensor de presión 26 de que la presión en la salida 16 ha alcanzado la presión deseada, el controlador 24 ordena al circuito accionador de válvula 28 que active la válvula de descarga de flujo más bajo 22c (figura 12). Alternativamente, si el sensor de presión 26 detecta que la presión en la salida 16 ha disminuido por debajo de la presión deseada debido al uso de la válvula de descarga de flujo más bajo 22c, el controlador 24 puede ordenar al circuito accionador de válvula 28 que vuelva a activar la válvula de llenado de flujo más bajo 20d para permitir que la presión en la salida 16 aumente nueva y gradualmente hasta la presión deseada (figura 11).

La figura 12 ilustra una situación en la que es necesario reducir rápidamente la presión en la salida 16. En tal situación, el controlador 24 puede ordenar al circuito accionador de válvula 28 que desactive cada válvula de descarga 22b y 22c para permitir rápidamente que el fluido salga del conjunto de válvula 10 a través de cada válvula de descarga 22b y 22c y los escapes 18 y 30 (figura 14). Aunque en la figura 14 sólo se ilustran las válvulas de descarga 22b y 22c desactivadas para reducir rápidamente la presión en la salida 16, debe entenderse que todas las válvulas de descarga 22a-22c pueden desactivarse para reducir la presión en la salida 16 sin apartarse del alcance de la presente descripción.

Si bien la configuración de la figura 14 se puede usar para reducir rápidamente la presión en la salida 16, también se debe entender que la configuración de la figura 14 se puede usar cuando la presión en la salida 16 es relativamente alta (por ejemplo, treinta psi) y el sistema que incorpora el conjunto de válvula 10 solo requiere una salida de fluido a una presión sustancialmente reducida (por ejemplo, quince psi). En tal caso, las válvulas de descarga 22b y 22c o sólo la válvula de descarga de bajo flujo 22b pueden desactivarse con el fin de reducir constantemente la presión en la salida 16. Como el sensor de presión 26 supervisa la reducción de presión, la válvula de descarga de bajo flujo 22b puede activarse para retardar la reducción de presión hacia la presión objetivo (por ejemplo, quince psi), lo que permite que sólo la válvula de descarga de flujo más bajo 22c posibilite que el fluido salga del conjunto de válvula 10 a través del escape secundario 30 (figura 13). Si la presión en la salida 16 detectada por el sensor de presión 26 no alcanza (es decir, es menor que) la presión objetivo (por ejemplo, quince psi), la válvula de descarga de flujo más bajo 22b se puede activar y la válvula de llenado de flujo más bajo 20d se puede volver a activar (figura 11) para permitir que la

presión alcance la presión objetivo.

Según la realización descrita anteriormente, se pueden controlar dinámicamente la presión y la salida de fluido del conjunto de válvula 10. En otras palabras, al usar continuamente el sensor de presión 26 para detectar la presión en la salida 16, cada válvula de llenado 20 y válvula de descarga 22 se pueden controlar para aumentar la salida de presión desde la salida 16, disminuir la salida de presión desde la salida 16 o mantener la salida de presión desde la salida 16. Además, debido al uso de válvulas de llenado 20b-20d y válvulas de descarga 22b y 22c, la salida de presión desde la salida 16 puede controlarse más estrictamente con el fin de minimizar sustancialmente los casos en los que las presiones deseadas u objetivo se han sobrepasado o resultan insuficientes. Además, si sólo se requieren pequeños cambios de presión, se pueden usar válvulas de llenado 20b-20d y válvulas de descarga 22b y 22c para lograr los pequeños cambios de presión deseados. Además, debe entenderse que al usar múltiples válvulas de llenado 20 y válvulas de descarga 22, si una de las válvulas de llenado 20 y/o válvulas de descarga 22 falla, el conjunto de válvula 10 todavía es operable, aunque con capacidad reducida.

En cada una de las realizaciones descritas anteriormente, debe entenderse que el controlador 24 puede incorporar un software personalizado configurado para manipular las múltiples válvulas de llenado 20 y las múltiples válvulas de descarga 22 de modo que las características de rendimiento del conjunto de válvula 10 se puedan personalizar para cada aplicación particular donde se va a utilizar el conjunto de válvula 10. El software, con funciones integradas de lectura/escritura, también puede tener la capacidad de aprender y realizar cambios según las características de la aplicación específica, lo que permite un rendimiento optimizado del conjunto de válvulas en una aplicación específica.

Más específicamente, debido a que el software tiene una función de lectura/escritura, el software puede aprender por sí mismo sobre diversos parámetros requeridos o necesarios para una aplicación específica, tales como el volumen de trabajo de fluido que debe salir, cualquier fuga, la velocidad a la que se requieren salidas de fluido, fuerzas de ruptura requeridas para accionar un actuador y características de fricción de los actuadores para optimizar el tiempo que se requiere para alcanzar la presión deseada y minimizar el exceso y el defecto. El software también puede supervisar los cambios del volumen de trabajo, de modo que la dinámica del conjunto de válvula 10 pueda continuar optimizándose para cada presión objetivo ordenada.

Con referencia ahora a las figuras 15 a 18, se ilustra un ejemplo de conjunto de válvula 10 que incorpora el circuito de válvula ilustrado en las figuras 7 a 14. El conjunto de válvula 10 incluye la carcasa 12, la entrada 14, la salida 16, el escape 18, la ruta de presión secundaria 21 y el escape secundario 30. Como se muestra mejor en la figura 16, el conjunto de válvula 10 también incluye válvulas de llenado 20a a 20d, válvulas de descarga 22a a 22c, y el controlador 24. En la figura 16, las carcacas 32, que unen las válvulas de llenado 20a y 20b y las válvulas de descarga 22a y 22b al carcasa 12 mediante unos pernos 34, se han retirado para revelar la estructura de las válvulas de llenado 20a, 20b y las válvulas de descarga 22a, 22b. Las válvulas de llenado 20a, 20b y las válvulas de descarga 22a, 22b son válvulas operadas por piloto de solenoide que son accionadas por unos pilotos 36.

Cada una de las válvulas de llenado 20a y 20b incluye un pistón 38 que define un par de miembros de válvula 40. Las carcacas 32 para las válvulas de llenado 20a y 20b definen un orificio de válvula 42 (figuras 17 y 18) que incluye un asiento de válvula 44a para el miembro de válvula 40. El pistón 38 es accionado por el piloto 36, el miembro de válvula 40 se alejará del asiento de válvula 44a para permitir que el flujo a través de la válvula de llenado 20a, 20b presurice el conjunto de válvula 10.

Las válvulas de descarga 22a y 22b también incluyen cada una un pistón 38 que define un par de miembros de válvula 40a y 40b. Las carcacas 32 para las válvulas de descarga 22a y 22b definen un orificio de válvula 42 que incluye un par de asientos de válvula 44b y 44c para los miembros de válvula 40a y 40b, respectivamente. Las válvulas de descarga 22a y 22b incluyen un par de miembros de válvula 40a, 40b y un par de asientos de válvula 44b, 44c porque, como se indicó anteriormente, las válvulas de descarga 22a y 22b se comunican con el escape 18 cuando no están activadas, y crean una conexión de ruta de presión secundaria 21 hacia la salida 16 cuando están activadas. Cuando el pistón 38 es accionado por el piloto 36 (es decir, está activado), el miembro de válvula 40b se alejará del asiento de válvula 44c y el miembro de válvula 40c se moverá para acoplarse con el asiento de válvula 44b con el fin de evitar el flujo hacia el escape 18 y permitir el flujo a través de las válvulas de descarga 22a, 22b para presurizar la salida 16.

Las válvulas de llenado 20c, 20d y la válvula de descarga 22c son válvulas accionadas por solenoide. Cada válvula de llenado 20c, 20d y válvula de descarga 22c incluye cada una un vástago de válvula 46 que define un miembro de válvula 48 que está ubicado dentro de un orificio de válvula 50 formado en la carcasa 12. Los orificios de válvula 50 se comunican con conductos (no mostrados) que, en el caso de las válvulas de llenado 20c, 20d se comunican con la entrada 14 y la salida 16. El orificio 50 de la válvula de descarga 22c se comunica con la ruta de presión secundaria 21 y el escape secundario 30. Cuando se activa cada una de las válvulas de llenado 20c, 20d, los miembros de válvula 48 desbloquearán la entrada 14 y permitirán la comunicación con la ruta de presión secundaria 21 y la salida 16. Cuando se activa la válvula de descarga 22c, se bloquea.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de válvula (10), que comprende:
 - una carcasa (12) que tiene una entrada de fluido (14), una salida de fluido (16), un escape (18) y un escape secundario (30);
 - 5 una pluralidad de válvulas de llenado (20) que se comunican cada una con la entrada de fluido (14) y la salida de fluido (16);
 - una pluralidad de válvulas de descarga (22) que se comunican cada una con las válvulas de llenado (20), incluyendo la pluralidad de válvulas de descarga (22) al menos una primera válvula de descarga (22a) y una segunda válvula de descarga (22b) que se comunica con el escape (18) y la salida de fluido (16), y una
 - 10 tercera válvula de descarga (22c) que se comunica con el escape secundario (30);
 - la primera válvula de descarga (22a) permite que fluya a su través una mayor cantidad de fluido en comparación con la segunda válvula de descarga (22b);
 - un sensor de presión (26) configurado para generar una señal indicativa de una presión del fluido dentro de la carcasa (12); y
 - 15 un controlador (24) que está configurado, en base a una señal de comando recibida por el controlador que incluye una presión deseada que se emitirá desde la salida de fluido (16) en comparación con la señal indicativa de la presión del fluido, para abrir y cerrar selectivamente cada una de las válvulas de llenado (20) y cada una de las válvulas de descarga (22),
 - 20 en el que para presurizar y dar salida a un fluido del conjunto de válvula (10) a la presión deseada, el controlador (24) está configurado para abrir y cerrar selectivamente la pluralidad de válvulas de llenado (20) y la pluralidad de válvulas de descarga (22) hasta que se alcanza la presión deseada,
 - caracterizado** por que, cuando las válvulas de descarga primera y segunda (22a y 22b) están cerradas, se permite que el fluido fluya desde la salida de fluido (16) a través de cada una de las válvulas de descarga primera y segunda (22a y 22b) hasta el escape (18).
- 25 2. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que para reducir la presión de la salida de fluido desde la salida de fluido (16), el controlador (24) está configurado para abrir y cerrar selectivamente varias de la pluralidad de válvulas de descarga (22) con el fin de permitir que el fluido salga del conjunto de válvula (10) a través del escape (18).
- 30 3. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que durante la presurización del fluido, se abren la pluralidad de válvulas de llenado (20) y se cierran la pluralidad de válvulas de descarga (22).
4. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 3, en el que a medida que el fluido se acerca a la presión deseada, el controlador (24) está configurado para cerrar algunas de las válvulas de llenado (20) y mantener algunas de las válvulas de llenado (20) en una posición abierta hasta alcanzar la presión deseada.
- 35 5. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 4, en el que a medida que el fluido se presuriza a la presión deseada, si el sensor de presión (26) genera una señal que indica que la presión del fluido es mayor que la presión deseada, el controlador (24) está configurado para cerrar las válvulas de llenado (20) y abrir al menos una de las válvulas de descarga (22) con el fin de reducir la presión de fluido hasta alcanzar la presión deseada.
- 40 6. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que el controlador (24) incluye un circuito accionador de válvula (28) en comunicación con cada una de las válvulas de llenado (20) y cada una de las válvulas de descarga (22), estando configurado el circuito accionador de válvula (28) para aplicar una tensión a cada una de las válvulas de llenado (20) y a cada una de las válvulas de descarga (22) para abrir y cerrar cada una de las válvulas de llenado (20) y cada una de las válvulas de descarga (22).
- 45 7. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 6, en el que cada una de las válvulas de llenado (20) y cada una de las válvulas de descarga (22) son una válvula accionada por solenoide o una válvula de solenoide accionada por piloto.
8. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de válvulas de llenado (20) incluye al menos una primera válvula de llenado (20a) y una segunda válvula de llenado (20b), permitiendo la primera válvula de llenado (20a) que fluya una mayor cantidad de fluido a través de la misma en comparación con la segunda válvula de llenado (20b).
- 50 9. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 8, en el que a medida que el fluido se acerca a la presión deseada, el controlador (24) está configurado para cerrar en primer lugar la primera válvula de llenado (20a) antes de cerrar la segunda válvula de llenado (20b).

- 5 10. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que a medida que el fluido se presuriza a la presión deseada, si el sensor de presión (26) genera una señal que indica que la presión del fluido es mayor que la presión deseada, el controlador (24) está configurado para cerrar las válvulas de llenado (20) y abrir al menos una de las válvulas de descarga primera y segunda (22a, 22b) para reducir la presión del fluido hasta que se alcance la presión deseada.
11. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que cuando están abiertas la primera válvula de descarga (22a) y la segunda válvula de descarga (22b), se permite que el fluido fluya a través de la primera válvula de descarga (22a) y la segunda válvula de descarga (22b) hacia la salida de fluido (16).
- 10 12. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 1, en el que cuando la presión en el conjunto de válvula (10) debe reducirse desde la presión deseada hasta una presión objetivo, el controlador (24) está configurado para abrir la pluralidad de válvulas de descarga (22).
13. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 12, en el que a medida que el fluido se acerca a la presión objetivo, el controlador (24) está configurado para cerrar la primera válvula de descarga (22a) y mantener la segunda válvula de descarga (22b) en una posición abierta hasta que se alcanza la presión objetivo.
- 15 14. El conjunto de válvula (10) según la reivindicación 13, en el que a medida que la presión del fluido se reduce hasta la presión objetivo, si el sensor de presión (26) genera una señal que indica que la presión del fluido es menor que la presión objetivo, el controlador (24) está configurado para cerrar la segunda válvula de descarga (22b) y abrir al menos la segunda válvula de llenado (20b) para elevar la presión hasta la presión objetivo.

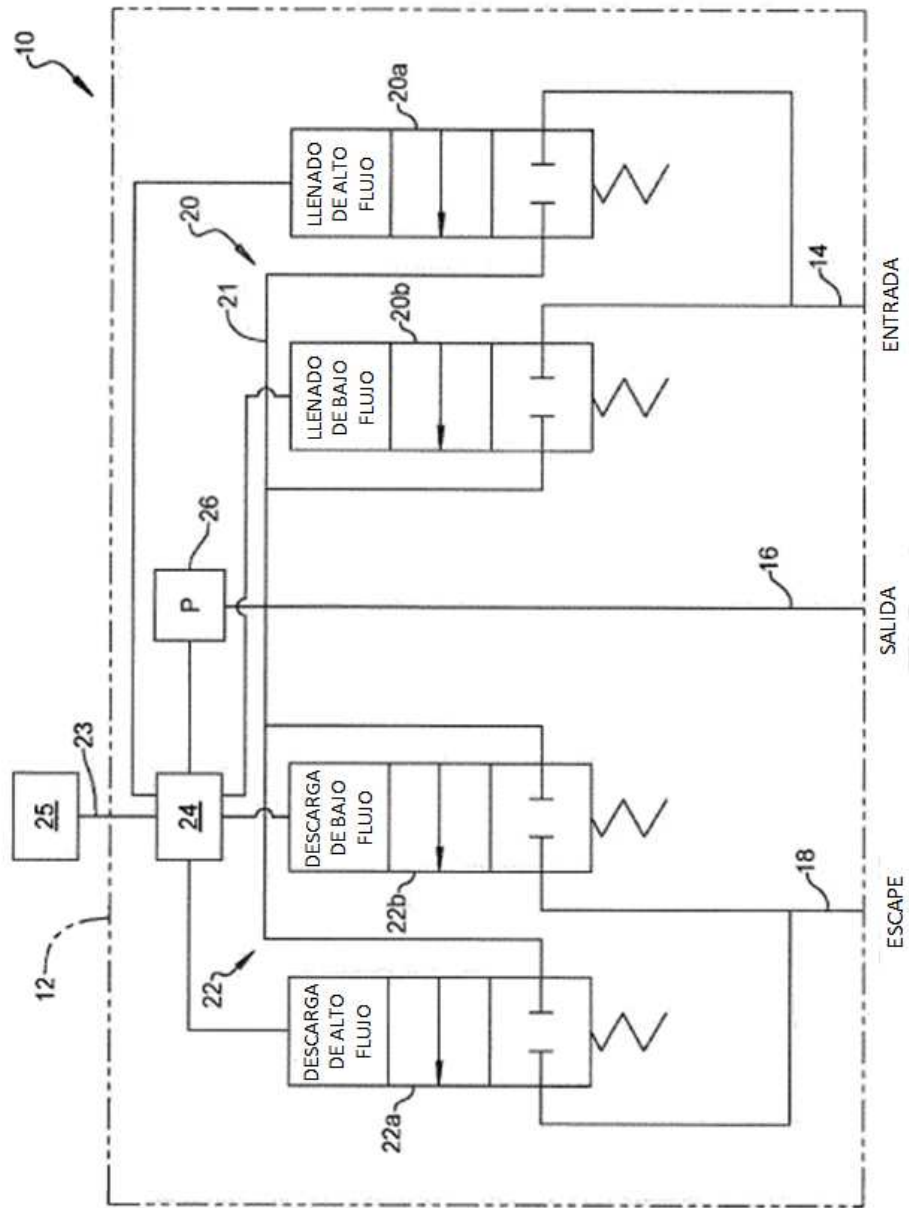


FIG. 1

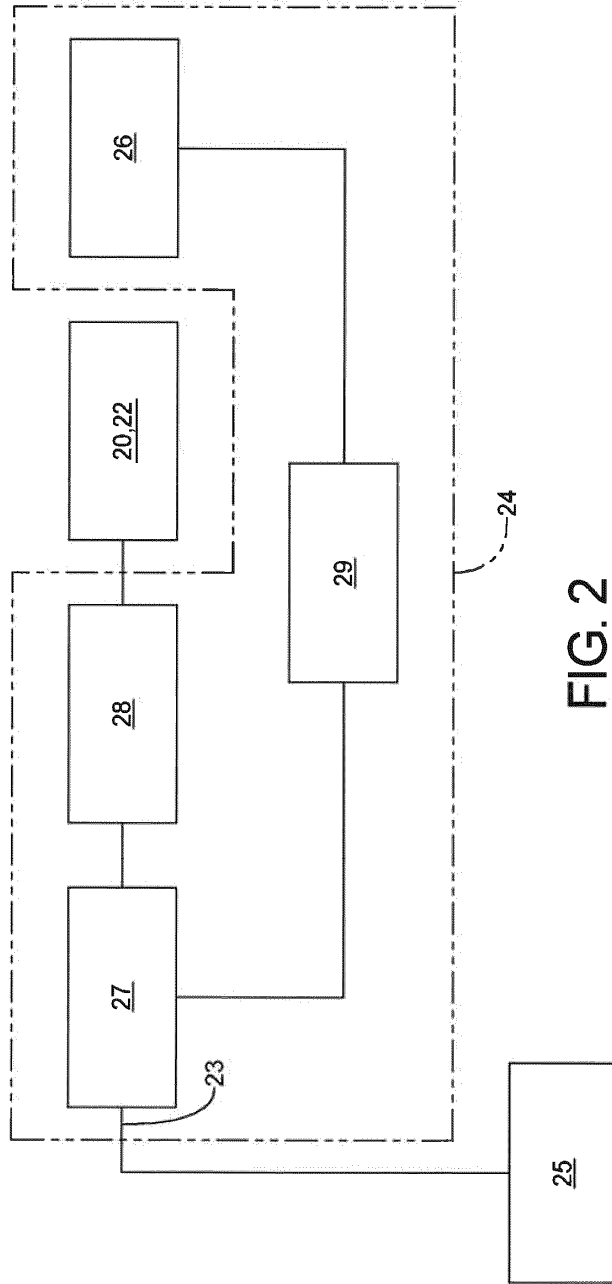


FIG. 2

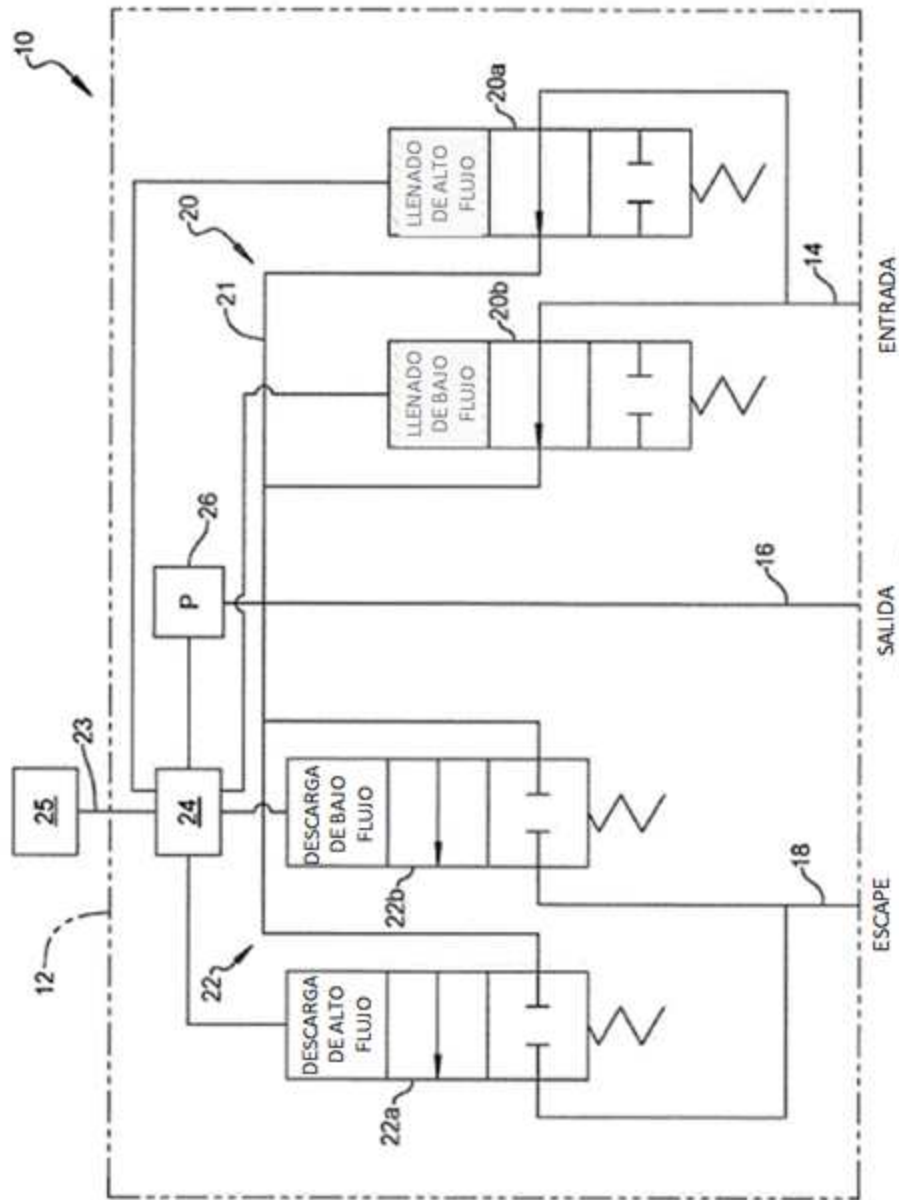


FIG. 3

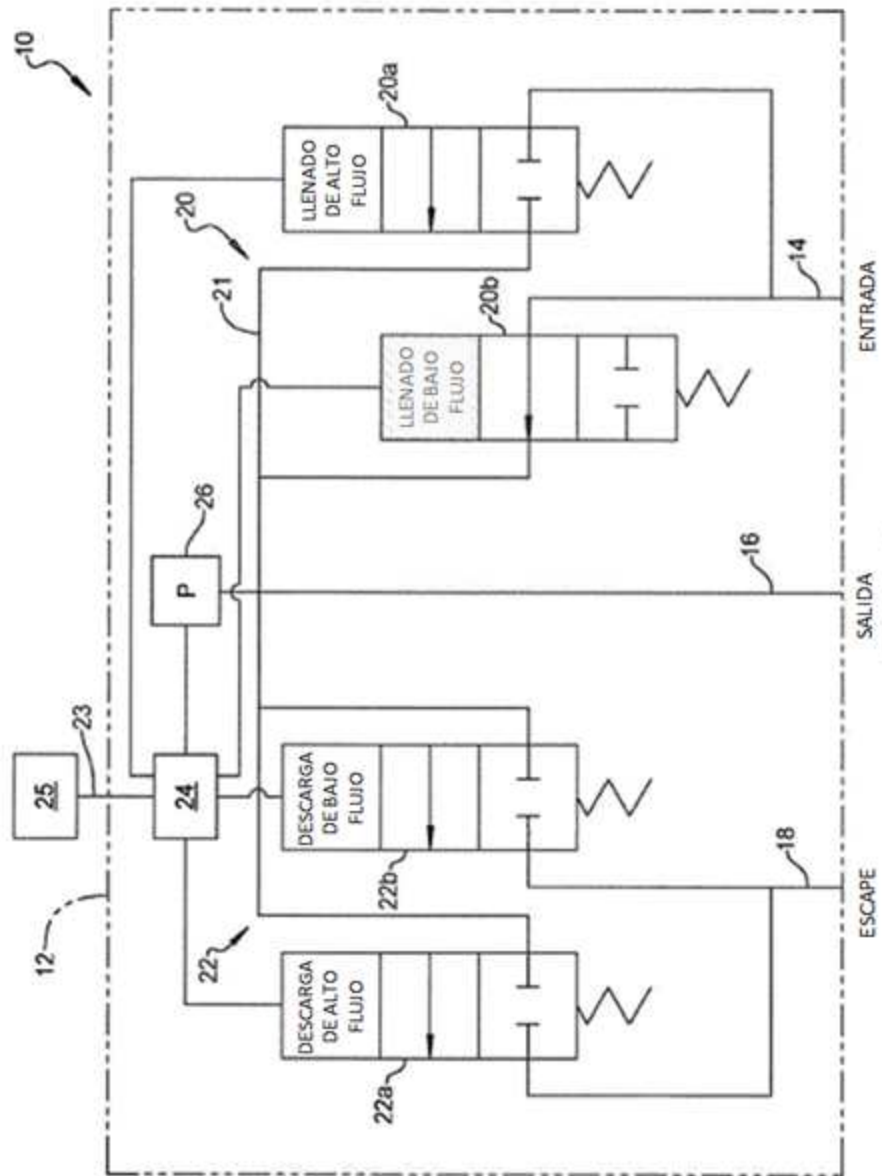


FIG. 4

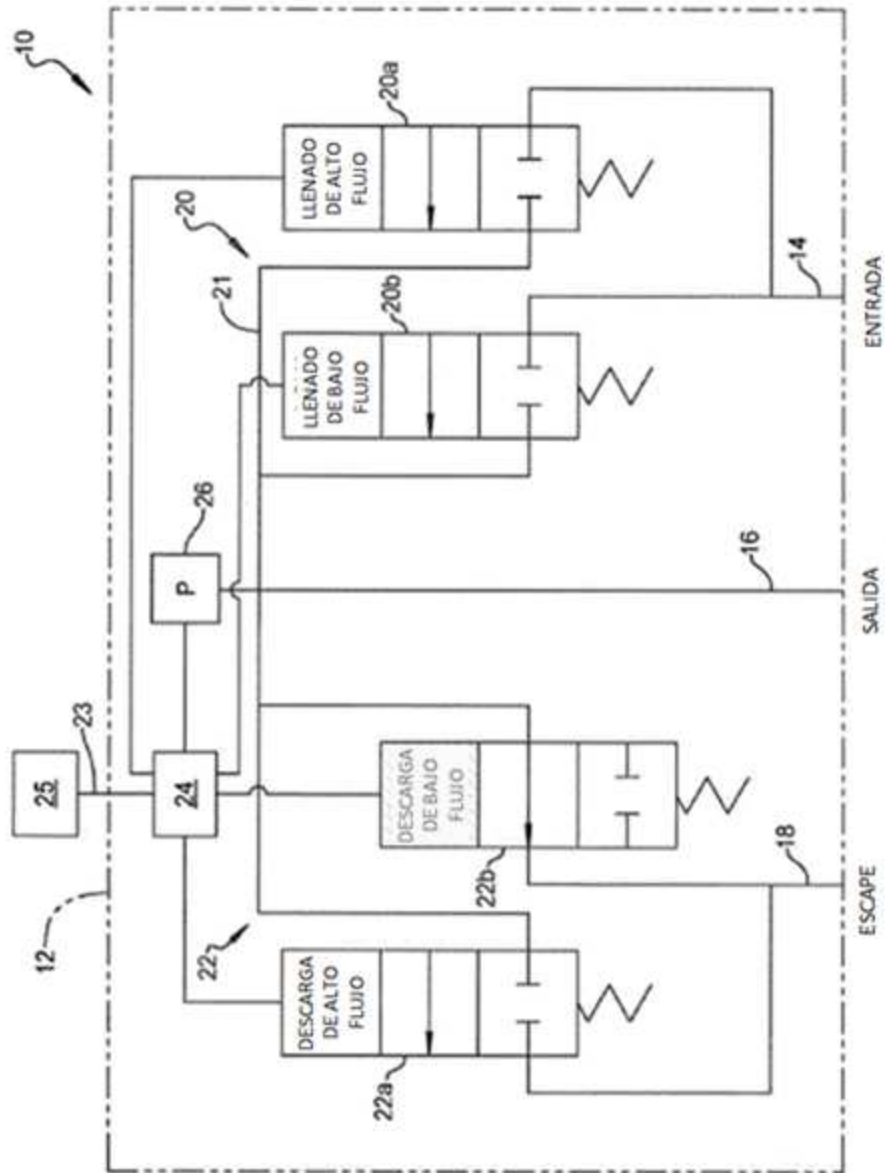


FIG. 5

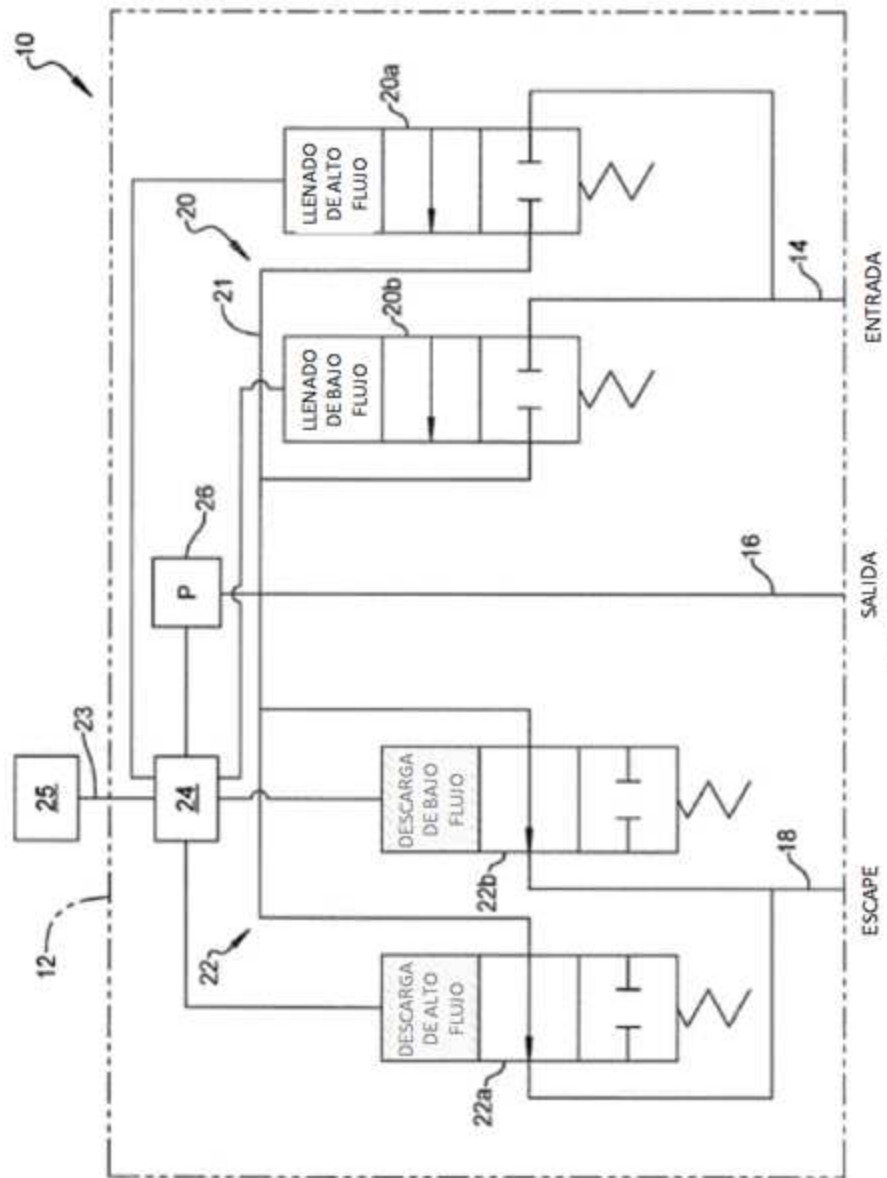


FIG. 6

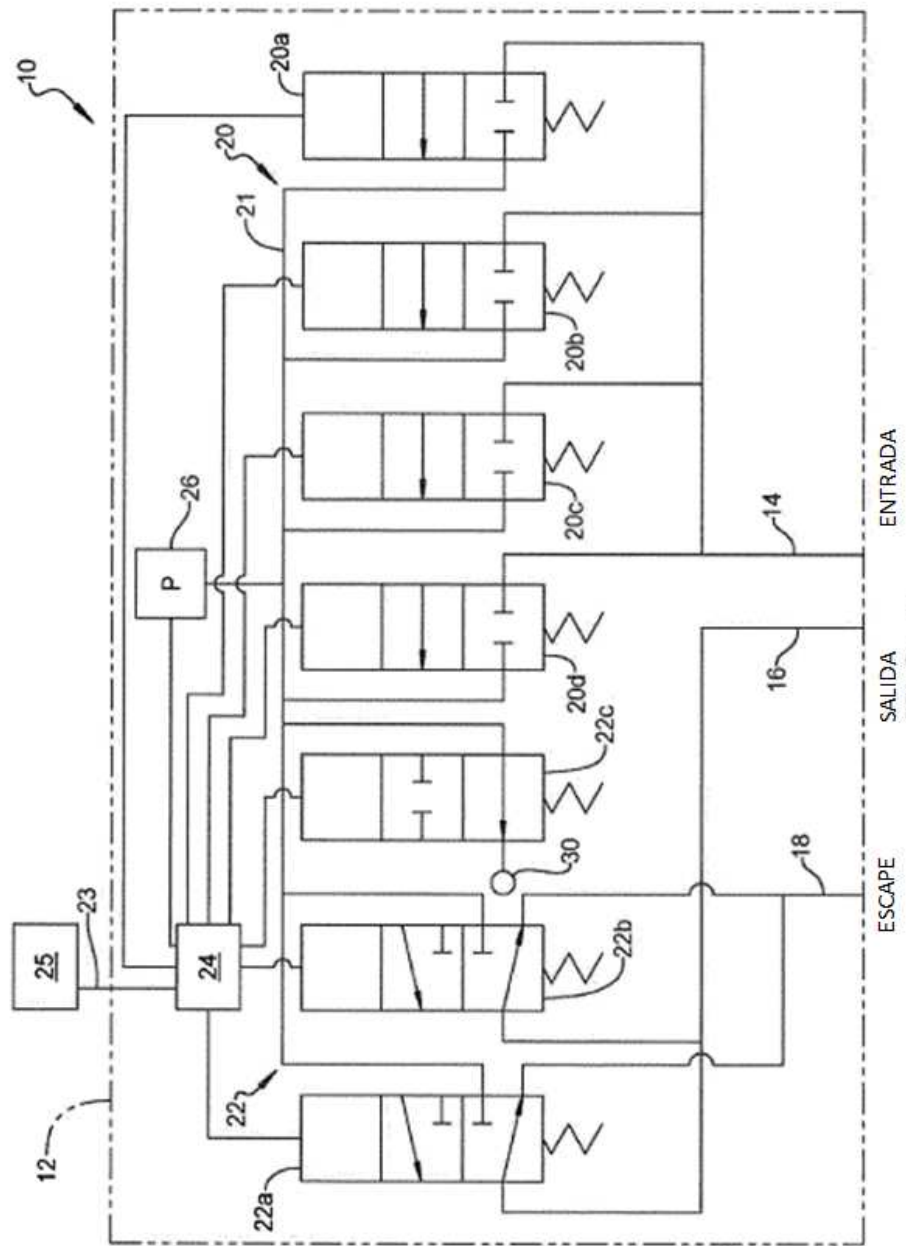


FIG. 7

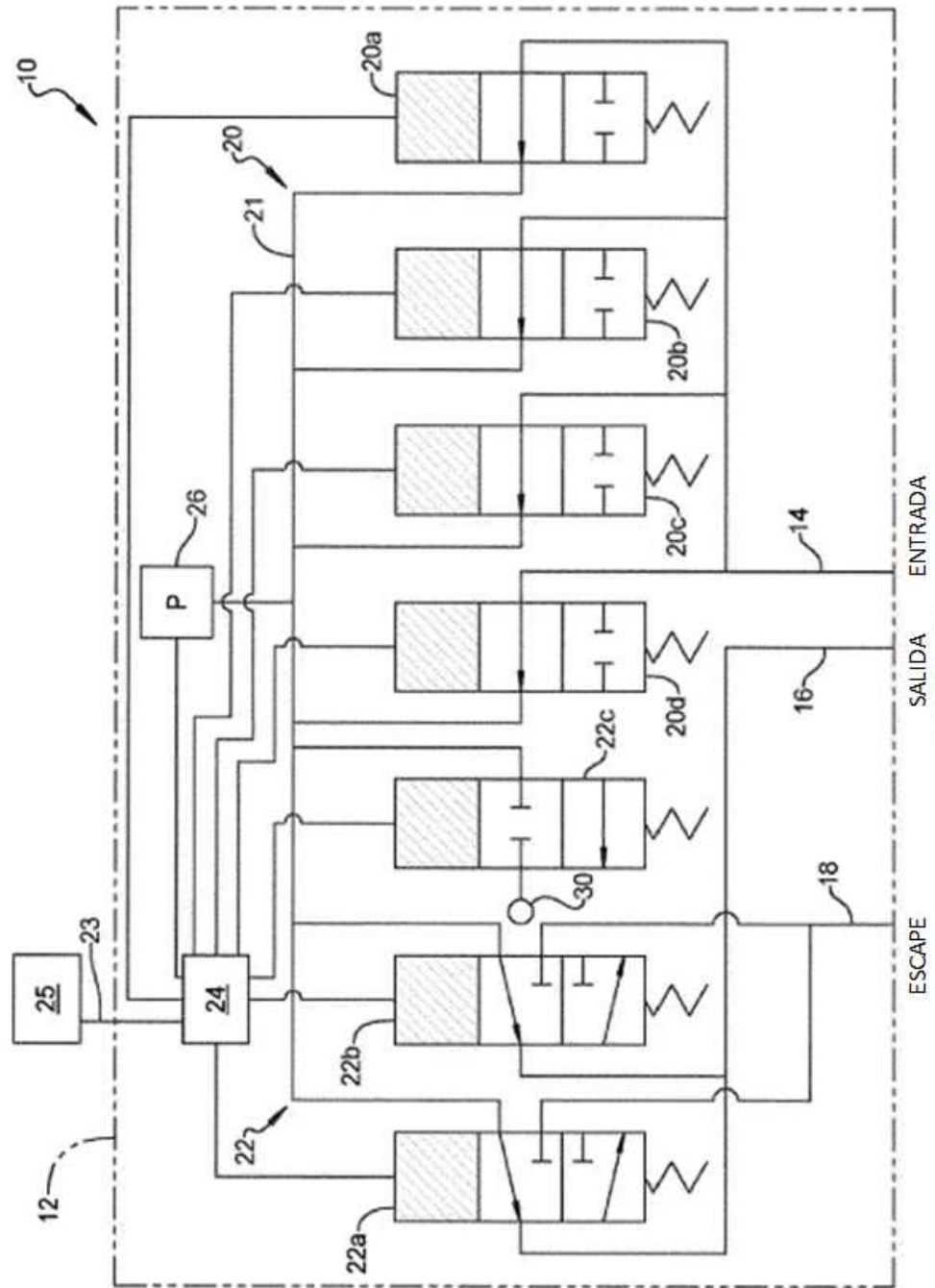


FIG. 8

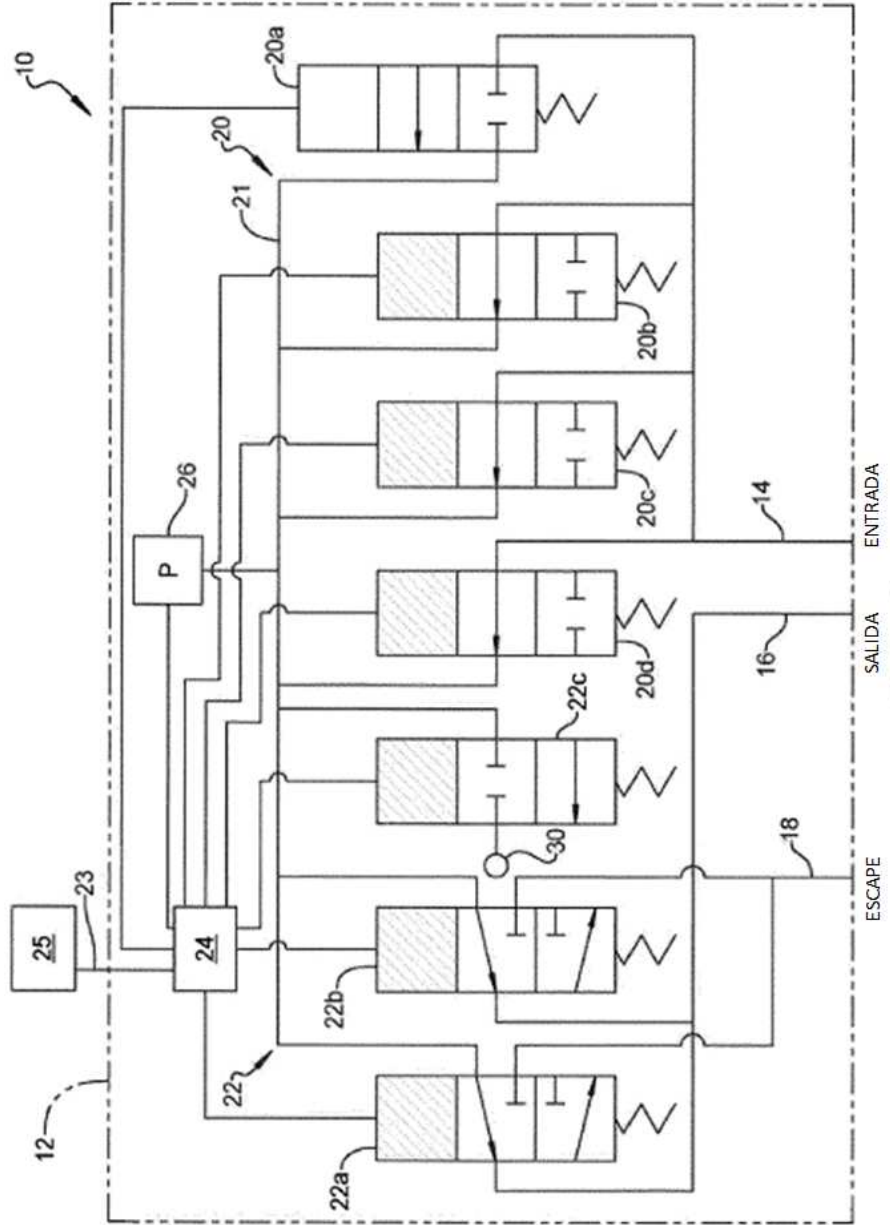


FIG. 9

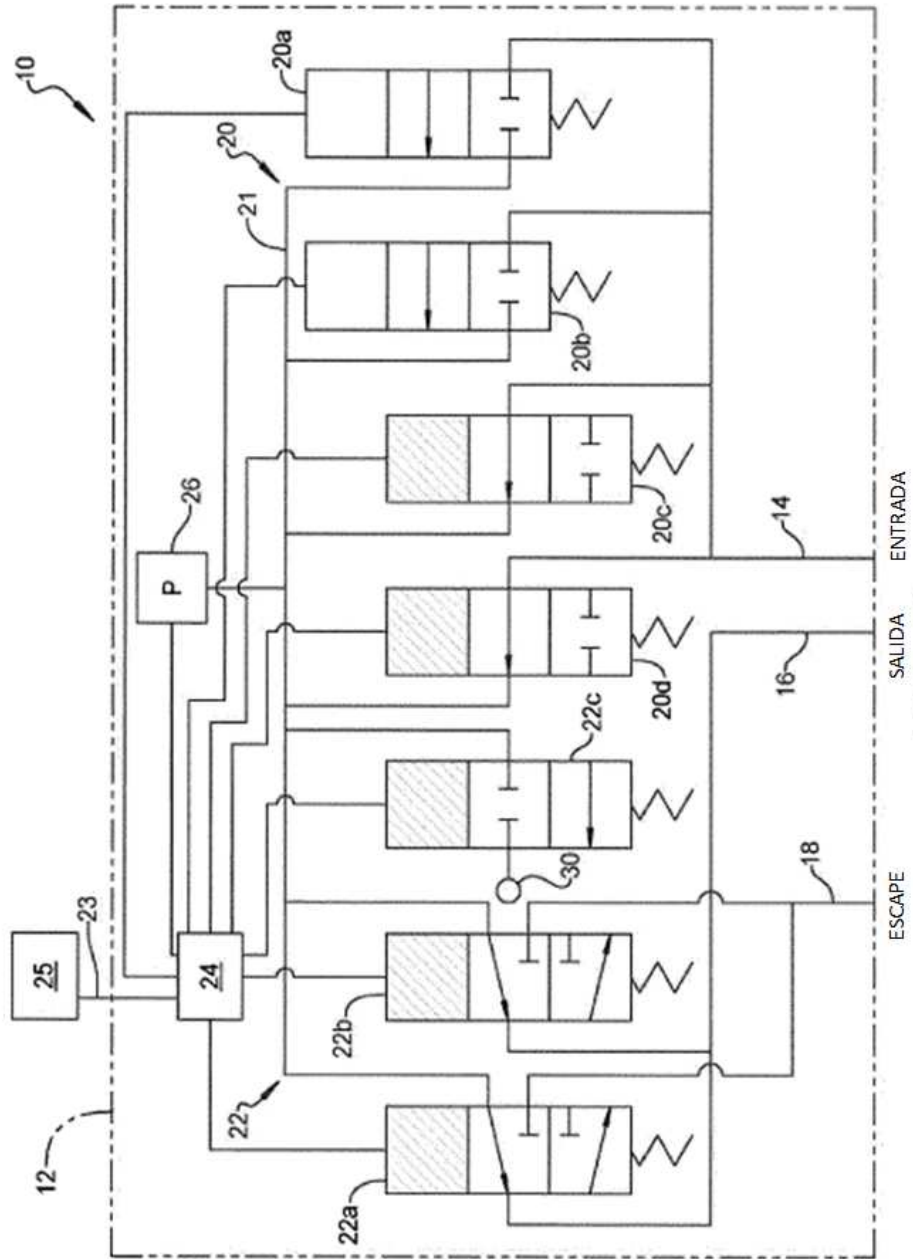


FIG. 10

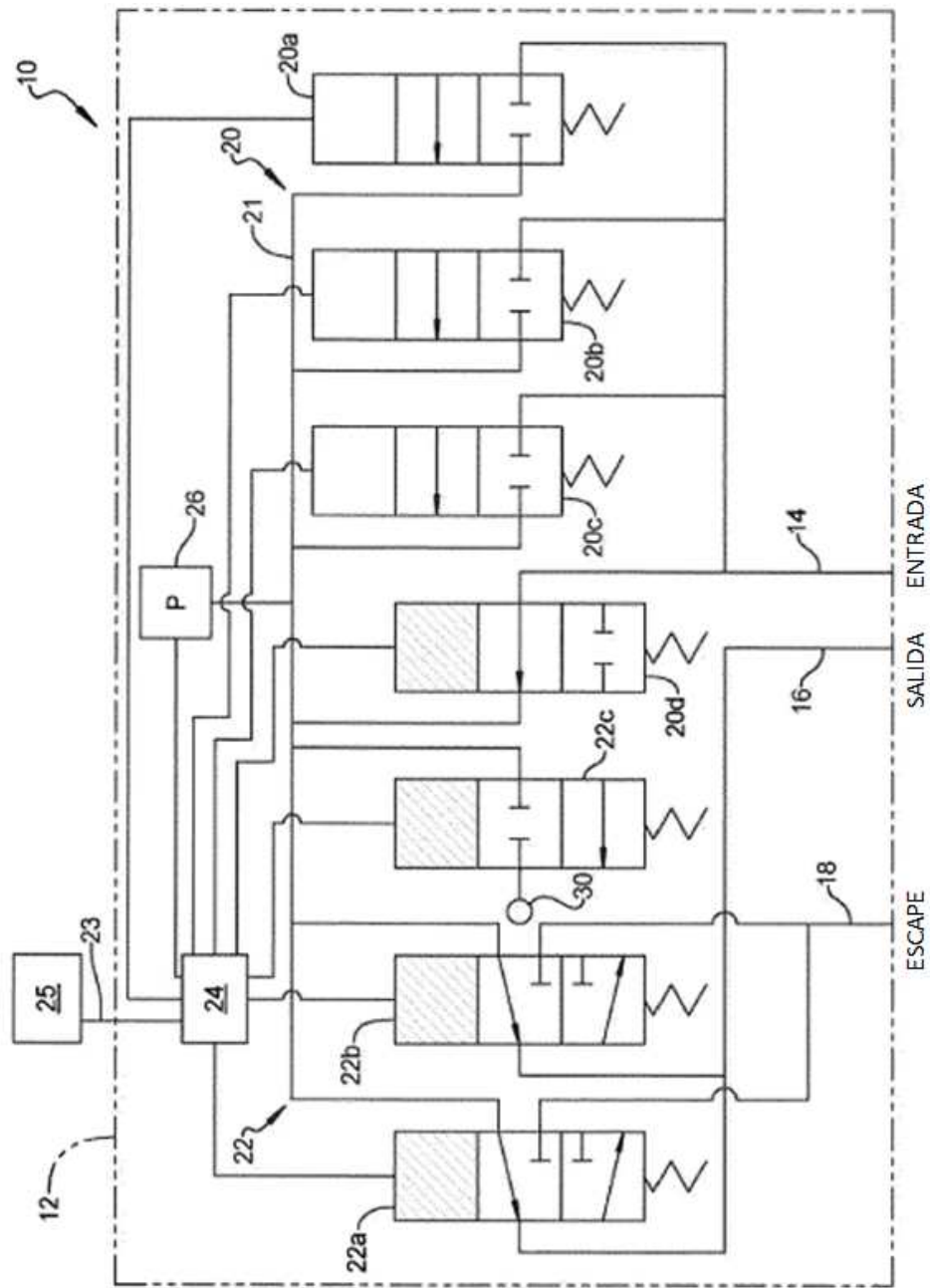


FIG. 11

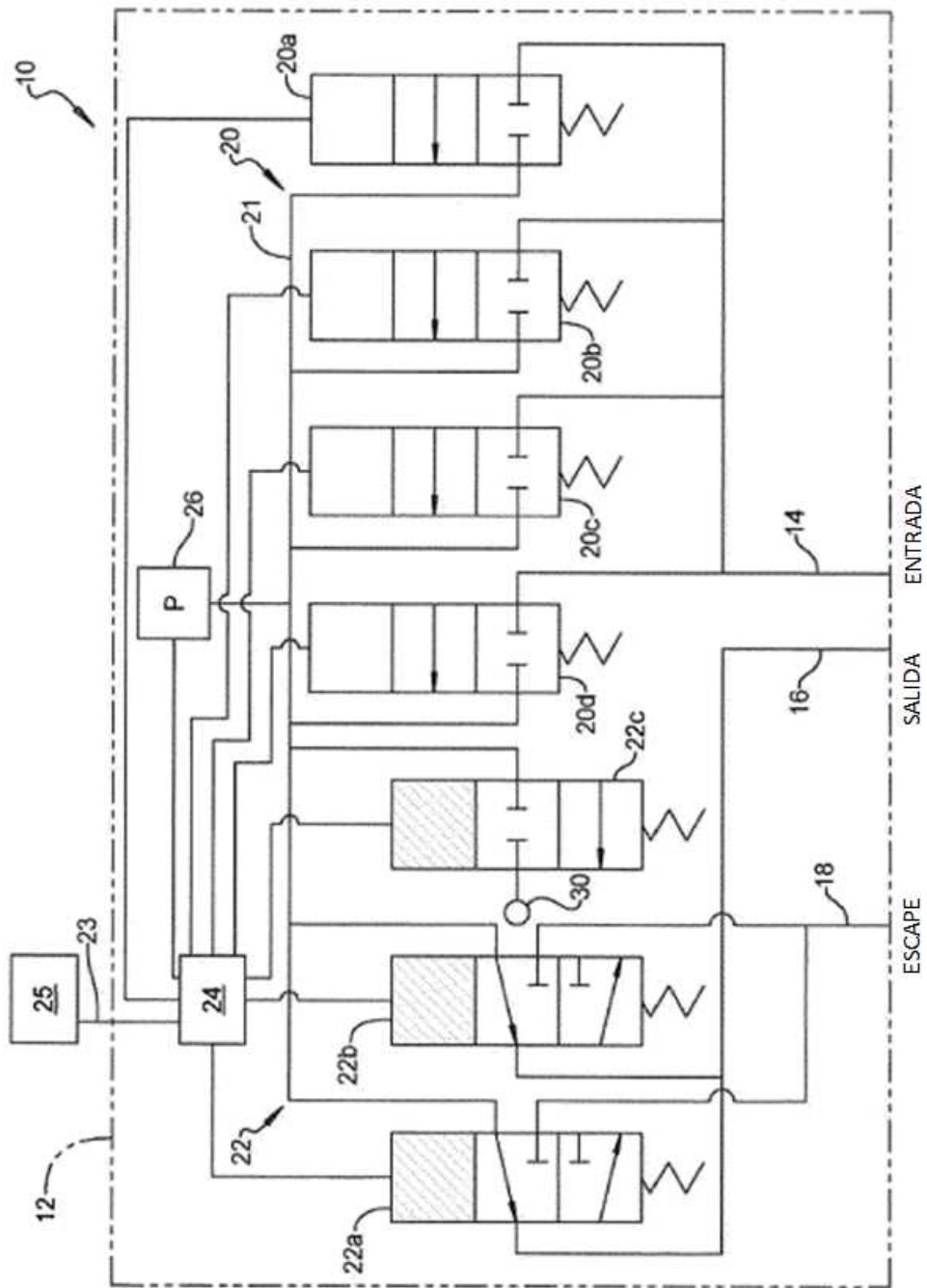


FIG. 12

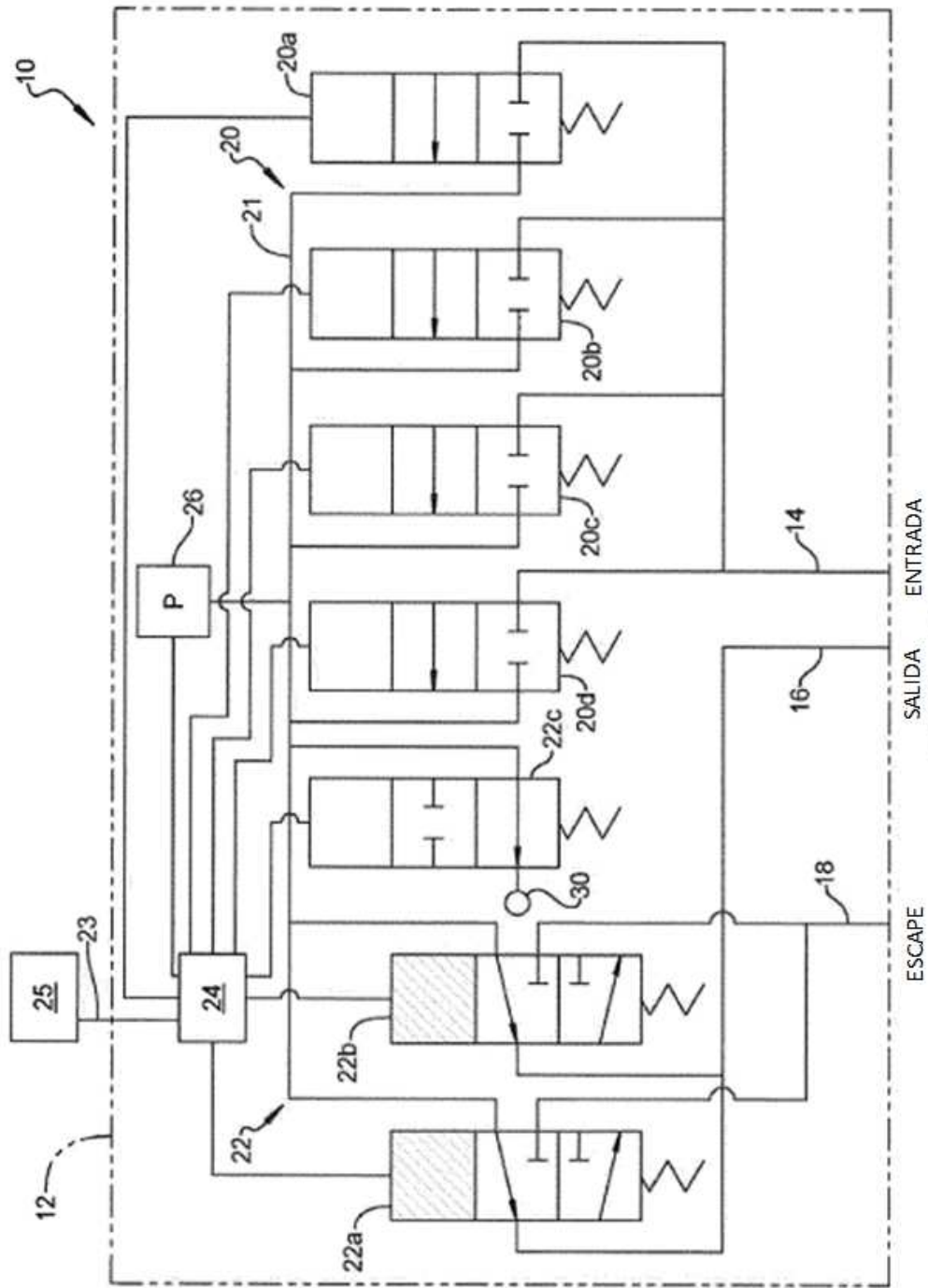


FIG. 13

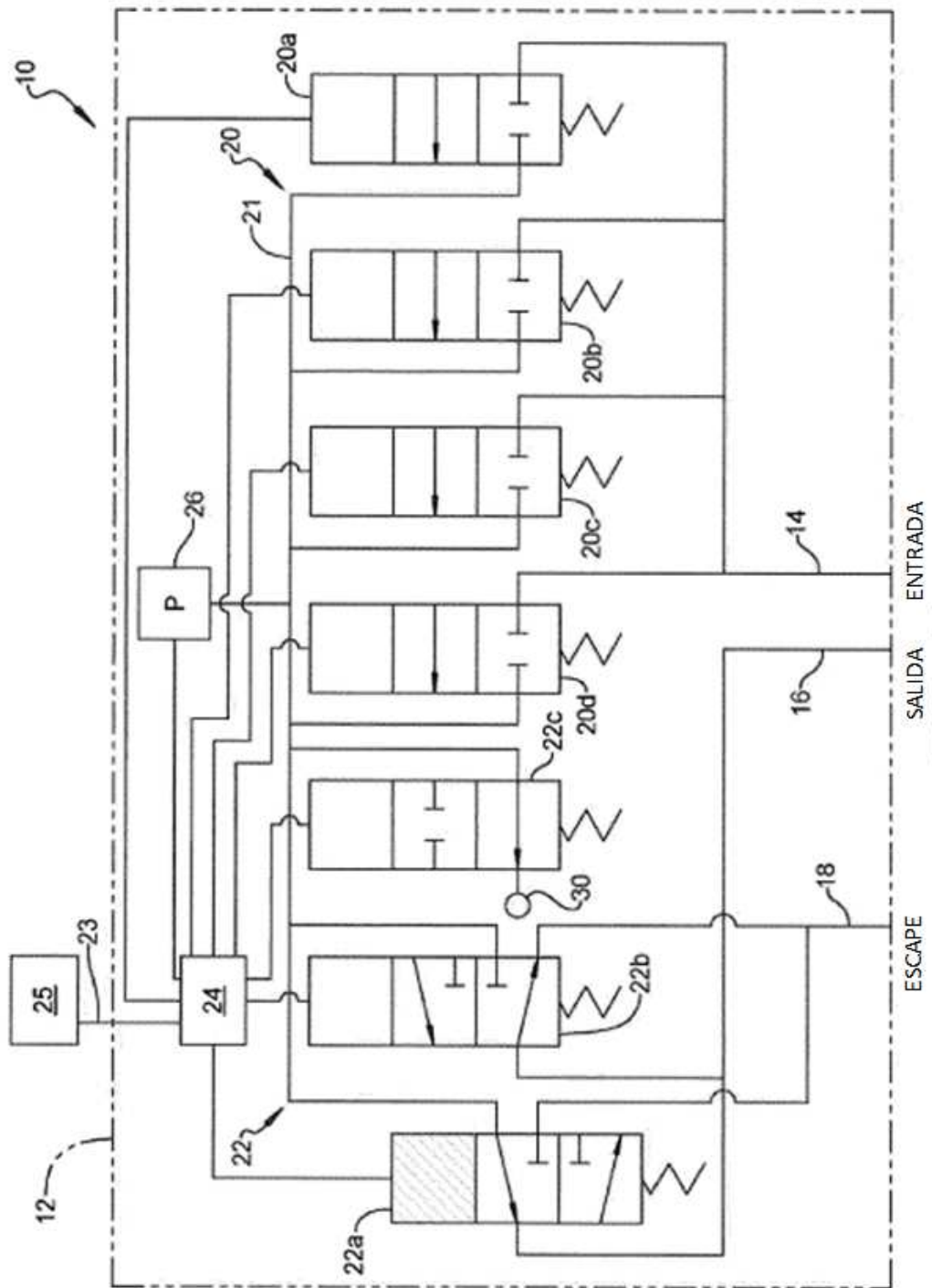


FIG. 14

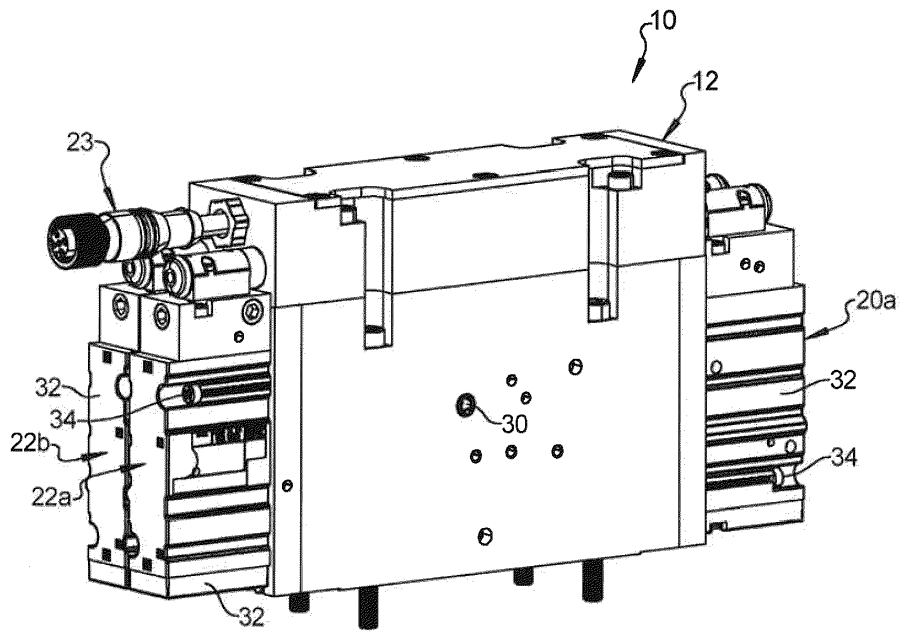


FIG. 15

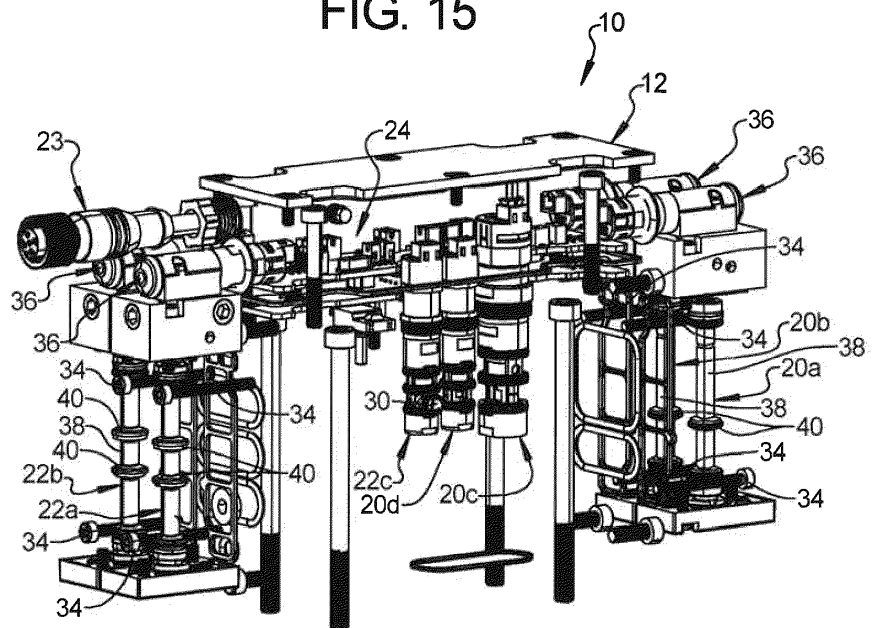


FIG. 16

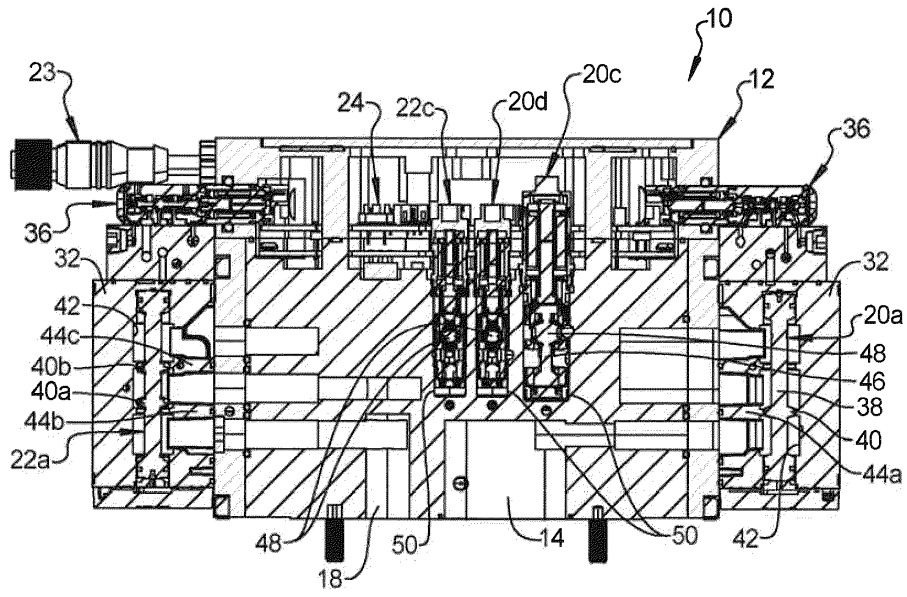


FIG. 17

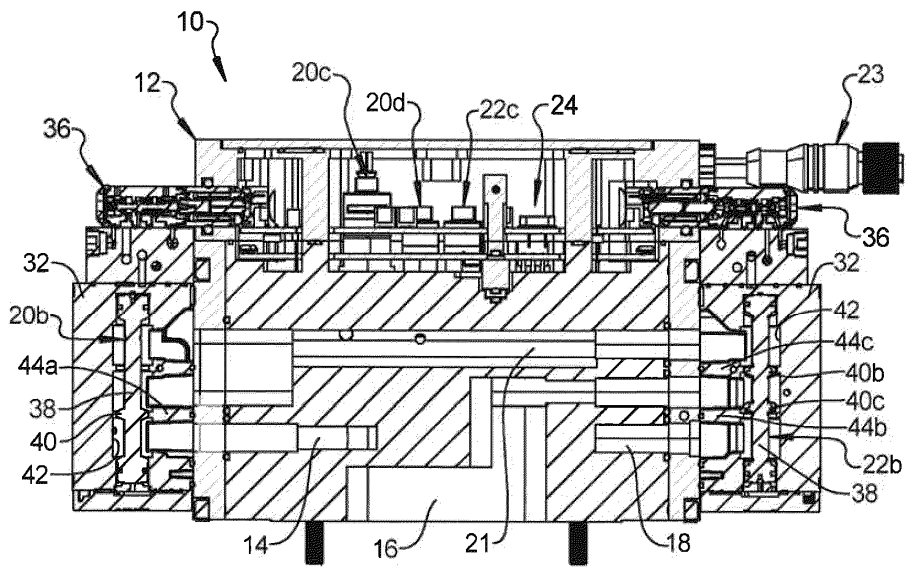


FIG. 18