

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 882 148**

51 Int. Cl.:

F16K 37/00 (2006.01)

F15B 19/00 (2006.01)

F16K 31/122 (2006.01)

F16K 31/124 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2018** **E 18171138 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021** **EP 3567288**

54 Título: **Controlador de válvula y método de control de una válvula**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2021

73 Titular/es:

ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
Box 73
221 00 Lund, SE

72 Inventor/es:

PRIISHOLM, THOMAS y
MADSEN, KARSTEN SCHACK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 882 148 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 válvula y método de control de una válvula

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general al control de válvulas de fluido y a controladores de válvulas, así como a su implementación en entornos industriales y, en particular, a técnicas para facilitar la configuración e instalación de válvulas de fluido y controladores de válvulas.

10 Antecedentes

Existen muchos tipos diferentes de válvulas de fluido que se implementan en diversas aplicaciones industriales. Tales válvulas de fluido incluyen válvulas de asiento tanto del tipo de asiento único como del tipo de asiento doble, así como válvulas de membrana, válvulas de mariposa, etc. Las válvulas de fluido pueden diseñarse como válvulas de cierre, válvulas de cambio, válvulas mezcladoras, válvulas reguladoras de presión, válvulas de control, válvulas de muestreo, etc. Las válvulas de fluido también pueden estar equipadas con funciones de elevación del asiento para facilitar la limpieza, lo que da lugar a configuraciones alternativas adicionales de las válvulas de fluido.

En aplicaciones industriales, las válvulas de fluido están dispuestas para influir y controlar un proceso de forma específica, por ejemplo, en una planta de proceso. Por lo tanto, la planta de proceso puede involucrar una gran cantidad de válvulas de fluido, y cada válvula de fluido puede necesitar ser controlada con precisión para realizar una tarea específica en un momento específico. También puede ser vital identificar las válvulas de fluido defectuosas de forma oportuna. Estos objetivos requieren alguna forma de control del proceso.

Para el control de procesos, es común conectar eléctricamente las válvulas de fluido a una red de control, en el que un controlador principal opera para controlar la operación de las válvulas de fluido, posiblemente basándose en datos recuperados de las válvulas de fluido, así como de otros componentes como sensores incluidos en la red de control. Para reducir la demanda en el controlador principal, se conoce proporcionar a cada válvula de fluido un controlador de válvula que está conectado a la válvula para controlar su operación basándose en comandos o señales de control del controlador principal. Por tanto, el controlador de válvula incluye al menos alguna forma de inteligencia, siendo operable para reconocer y actuar sobre las señales de control.

Para la detección oportuna de fallos, los controladores de válvula pueden configurarse para ejecutar una prueba de autodiagnóstico durante su operación regular e informar al controlador principal siempre que se detecte una condición de error. Durante la prueba de autodiagnóstico, el controlador de válvula puede evaluar uno o más criterios de validación que son relevantes para la detección de fallos en la válvula que está siendo operada por el controlador de válvula. Algunos de estos criterios de validación pueden ser específicos de un tipo de válvula en particular. El uso de criterios de validación específicos del tipo puede hacer que la configuración e instalación de los controladores de válvula sean más engorrosas para el operador de la red de control, para garantizar que cada controlador de válvula opera con los criterios de validación adecuados. Un criterio de validación relevante se relaciona con la evaluación de si la válvula está en un estado deseado según lo solicitado por el controlador principal. Por ejemplo, es importante evaluar si la válvula está en un estado abierto, un estado cerrado o un estado de elevación del asiento según lo solicitado el controlador principal. Esta evaluación se puede realizar determinando la posición de un disco de válvula que coopera con un asiento de válvula.

La dificultad de asegurar que el controlador de válvula funcione con un criterio de validación adecuado puede ser particularmente pronunciada si el controlador de válvula es genérico en el sentido de que se puede usar el mismo controlador de válvula con diferentes tipos de válvulas. Alfa Laval comercializa, por ejemplo, un controlador de válvula de este tipo con la marca comercial Think-Top®.

El documento EP3141971A1 desvela un controlador de válvula para una válvula que comprende válvulas piloto para controlar la posición de los discos de válvula y sensores que proporcionan lecturas de sensor indicativas de la posición de los discos de válvula. Las lecturas del sensor obtenidas cuando las válvulas piloto colocan los discos de válvula en diferentes posiciones se almacenan como parámetros de configuración. Los parámetros de configuración se pueden usar en la operación posterior de la válvula para verificar que la válvula opera como se espera.

El documento EP3112733A1 desvela un controlador de válvula para una válvula configurada para ejecutar una fase de configuración en la que un elemento de control de flujo que tiene un disco de válvula se establece en un primer y segundo estado predefinido. Un primer y un segundo valor de posición nominal indicativos de la posición del elemento de control de flujo se adquieren cuando el miembro de control de flujo está en el primer y segundo estados predefinidos, respectivamente. Basándose en el primer y segundo valores de posición nominales, la válvula se asigna a un tipo de válvula y se selecciona un criterio de validación basándose en el tipo de válvula. El criterio de validación define un intervalo aceptable de valores de posición para el elemento de control de flujo mientras se encuentra en uno de los primeros y segundos estados predefinidos.

El documento WO 2017/147846 A1 desvela un controlador de válvula de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un método correspondiente. El aparato y el método de la técnica anterior detectan automáticamente la configuración de fallo de un accionador neumático. Un módulo de control está acoplado operativamente al accionador, y el accionador está acoplado operativamente a una válvula que tiene un miembro de control de flujo. Una válvula piloto transduce una señal de control eléctrica en una señal de control neumático para controlar la operación de una salida de fluido de control que suministra fluido de control presurizado que hace que un eje de accionamiento acoplado al miembro de control de flujo se desplace en una dirección. El accionador puede ser un accionador de un solo efecto, en cuyo caso, un resorte de retorno hace que el eje de accionamiento y, por tanto, el miembro de control de flujo se desplace en una dirección opuesta en ausencia de fluido de control presurizado. Como alternativa, el accionador puede ser un accionador de doble efecto, en cuyo caso otra válvula piloto transduce una señal de control eléctrico en una señal de control neumático para controlar la operación de otra salida de fluido de control que suministra fluido de control presurizado que hace que el eje de accionamiento acoplado al miembro de control de flujo se desplace en una dirección opuesta. De este modo, el miembro de control de flujo se puede desplazar entre una posición cerrada y una posición abierta. Un sensor de posición mide los datos correspondientes a la posición del miembro de control de flujo. Cuando un número de válvulas piloto incluidas en el módulo de control indican un accionador de doble efecto, la configuración de falla del accionador se determina basándose en el número de válvulas piloto. En caso de un accionador de doble efecto, se puede recopilar un primer valor de medición cuando solo se ha activado la primera válvula piloto, se puede recopilar un segundo valor de medición cuando se han desactivado tanto la primera como la segunda válvula piloto y se puede recopilar un tercer valor de medición cuando solo se ha activado la segunda válvula piloto. El primer y tercer valores de medición pueden compararse con un umbral de intervalo de movimiento. Cuando el número de válvulas piloto incluidas en el módulo de control es indicativo de un accionador de un solo efecto, la configuración de fallo del accionador se determina comparando un primer valor de medición obtenido en respuesta al movimiento del miembro de control de flujo en una primera dirección a una primera posición y un segundo valor de medición obtenido en respuesta al movimiento del miembro de control de flujo en una segunda dirección opuesta la primera dirección a una segunda posición. La determinación de la configuración de fallo de un accionador de un solo efecto comprende además determinar si una diferencia entre el primer y segundo valores de medición satisface un umbral de intervalo de medición. De forma adicional, la determinación de la configuración de fallo de un accionador de un solo efecto puede comprender determinar instancias adicionales del primer y segundo valores de medición, determinar una primera desviación estándar para todos los casos del primer valor de medición y una segunda desviación estándar para todos los casos del segundo valor de medición y determinar si la primera y la segunda desviaciones estándar satisfacen un umbral de repetibilidad.

Sumario

Un objetivo de la invención es mejorar la técnica anterior.

Otro objetivo es facilitar el procedimiento de configuración de un controlador de válvula para controlar una válvula.

Todavía otro objetivo es aumentar la fiabilidad del procedimiento de configuración de un controlador de válvula para controlar una válvula.

Otro objetivo es proporcionar una alternativa a la técnica anterior.

Uno o más de estos objetivos, así como otros objetivos que pueden aparecer en la descripción siguiente, se logran al menos en parte mediante un controlador de válvula, una disposición de válvula que comprende un controlador de válvula y un método para controlar una válvula de acuerdo con las reivindicaciones independientes, estando definidas sus realizaciones por las reivindicaciones dependientes.

Un primer aspecto es un controlador de válvula para una válvula que comprende un accionador acoplado mecánicamente a al menos un elemento de control de flujo. El controlador de válvula comprende una unidad de control y al menos una válvula piloto para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo activando el accionador permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador y desactivando el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador. El controlador de válvula comprende un sensor de posición conectado a la unidad de control para obtener una señal de posición indicativa de la posición de uno de dicho al menos un elemento de control de flujo y al menos un circuito de detección de válvulas piloto. El controlador de válvula está configurado además para ejecutar una fase de configuración que comprende establecer, por medio de dicho al menos un circuito de detección de válvulas piloto, un número entero de válvulas pilotos correspondiente al número de dicha al menos una válvula piloto que está/están conectadas a la unidad de control, y que determina un criterio de tolerancia para la señal de posición basándose en el número entero de válvulas piloto. El controlador de válvula puede realizar una autoconfiguración. El criterio de tolerancia se selecciona automáticamente. Basando el criterio de tolerancia en el número entero de válvulas piloto, la configuración del controlador de válvula se facilita y simplifica. La fase de configuración comprende controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo por medio de dicha al menos una válvula piloto para establecer el uno o más elementos de control de flujo en una pluralidad de estados predefinidos, y adquirir, desde la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo se encuentra en al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal para cada uno de dichos al menos dos de los estados predefinidos. El criterio de tolerancia define un intervalo aceptable de valores de posición

para el uno o más elementos de control de flujo, como lo indica la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo se encuentra en uno de los estados predefinidos. El criterio de tolerancia da una desviación aceptable para el valor de posición en relación con el valor de posición nominal.

- 5 En una realización, el intervalo aceptable de valores de posición tiene una relación predefinida con uno de los valores de posiciones nominales, y el controlador de válvula está configurado para establecer el intervalo aceptable de valores de posición en la relación predefinida con dicho uno de los valores de posiciones nominales.

- 10 En una realización, la determinación de un criterio de tolerancia comprende, si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno, seleccionar un criterio de tolerancia primario.

- 15 En una realización, la determinación de un criterio de tolerancia comprende, si el número entero de válvulas piloto es uno, asignar, basándose en un primer valor de posición nominal y un segundo valor de posición nominal de los valores de posición nominales adquiridos, la válvula a un tipo de válvula entre un grupo de tipos de válvula y seleccionar un criterio de tolerancia secundario para la válvula basándose en dicho tipo de válvula.

- 20 En una realización, la selección del criterio de tolerancia secundario comprende, si la válvula es de un primer tipo de válvula, seleccionar un primer criterio de tolerancia, y, si la válvula es de un segundo tipo de válvula, seleccionar un segundo criterio de tolerancia.

- 25 En una realización, el primer valor de posición nominal se adquiere mientras dicho al menos un elemento de control de flujo está en un primer estado predefinido, y el segundo valor de posición nominal se adquiere mientras dicho al menos un elemento de control de flujo está en un segundo estado predefinido.

- 30 En una realización, el controlador de la válvula está configurado para recibir una señal de control de válvula para controlar un flujo de fluido a través de la válvula y generar una señal de estado, y el controlador de la válvula está configurado además para, posterior a la fase de configuración, realizar una fase de control de flujo que comprende controlar el accionador basándose en la señal de control de válvula, controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo para establecer el uno o más elementos de control de flujo en uno de los estados predefinidos basándose en la señal de control de válvula, evaluar el criterio de tolerancia y generar la señal de estado para indicar un estado de error si se viola el criterio de validación.

- 35 Un segundo aspecto es una disposición de válvula que comprende el controlador de válvula anterior y una válvula. La válvula comprende un alojamiento de válvula, al menos una abertura de entrada en el alojamiento de válvula, al menos una abertura de salida en el alojamiento de válvula, un canal de fluido definido en el alojamiento de válvula para extenderse entre la al menos una abertura de entrada y la al menos una abertura de salida, al menos un elemento de control de flujo dispuesto para movimiento en el canal de fluido, y un accionador acoplado mecánicamente al uno o más elementos de control de flujo y controlado directa o indirectamente por el controlador de válvula para mover el uno o más elementos de control de flujo en el canal de fluido para controlar un flujo de fluido a través del alojamiento de válvula entre la al menos una abertura de entrada y la al menos una abertura de salida.

- 40 Un tercer aspecto es un método para controlar una válvula que comprende al menos un elemento de control de flujo acoplado mecánicamente a un accionador y un controlador de válvula que comprende al menos una válvula piloto para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo activando el accionador mediante permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador y desactivando el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador, comprendiendo el controlador de válvula una unidad de control y un sensor de posición conectado a la unidad de control para obtener una señal de posición indicativa de la posición de uno de dicho al menos un elemento de control de flujo, comprendiendo el controlador de válvula al menos un circuito de detección de válvulas piloto. El método comprende una fase de configuración que comprende establecer, por medio de dicho al menos un circuito de detección de válvulas piloto, un número entero de válvulas pilotos correspondiente al número de dicha al menos una válvula piloto que está/están conectadas a la unidad de control, y que determina un criterio de tolerancia para la señal de posición basándose en el número entero de válvulas piloto. La fase de configuración comprende controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo por medio de dicha al menos una válvula piloto para establecer el uno o más elementos de control de flujo en una pluralidad de estados predefinidos, y adquirir, desde la
- 45 señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo se encuentra en al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal para cada uno de dichos al menos dos de los estados predefinidos. El criterio de tolerancia define un intervalo aceptable de valores de posición para el uno o más elementos de control de flujo, como lo indica la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo se encuentra en uno de los estados predefinidos. El criterio de tolerancia da una desviación aceptable para el valor de posición en
- 50 relación con el valor de posición nominal.

- 55 Cualquiera de las realizaciones identificadas anteriormente del primer aspecto puede adaptarse e implementarse como una realización del segundo al tercer aspectos para lograr las ventajas y efectos correspondientes.

- 65 Aún otros objetivos, características, aspectos y ventajas de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada, de las reivindicaciones adjuntas, así como de los dibujos.

Dibujos

Las realizaciones de la invención se describirán ahora con más detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos.

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una disposición de válvula que incluye un controlador de válvula y una válvula lineal de asiento único que tiene dos estados.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de una disposición de válvula que incluye un controlador de válvula y una válvula giratoria que tiene dos estados.

La Figura 3A es una vista en perspectiva de una disposición de válvula similar a la mostrada en la Figura 2.

La Figura 3B es una vista en perspectiva y en despiece de un accionador incluido en la disposición de válvula de la Figura 3A.

La Figura 3B es una vista en perspectiva y en despiece de un alojamiento de válvula incluido en la disposición de válvula de la Figura 3A.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de una disposición de válvula que incluye un controlador de válvula y una válvula lineal de asiento único que tiene tres estados.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de una disposición de válvula que incluye un controlador de válvula y una válvula lineal de asiento doble que tiene cuatro estados.

La Figura 6 es un gráfico de las posiciones adquiridas para los estados abierto y cerrado en dos tipos diferentes de válvulas junto con los criterios de tolerancia asociados.

La Figura 7 es un gráfico de posiciones para estados abiertos y cerrados de válvulas de dos tipos diferentes.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de una fase de configuración.

La Figura 9 es un esquema principal de un circuito de detección de válvulas piloto de un controlador de válvula.

Descripción detallada

Las Figuras 1-5 ilustran las disposiciones de válvulas 100, 200, 300, 400. Las disposiciones de válvula 100, 200, 300, 400 comprenden una válvula 101, 201, 301, 401 y un controlador de válvula 102, 202, 302, 402. La válvula 101, 201, 301, 401 comprende un alojamiento de válvula 3, al menos una abertura de entrada 5 en el alojamiento de válvula 3 y al menos una abertura de salida 6 en el alojamiento de válvula 3. La válvula 101, 201, 301, 401 comprende un canal de fluido 4 definido en el alojamiento de válvula 3 para extenderse entre la al menos una abertura de entrada 5 y la al menos una abertura de salida 6. La válvula 102, 202, 302, 402 comprende al menos un elemento de control de flujo 7 dispuesto para su movimiento en el canal de fluido 4. La válvula 101, 201, 301, 401 comprende un accionador 11 acoplado mecánicamente al uno o más elementos de control de flujo 7 y que está controlado directa o indirectamente por el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 para mover el uno o más elementos de control de flujo 7 en el canal de fluido 4 para controlar un flujo de fluido a través del alojamiento de válvula 3 entre la al menos una abertura de entrada 5 y la al menos una abertura de salida 6.

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende al menos una válvula piloto 25, 37, 72 para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 activando el accionador 11 permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador 11 y desactivando el accionador 11 permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11. El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 también comprende un sensor de posición 26 para obtener una señal de posición POS indicativa de la posición de uno de dicho al menos un elemento de control de flujo 7. El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 puede integrarse con la válvula 101, 201, 301, 401 o implementarse como un componente separado para su fijación en una porción superior de la válvula 101, 201, 301, 401.

La disposición de válvula 100 mostrada en la Figura 1 comprende una válvula 101 en forma de válvula lineal de asiento único, que imparte un movimiento lineal al disco de válvula 9. La disposición 100 de válvula mostrada en la Figura 1 también comprende un controlador de válvula 102 para controlar la operación de la válvula 101. El controlador de válvula 102 se implementa como un componente separado unido a una porción superior de la válvula 101. La válvula 101 comprende un alojamiento de válvula 3 que define un canal de fluido interno 4 que se extiende entre una abertura de entrada 5 y una abertura de salida 6. La válvula 101 comprende un elemento de control de flujo 7, que está formado como una válvula de vapor alargada 8 que se extiende hacia el canal de fluido 4 y tiene un disco de válvula 9 en su porción inferior. El vástago de válvula 8 y el disco de válvula 9 se pueden mover al unísono en una trayectoria lineal para mover el disco de válvula 9 en relación con un asiento de válvula 10, que se define en el canal de fluido 4. Cuando el disco de válvula 9 se acopla con el asiento de válvula 10, la válvula 101 está cerrada. Cuando el disco de válvula 9 se aleja del asiento de válvula 10, la válvula 101 se abre de forma que un fluido pueda fluir desde la abertura de entrada 5 a través del asiento de válvula 10 hasta la abertura de salida 6. Por tanto, la válvula 101 de la disposición de válvula mostrada en la Figura 1 tiene dos estados predefinidos: un estado cerrado y un estado abierto. La válvula 101 comprende además un accionador 11, que está acoplado mecánicamente al elemento de control de flujo 7 y es operable para mover el elemento de control de flujo 7 en relación con el asiento de válvula 10. En el ejemplo ilustrado, el accionador 11 es un accionador accionado por fluido. Por tanto, el accionador 11 es presurizado selectivamente por un fluido presurizado (neumático o hidráulico), normalmente aire presurizado, que se transporta hacia y desde el accionador 11 a través de un conducto de presión 12. El controlador de válvula 102 tiene una válvula piloto 25 acoplada al accionador 11 por el conducto de presión 12. La válvula piloto 25 controla el flujo del fluido presurizado en forma de

aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del conducto de presión 12. La válvula piloto 25 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del conducto de presión 12.

5 Específicamente, la válvula lineal de asiento único 101 de la Figura 1 está formada como una combinación de un accionador 11, un elemento de conexión 30 y un alojamiento de válvula 3. El controlador de válvula 102 está unido al accionador 11 en la parte superior de la válvula 101. El alojamiento de válvula 3 define un canal de fluido 4 que se extiende entre las aberturas de entrada y salida 5, 6. Un vástago de válvula 8 con un disco de válvula 9 se puede mover en una dirección hacia y desde un asiento de válvula 10 a lo largo de una dirección paralela a un eje central geométrico A del vástago de válvula 8. El accionador 11 comprende un alojamiento 31 del accionador cilíndrico. Una varilla 32 del accionador se extiende a través de las aberturas en las porciones superior e inferior del alojamiento 31 del accionador. La porción superior de la varilla del accionador 32 incluye un imán 27 que interactúa con el sensor de posición 26 en el controlador de válvula 102, y la porción inferior de la varilla 32 del accionador está conectada a la porción superior del vástago de válvula 8. La varilla 32 del accionador se puede mover hacia delante y hacia atrás en una dirección paralela al eje central geométrico A del vástago de válvula 8. El elemento de conexión 30 define un cuerpo cilíndrico, hueco que conecta mecánicamente el alojamiento de válvula 3 al alojamiento 31 del accionador. Dentro del alojamiento 31 del accionador, un resorte 33 previamente comprimido se dispone con un extremo del resorte actuando sobre el alojamiento 31 del accionador y el extremo opuesto del resorte actuando sobre un pistón 34 que está unido a la varilla 32 del accionador. La fuerza ejercida por el resorte 33 actúa de ese modo para mover el pistón 34 a una posición más baja, en la que el disco de válvula 9 hace tope con el asiento de válvula 10 y, por tanto, la válvula 101 está normalmente cerrada. Una abertura de fluido de control 13 está definida en el alojamiento 31 del accionador. El fluido de control (normalmente aire) es suministrado por una fuente externa de fluido presurizado, que está conectada al controlador de la válvula por un tubo de presión, a lo largo de un conducto de presión 12 que se extiende desde el controlador de válvula 102 hasta la abertura de fluido de control 13. El controlador de válvula 102 se puede operar para abrir y cerrar selectivamente el conducto de presión 12 mediante una válvula de control 25. Cuando el controlador de válvula 102 abre el conducto de presión 12, el fluido de control entra en una cámara de presión 51 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el pistón 34 suficiente para superar la fuerza ejercida por el resorte 33, abriendo así la válvula 101 accionando el pistón 34, y por tanto también el disco de válvula 9, en dirección ascendente. Cuando el controlador de válvula 102 cierra el conducto de presión 12 y al mismo tiempo expulsa fluido de control del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 102, la fuerza ejercida por el resorte 33 finalmente supera la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el pistón 34, lo que cierra la válvula 101.

La disposición de válvula 200 mostrada en la Figura 2 comprende una válvula 201 en forma de válvula giratoria de asiento único, que imparte un movimiento giratorio al disco de válvula 9, más particularmente en forma de válvula de mariposa. Las Figuras 3A-C muestran una disposición de válvula similar 200 que incluye una válvula de mariposa. Las Figuras 3A-C ilustran la misma válvula 201 que se muestra en la Figura 2. La disposición de válvula 200 mostrada en las Figuras 2 y 3A-C comprende también un controlador de válvula 202 para controlar la operación de la válvula 201. El controlador de válvula 202 se implementa como un componente separado unido a una porción superior de la válvula 201. La válvula 201 comprende un alojamiento de válvula 3 que define un canal de fluido interno 4 que se extiende entre una abertura de entrada 5 y una abertura de salida 6. La válvula 201 comprende un elemento de control de flujo 7, que está formado como una válvula de vapor alargada 8 que tiene un disco de válvula 9 dispuesto en el canal de fluido 4. El vástago de válvula 8 y el disco de válvula 9 pueden girar al unísono para mover el disco de válvula 9 en relación con un asiento de válvula 10, que se define en el canal de fluido 4. Cuando el disco de válvula 9 se acopla con el asiento de válvula 10, la válvula 201 está cerrada. Cuando el disco de válvula 9 se aleja del asiento de válvula 10, la válvula 201 se abre de forma que un fluido pueda fluir desde la abertura de entrada 5 a través del asiento de válvula 10 hasta la abertura de salida 6. La válvula 201 de la disposición de válvula mostrada en las Figuras 2 y 3A-C tiene por tanto dos estados predefinidos: un estado cerrado y un estado abierto. La válvula 201 comprende además un accionador 11, que está acoplado mecánicamente al elemento de control de flujo 7 y es operable para hacer girar el elemento de control de flujo 7 en relación con el asiento de válvula 10. En el ejemplo ilustrado, el accionador 11 es un accionador accionado por fluido. Por tanto, el accionador 11 es presurizado selectivamente por un fluido presurizado (neumático o hidráulico), normalmente aire presurizado, que se transporta hacia y desde el accionador 11 a través de un conducto de presión 12. El controlador de válvula 202 tiene una válvula piloto 25 acoplada al accionador 11 por el conducto de presión 12. La válvula piloto 25 controla el flujo del fluido presurizado en forma de aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del conducto de presión 12. La válvula piloto 25 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del conducto de presión 12.

Específicamente, la válvula de mariposa 201 de las Figuras 2 y 3A-C está formada como una combinación de un accionador 11 y un alojamiento de válvula 3. El controlador de válvula 202 está unido al accionador 11 en la parte superior de la válvula de mariposa 201. Como se ve en la Figura 3C, el alojamiento de válvula 3 está formado por dos mitades 3A, 3B del cuerpo de válvula que se combinan mediante tornillos. El alojamiento de válvula 3 define un canal de fluido 4 que se extiende entre una abertura de entrada 5 y una abertura de salida 6. Un anillo de junta 38 se coloca entre las mitades 3A, 3B del cuerpo de válvula y recibe un disco 9 de un elemento de control de flujo 7 que está dispuesto para girar por su vástago de válvula 8 que está ubicado en casquillos 39 unidos al alojamiento de válvula 3. El elemento de control de flujo 7 puede girar entre una posición cerrada, en la que el disco 9 gira con su dirección

normal paralela al canal de fluido, y una posición abierta, en la que el disco 9 gira con su dirección normal perpendicular al canal de fluido. En la posición cerrada, el disco 9 se acopla en el asiento de válvula 10. En la posición abierta, el disco 9 está desacoplado del asiento de válvula 10. La estructura del accionador 11 se muestra en las Figuras 2 y 3B. El accionador 11 comprende un alojamiento 31 del accionador, también denotado como cilindro de aire. Cojinetes de agujas 40A se fijan dentro del alojamiento 31 del accionador para cooperar con una ranura de guía axial 41 en un pistón 42, que está dispuesto para movimiento axial dentro del alojamiento 31 del accionador. Un cilindro giratorio 43 está dispuesto dentro del pistón 42 y tiene cojinetes de agujas 40B en su exterior para cooperar con las ranuras de guía inclinadas 44 en el pistón 42. Un resorte interior 45 y un resorte exterior 46 están encajados entre y dentro del pistón 42 y el cilindro giratorio 43. Una tapa de extremo 47 está unida al alojamiento 31 del accionador para cerrar el accionador 11. Se define una abertura de fluido de control 13 en la tapa de extremo 47 para admitir un fluido de control. El cilindro giratorio 43 tiene un eje axial 48, que se proyecta a través de la parte inferior del alojamiento 31 del accionador. Un acoplamiento 49 se fija al eje 48 para su conexión a la porción superior del vástago de válvula 8. El pistón 42 tiene una porción de vástago axial 42A, que se proyecta a través de la tapa de extremo 47. Aunque no se muestra, se dispone un imán en la porción de vástago 42A para interactuar con el sensor de posición en el controlador de válvula 202. Como se ve en la Figura 2B, el accionador 11 comprende un número de otros componentes, tales como juntas tóricas, anillos de retención, cojinetes de empuje, una placa de empuje, etc., que no se describen con más detalle. Basándose en lo anterior, es suficiente que el experto comprenda que el accionador 11 está diseñado de forma que un movimiento axial del pistón 42 se transforme en un giro de 90° del eje 48 y, por lo tanto, del elemento de control de flujo 7 dentro del alojamiento de válvula 3. El movimiento axial se controla controlando selectivamente el flujo de fluido de control hacia y desde el alojamiento 31 del accionador a través de la abertura de fluido de control 13, en analogía con el control descrito en relación con la Figura 1. Cuando el controlador de válvula 202 abre el conducto de presión 12, el fluido de control entra en una cámara de presión 51 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el pistón 42 suficiente para superar la fuerza ejercida por los resortes 45, 46, abriendo así la válvula 201 accionando el pistón 42 en una dirección descendente y, por tanto, haciendo girar el cilindro giratorio 43 y el disco de válvula 9. Cuando el controlador de válvula 202 cierra el conducto de presión 12 y al mismo tiempo expulsa fluido de control del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 202, la fuerza ejercida por los resortes 45, 46 supera finalmente la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el pistón 42, lo que cierra la válvula 201.

La disposición de válvula 300 mostrada en la Figura 4 comprende una válvula 301 en forma de válvula lineal de asiento único, que imparte un movimiento lineal al disco de válvula 9. El conjunto de válvula 300 de la Figura 4 es esencialmente idéntico al conjunto de válvula de la Figura 1, es decir, la válvula 301 de la Figura 4 es esencialmente idéntica a la válvula 101 de la Figura 1 y el controlador de válvula 302 de la Figura 4 es esencialmente idéntico al controlador de válvula 102 de la Figura 1, excepto por las siguientes diferencias. El pistón 34 es un primer pistón y la abertura de fluido de control 13 es una primera abertura de fluido de control 13 conectada a una primera cámara de presión 51 del accionador 11. Cuando el fluido de control entra en la primera cámara de presión 51, el fluido de control ejerce una fuerza sobre el primer pistón 34 suficiente para superar la fuerza ejercida por el resorte 33 de forma que el primer pistón 34 y por tanto también el disco de válvula 9 se muevan hacia arriba y la válvula 301 se abra. Además, el conducto de presión 12 es un primer conducto de presión 12 y la válvula piloto 25 es una primera válvula piloto conectada a la primera abertura de fluido de control 13 por el primer conducto de presión 12. De forma adicional, la válvula 301 comprende un segundo pistón 36 dispuesto de forma deslizante en el accionador. El segundo pistón 36 está conectado de forma deslizante al vástago accionador 32 de forma que el segundo pistón 36 se acopla con el vástago accionador 32 cuando se eleva hacia arriba, elevando así la varilla 32 del accionador y, por tanto, el vástago de válvula 8. La válvula 301 comprende también una segunda abertura de fluido de control 15 conectada a una segunda cámara de presión 52 del accionador. Cuando el fluido de control entra en la segunda cámara de presión 52, el fluido de control ejerce una fuerza sobre el segundo pistón 36 suficiente para superar la fuerza ejercida por el resorte 33 de forma que el segundo pistón 36 y por tanto también el disco de válvula 9 se muevan hacia arriba hasta que el segundo pistón 36 se apoye con un (primer) tope 56. El (primer) tope 56 está dispuesto de tal forma que el movimiento del vástago de válvula 8 es menor cuando es elevado por el segundo pistón 36 que cuando es elevado por el primer pistón 34. La elevación del vástago de la válvula 8 por el segundo pistón 36 da como resultado un espacio entre el disco de válvula 9 y el asiento de válvula 10, que es más pequeño que el espacio entre el disco de válvula 9 y el asiento de válvula 10 en la posición abierta. Esto generalmente se denota como un estado de elevación del asiento. La válvula 301 de la disposición de válvula mostrada en la Figura 4 tiene, por tanto, tres estados predefinidos: un estado cerrado, un estado abierto y un estado de elevación del asiento. El controlador de válvula 302 tiene una segunda válvula piloto 37 acoplada al accionador 11 por un segundo conducto de presión 14. La segunda válvula piloto 37 controla el flujo del fluido presurizado en forma de aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del segundo conducto de presión 14. La segunda válvula piloto 37 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del segundo conducto de presión 14. La segunda abertura 15 de fluido de control está definida en el alojamiento 31 del accionador. El fluido de control es suministrado por una fuente externa de fluido presurizado, que está conectada al controlador de la válvula por un tubo de presión, a lo largo del segundo conducto de presión 14 que se extiende desde el controlador de válvula 302 hasta la segunda abertura de fluido de control 15. El controlador de válvula 302 se puede operar para abrir y cerrar selectivamente el segundo conducto de presión 14 mediante la segunda válvula de control 37 con el fin de controlar la posición de elevación del asiento. Cuando el controlador de válvula 302 abre el segundo conducto de presión 14, el fluido de control entra en una segunda cámara de presión 52 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el segundo pistón 36 suficiente para superar la fuerza ejercida por el resorte

33, abriendo así parcialmente la válvula 301 accionando el segundo pistón 36, y por tanto también el disco de válvula 9, en dirección ascendente hasta la posición de elevación del asiento. Cuando el controlador de válvula 302 cierra el segundo conducto de presión 14 y al mismo tiempo expulsa fluido de control de la segunda cámara 52 del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 302, la fuerza ejercida por el resorte 33 finalmente supera la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el segundo pistón 36, lo que cierra la válvula 301. La válvula 301 es una válvula lineal de asiento único con función de elevación del asiento.

La disposición de válvula 400 mostrada en la Figura 5 comprende una válvula 401 en forma de válvula lineal de asiento doble, lo que imparte un movimiento lineal a un primer disco de válvula 9 y a un segundo disco de válvula 61. La disposición 400 de válvula mostrada en la Figura 5 también comprende un controlador de válvula 402 para controlar la operación de la válvula 401. El controlador de válvula 402 se implementa como un componente separado unido a una porción superior de la válvula 401. La válvula 401 comprende un alojamiento de válvula 3 que define un canal de fluido interno 4 que se extiende entre una primera abertura de entrada 5' y una segunda abertura de entrada 5" de una primera porción de alojamiento de válvula 3C y una primera abertura de salida 6' y una segunda abertura de salida 6" de una segunda porción de alojamiento de la válvula 3D. De forma más precisa, el canal de fluido interno 4 se extiende entre, por un lado, una primera abertura de entrada 5' y una segunda abertura de entrada 5" de una primera porción de alojamiento de válvula 3C y por otro lado, entre una primera abertura de salida 6' y una segunda abertura de salida 6" de una segunda porción del alojamiento de válvula 3D. Por tanto, el canal de fluido interno 4 se extiende entre la primera porción de alojamiento de válvula 3C y la segunda porción de alojamiento de válvula 3D. El canal de fluido interno conecta la primera abertura de entrada 5' y la primera abertura de salida 6' con la segunda abertura de entrada 5" y la segunda abertura de salida 6". La válvula 401 comprende un primer elemento de control de flujo 7', que está formado como un primer vástago de válvula alargado 8 que se extiende hacia el canal de fluido 4 y tiene un primer disco de válvula 9 en su porción inferior. El primer vástago de válvula 8 y el primer disco de válvula 9 se pueden mover al unísono en una trayectoria lineal para mover el primer disco de válvula 9 en relación con un primer asiento de válvula 10, que se define en el canal de fluido 4. La válvula 401 comprende también un segundo elemento de control de flujo 7", que está formado como una segunda válvula de vapor hueca y alargada 62 que está dispuesta alrededor del primer vástago de válvula 8 y que se extiende dentro del canal de fluido 4 y tiene el segundo disco de válvula 61 en su porción inferior. El segundo vástago de válvula 62 y el segundo disco de válvula 61 se pueden mover al unísono en una trayectoria lineal para mover el segundo disco de válvula 61 en relación con un segundo asiento de válvula 63, que se define en el canal de fluido 4. Cuando el primer disco de válvula 9 se acopla con el primer asiento de válvula 10 y el segundo disco de válvula 61 se acopla con el segundo asiento de válvula 63, la válvula 401 está cerrada. Esto generalmente se denota como un estado cerrado. Cuando el primer disco de válvula 9 se aleja del primer asiento de válvula 10 y el segundo disco de válvula 61 se aleja del segundo asiento de válvula 63, la válvula 401 se abre de tal forma que un fluido pueda fluir de la primera abertura de entrada 5' a la segunda abertura de salida 6" y/o de la segunda abertura de entrada 5" a la primera abertura de salida 6'. Normalmente, cuando la válvula está cerrada, se transporta un primer fluido en la primera porción de cuerpo de válvula 3C de la primera abertura de entrada 5' a la primera abertura de salida 6' y se transporta un segundo fluido en la segunda porción de cuerpo de la válvula 3D de la segunda abertura de entrada 5" a la segunda abertura de salida 6". Cuando la válvula se abre, el primer fluido se puede transportar a través del canal de fluido 4 a la segunda abertura de salida 6" o el segundo fluido se puede transportar a través del canal de fluido 4 a la primera abertura de salida 6'. Esto generalmente se denota como un estado abierto. La válvula 401 comprende además un accionador 11, que está acoplado mecánicamente al primer elemento de control de flujo 7' y al segundo elemento de control de flujo 7". El accionador 11 es operable para mover el primer elemento de control de flujo 7' en relación con el primer asiento de válvula 10 y es operable para mover el segundo elemento de control de flujo 7" en relación con el segundo asiento de válvula 63. En el ejemplo ilustrado, el accionador 11 es un accionador accionado por fluido. Por tanto, el accionador 11 es presurizado selectivamente por un fluido presurizado (neumático o hidráulico), normalmente aire presurizado, que se transporta hacia y desde el accionador 11 a través de un primer conducto de presión 12, un segundo conducto de presión 14 y un tercer conducto de presión 16. El controlador de válvula 402 tiene una primera válvula piloto 25 acoplada al accionador 11 por el primer conducto de presión 12. La primera válvula piloto 25 controla el flujo del fluido presurizado en forma de aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del primer conducto de presión 12. La primera válvula piloto 25 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del primer conducto de presión 12. El controlador de válvula 402 tiene una segunda válvula piloto 37 acoplada al accionador 11 por el segundo conducto de presión 14. La segunda válvula piloto 37 controla el flujo del fluido presurizado en forma de aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del segundo conducto de presión 14. La segunda válvula piloto 37 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del segundo conducto de presión 14. El controlador de válvula 402 tiene una tercera válvula piloto 72 acoplada al accionador 11 por el tercer conducto de presión 16. La tercera válvula piloto 72 controla el flujo del fluido presurizado en forma de aire presurizado y permite que el fluido presurizado entre y active el accionador 11 a través del tercer conducto de presión 16. La tercera válvula piloto 72 permite también que el fluido presurizado desactive el accionador permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11 a través del tercer conducto de presión 16.

Específicamente, la válvula lineal de asiento doble 401 de la Figura 5 está formada como una combinación de un accionador 11, un elemento de conexión 30 y un alojamiento de válvula 3. El controlador de válvula 402 está unido al accionador 11 en la parte superior de la válvula 401. El alojamiento de la válvula 3 define un canal de fluido 4 que se extiende entre una primera porción de alojamiento de válvula 3C que tiene una primera abertura de entrada 5' y una

primera abertura de salida 6" y una segunda porción de alojamiento de válvula 3D que tiene una segunda abertura de entrada 5" y una segunda salida apertura 6". Un primer vástago de válvula 8 con un primer disco de válvula 9 se puede mover en una dirección hacia y desde un primer asiento de válvula 10 a lo largo de una dirección paralela a un eje central geométrico A del primer vástago de válvula 8. Un segundo vástago de válvula hueco 62 con un segundo disco de válvula 61 se puede mover en una dirección hacia y desde un segundo asiento de válvula 63 a lo largo de una dirección paralela al eje central geométrico A del primer vástago de válvula 8. El accionador 11 comprende un alojamiento 31 del accionador cilíndrico. Una primera varilla 32 del accionador se extiende a través de las aberturas en las porciones superior e inferior del alojamiento 31 del accionador. Una segunda varilla 64 del accionador se extiende a través de la abertura en la porción inferior del alojamiento 31 del accionador. La porción superior de la primera varilla del accionador 32 incluye un imán 27 que interactúa con el sensor de posición 26 en el controlador de válvula 402, y la porción inferior de la primera varilla 32 del accionador está conectada a la porción superior del primer vástago de válvula 8. La porción inferior de la segunda varilla 64 del accionador está conectada a la porción superior del segundo vástago de válvula 62. La primera varilla 32 del accionador y la segunda varilla 64 del accionador se pueden mover hacia delante y hacia atrás en una dirección paralela al eje central geométrico A del primer vástago de válvula 8. El elemento de conexión 30 define un cuerpo cilíndrico, hueco que conecta mecánicamente el alojamiento de válvula 3 al alojamiento 31 del accionador. Dentro del alojamiento 31 del accionador, un primer resorte 33 previamente comprimido está dispuesto con un extremo de resorte que actúa sobre un segundo pistón 36, que en reposo se apoya en el alojamiento 31 del accionador, y el extremo de resorte opuesto actúa sobre un primer pistón 34 que está unido al primer vástago 32 del accionador. El primer pistón 34 así como el segundo pistón 36 están dispuestos de forma deslizante en el alojamiento 31 del accionador. La fuerza ejercida por el primer resorte 33 actúa de ese modo para mover el primer pistón 34 hacia abajo hasta un mecanismo de tope 55, que está diseñado con tres cilindros que se pueden mover de forma deslizante entre sí hasta una extensión máxima definida por la interacción de las porciones de extremo dobladas de los cilindros, detiene el movimiento descendente adicional. En esta posición, el primer disco de válvula 9 se apoya en el asiento de válvula 10. El accionador 11 comprende también un segundo resorte 58 con un extremo que actúa sobre el primer pistón 34 y el extremo opuesto del resorte que actúa sobre la segunda varilla 64 del accionador. La fuerza ejercida por el segundo resorte 58 (en combinación con la fuerza ejercida por el primer resorte 33) actúa de ese modo para mover la segunda varilla 58 del accionador y, por lo tanto, el segundo disco de válvula 61 hacia abajo hasta que el segundo disco de válvula 61 hace tope con el segundo asiento de válvula 63. Por tanto, la válvula 401 está normalmente cerrada.

Una primera abertura de fluido de control 13 está definida en el alojamiento 31 del accionador. El fluido de control (normalmente aire) es suministrado por una fuente externa de fluido presurizado, que está conectada al controlador de la válvula por un tubo de presión, a lo largo de un primer conducto de presión 12 que se extiende desde el controlador de válvula 402 hasta la primera abertura de fluido de control 13. El controlador de válvula 402 se puede operar para abrir y cerrar selectivamente el primer conducto de presión 12 mediante una primera válvula de control 25. Cuando el controlador de válvula 402 abre el primer conducto de presión 12, el fluido de control entra en una primera cámara de presión 51 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el primer pistón 34 suficiente para superar la fuerza ejercida por el primer resorte 33, accionando así el primer pistón 34, y por tanto también el primer disco de válvula 9, en dirección ascendente. Cuando el primer disco de válvula 9 se mueve hacia arriba, topará con el segundo disco de válvula 61 que, por lo tanto, también se lleva hacia arriba. De este modo, el primer disco de válvula 9 está desacoplado del primer asiento de válvula 10 y el segundo disco de válvula 61 está desacoplado del segundo asiento de válvula 63 y, por tanto, la válvula 401 está en un estado abierto. Cuando el controlador de válvula 402 cierra el primer conducto de presión 12 y al mismo tiempo expulsa fluido de control de la primera cámara de presión 51 del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 402, la fuerza ejercida por el primer resorte 33 finalmente supera la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el primer pistón 34, lo que cierra la válvula 101.

Una segunda abertura 15 de fluido de control está definida en el alojamiento 31 del accionador. El fluido de control es suministrado por una fuente externa de fluido presurizado, que está conectada al controlador de la válvula por un tubo de presión, a lo largo de un segundo conducto de presión 14 que se extiende desde el controlador de válvula 402 hasta la segunda abertura de fluido de control 15. El controlador de válvula 402 se puede operar para abrir y cerrar selectivamente el segundo conducto 14 de presión mediante una segunda válvula de control 37. Cuando el controlador de válvula 402 abre el segundo conducto de presión 14, el fluido de control entra en una segunda cámara de presión 52 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el segundo pistón 36 suficiente para superar la fuerza ejercida por el segundo resorte 58, accionando así el segundo pistón 36, el primer resorte 33 y el primer pistón 34 y, por lo tanto, también el primer disco de válvula 9, en dirección descendente hasta que el primer pistón 34 se apoye en la segunda varilla 64 del accionador. El fluido de control que entra en la segunda cámara de presión 52 del alojamiento 31 del accionador puede ejercer una fuerza sobre el segundo pistón 36 que también es suficiente para superar la fuerza ejercida por el primer resorte 33, accionando así el segundo pistón 36 y, por tanto, también el primer disco de válvula 9, en una dirección descendente hasta que el segundo pistón 36 de apoye con un segundo tope 57. De este modo, el primer disco de válvula 9 está desacoplado del primer asiento de válvula 10. Después, el primer disco de válvula 9 está en una posición de elevación del asiento o más bien una posición de empuje del asiento y la válvula 401 está en un estado de empuje del asiento. Cuando el controlador de válvula 402 cierra el segundo conducto de presión 14 y al mismo tiempo expulsa fluido de control de la segunda cámara de presión 52 del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 402, la fuerza ejercida por el segundo resorte 58 y el primer resorte 33 finalmente supera la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el

segundo pistón 36, lo que cierra la válvula 401.

El accionador 11 comprende un tercer pistón 71 dispuesto de forma deslizante en el alojamiento 31 del accionador. Una tercera abertura de fluido de control 17 está definida en el alojamiento 31 del accionador. El fluido de control es suministrado por una fuente externa de fluido presurizado, que está conectada al controlador de la válvula por un tubo de presión, a lo largo del tercer conducto de presión 16 que se extiende desde el controlador de válvula 402 hasta la tercera abertura de fluido de control 17. El controlador de válvula 402 se puede operar para abrir y cerrar selectivamente el tercer conducto de presión 16 mediante una tercera válvula de control 72. Cuando el controlador de válvula 402 abre el tercer conducto de presión 16, el fluido de control entra en una tercera cámara de presión 53 del alojamiento 31 del accionador y ejerce una fuerza sobre el tercer pistón 71, accionando así el tercer pistón 71, que a su vez se acopla con la segunda varilla 64 del accionador (más precisamente un saliente de la varilla 64 del accionador). La fuerza ejercida es suficiente para superar la fuerza ejercida por el segundo resorte 58 y, por lo tanto, la segunda varilla 64 del accionador y, por lo tanto, también el segundo disco de válvula 61, se mueve en una dirección ascendente hasta que el tercer pistón 71 se apoye con un tercer tope 73. De este modo, el segundo disco de válvula 61 está desacoplado del segundo asiento de válvula 63 y, por tanto, el segundo disco de válvula 61 está en la posición de elevación del asiento y la válvula 401 está en el estado de elevación del asiento. Cuando el controlador de válvula 402 cierra el tercer conducto de presión 16 y al mismo tiempo expulsa fluido de control de la tercera cámara de presión 53 del alojamiento 31 del accionador a través de una abertura de ventilación (no mostrada) en el controlador de válvula 402, la fuerza ejercida por el segundo resorte 58 finalmente supera la fuerza ejercida por el fluido de control sobre el tercer pistón 71, lo que cierra la válvula 401. La válvula 401 es una válvula de asiento doble con función de elevación y empuje del asiento. Por tanto, la válvula 401 de la disposición de válvula mostrada en la Figura 5 tiene cuatro estados predefinidos: un estado cerrado, un estado abierto, un estado de empuje del asiento y un estado de elevación del asiento. El conjunto de válvula 400 comprende un sensor externo 60 conectado al controlador de válvula 402 y que detecta una posición de la segunda varilla 64 del accionador y, por tanto, del segundo disco de válvula 61. Disposiciones de válvulas similares que tienen dos elementos de control de flujo y tres válvulas piloto pero dos estados de elevación del asiento que implican una posición de elevación del asiento para cada miembro de control de flujo son conocidas en la técnica y adecuadas para la implementación de la invención.

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 está configurado para controlar, basándose en señales de control externas, la operación de la válvula 101, 201, 301, 401 y contiene todos los componentes electrónicos de la disposición de válvula 100, 200, 300, 400. Como se ha indicado anteriormente, el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 ilustrado es un componente separado que está unido a la válvula 101, 201, 301, 401. El mismo controlador de válvula 102, 202, 302, 402 se puede conectar y operar para controlar diferentes tipos de válvulas 101, 201, 301, 401 o se pueden proporcionar o equipar controladores de válvula específicos para tipos de válvulas específicos. Las válvulas 101, 201, 301, 401 tienen preferentemente una interfaz mecánica común para la fijación del controlador de válvula 102, 202, 302, 402. Por ejemplo, se puede desear conectar un controlador de válvula 302 provisto o equipado para una válvula de asiento único con función de elevación del asiento o un controlador de válvula 402 provisto o equipado para una válvula de asiento doble en una válvula de asiento único 101, 201, puesto que está disponible en stock, puesto que reduce el stock necesario o puesto que se puede desear tener el mismo tipo de controlador de válvula conectado a todas las válvulas de una instalación. Dicho de otro modo, puede ser conveniente utilizar el mismo hardware en diferentes tipos de válvulas. Además, puede ser conveniente utilizar el mismo software en diferentes controladores de válvula, lo que se posibilita mediante la presente invención. En la siguiente descripción se supone que el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 está configurado para su instalación en diferentes tipos de válvulas, tales como válvulas lineales de asiento único, válvulas giratorias de asiento único, válvulas lineales de asiento único con función de elevación del asiento y válvulas lineales de asiento doble con función de elevación del asiento y función de empuje del asiento (o dos funciones de elevación del asiento).

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende una unidad de control 20 conectada al sensor de posición 26 y a la al menos una válvula piloto 25, 37, 72. La operación interna del controlador de válvula 102, 202, 302, 402 está controlada por la unidad de control 20. La unidad de control puede comprender un procesador de datos 21 y una memoria electrónica 22. El procesador de datos 21 puede implementarse como un microprocesador, una CPU ("Unidad central de procesamiento"), un DSP ("Procesador de señal digital"), un ASIC ("Circuito integrado específico de la aplicación"), componentes analógicos y/o digitales discretos, o algún otro dispositivo lógico programable, tal como una FPGA ("Matriz de puerta programable en campo"). La memoria electrónica 22 puede incluir uno o más medios de almacenamiento informáticos en forma de memoria volátil y/o no volátil, como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria flash. El software de propósito especial que comprende instrucciones legibles por máquina para su ejecución por el procesador de datos 21 puede almacenarse en la memoria del sistema, o en otro medio de almacenamiento informático extraíble/no extraíble volátil/no volátil que esté incluido o sea accesible para el controlador de válvula 102, 202, 302, 402.

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende una interfaz de entrada/salida (E/S) (no mostrada) para su conexión a un sistema de control externo o red de control (no mostrada). La red de control puede ser de cualquier tipo, incluyendo pero sin limitarse a redes de control basadas en estándares disponibles comercialmente como Modbus, DeviceNet, Profibus, Interfaz de bus de campo y accionador-sensor (interfaz AS).

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende al menos una válvula piloto 25, 37, 72 que opera para activar

y desactivar selectivamente el accionador 11, provocando que el accionador 11 mueva el uno o más elementos de control de flujo 7 en el canal de fluido 4. En los ejemplos ilustrados con un accionador controlado por fluido 11, la al menos una válvula piloto 25, 37, 72 puede implementarse como una válvula de control electromagnética que se instala en la línea de fluido de control 12, 14, 16 para dirigir la presión neumática o hidráulica a la válvula 101, 201, 301, 401, para activar el accionador 11, y desde la válvula 101, 201, 301, 401, para desactivar el accionador 11. La operación de la al menos una válvula piloto 25, 37, 72 se controla por la unidad de control 20, en particular, por el procesador de datos 21. Asimismo, la al menos una válvula piloto 25, 37, 72 puede configurarse en cambio para activar y desactivar eléctrica o electromagnéticamente el accionador 11, como es bien conocido en la técnica. Dependiendo de la configuración, la válvula 101, 201, 301, 401 puede estar abierta o cerrada cuando el accionador 11 está totalmente desactivado, es decir, cuando no se suministra fluido a presión al accionador 11 y solo el uno o más resortes actúan sobre el uno o más discos de la válvula. Una válvula que está cerrada cuando está totalmente desactivada normalmente se denota como una válvula normalmente cerrada. Para los fines de la siguiente divulgación, se supone que la válvula 101, 201, 301, 401 está cerrada cuando el accionador 11 está totalmente desactivado.

El sensor de posición 26 está configurado para generar una señal de posición que representa la posición actual del elemento de control de flujo 7 en un sistema de coordenadas predefinido dentro de un intervalo de detección. En los ejemplos ilustrados, el sensor de posición 26 es un sensor de magnetorresistencia que detecta la ubicación de un imán 27, que está unido o integrado en una porción superior del vástago 8 o varilla 32 del accionador que se mueve al unísono con el elemento de control de flujo 7. La porción superior del vástago 8 o varilla 32 del accionador está así acoplada directa o indirectamente al elemento de control de flujo 7, y su movimiento representa el movimiento del elemento de control de flujo 7 con respecto al asiento de válvula 10. Debe entenderse que el sensor de posición 26 puede ser de cualquier tipo convencional, incluyendo sin limitarse a una matriz de sensores inductivos, un sensor basado en láser, un sensor de ultrasonido, una matriz de interruptores mecánicos, etc. En la siguiente descripción y como se muestra en las Figuras 1-5, se supone que el sensor de posición 26 mide un movimiento lineal de la porción superior del vástago 8, el vástago 32 del accionador o la porción de vástago axial 42A e indica una primera posición cuando la válvula 101, 201, 301, 401 está cerrada, y una segunda posición cuando la válvula 101, 201, 301, 401 está abierta. También se supone que la misma configuración del sensor de posición 26 y el intervalo de detección es válida para todas las válvulas que están controladas por el controlador de válvula 102, 201, 301, 401, incluyendo válvulas de asiento lineales y las válvulas giratorias. Por tanto, las válvulas de mariposa tienen también la porción de vástago 42A del eje provista de un imán 27 que se proyecta dentro del controlador de válvula 102, 202, 302, 401 y se mueve en una trayectoria lineal para representar el movimiento del elemento de control de flujo 7. Esto significa que el accionador 11 de la válvula giratoria está configurado para convertir el movimiento giratorio del elemento de control de flujo 7 en un movimiento lineal de la porción de vástago axial 42A.

El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende además un indicador de estado 28, que puede ser uno o más LED, una pantalla, un dispositivo de señalización de audio (por ejemplo, un altavoz, zumbador, localizador), etc. El indicador de estado 28 está configurado para indicar errores operativos y otros errores de la disposición de válvula 100, 200, 300, 400 a un observador externo, y puede indicar también que la disposición de válvula 100, 200, 300, 400 funciona correctamente (ausencia de errores). El indicador de estado 28 puede configurarse además para indicar el estado de la válvula. La operación del indicador de estado 28 es controlado por la unidad de control 20, en particular, por el procesador de datos 21.

Con referencia a la Figura 9, el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende al menos un circuito de detección de válvulas piloto 80 para establecer el número entero de válvulas piloto. El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 comprende un circuito de detección de válvulas piloto 80 para cada válvula piloto potencial 25, 37, 72. El circuito de detección de válvulas piloto 80 está conectado a la válvula piloto, más precisamente a una conexión de control 84 conectada a la válvula piloto 83. El circuito de detección de válvulas piloto 80 está conectado a la unidad de control 20, en particular, el circuito de detección de válvulas piloto 80 está conectado al procesador 21 de la unidad de control 20. El circuito de detección de la válvula piloto 80 proporciona una retroalimentación al procesador 21. El circuito de detección de válvulas piloto 80 comprende una conexión de retroalimentación 82 conectada a la válvula piloto 83, o a una conexión de control 84 conectada a la válvula piloto 83. La conexión de retroalimentación 82 está también conectada a un terminal de entrada 86 del procesador 21. La conexión de retroalimentación 82 puede comprender un interruptor de retroalimentación 87, que es operado por una conexión de interruptor 88 conectada al interruptor de retroalimentación 87 y a un terminal de salida 89 de interruptor del procesador 21. La conexión de retroalimentación 82 puede comprender una primera resistencia 90 conectada entre el interruptor de retroalimentación 87 y el terminal de entrada 86. El circuito de detección de válvulas pilotos 80 puede comprender también una segunda resistencia 91 conectada a la conexión de retroalimentación 82 en un punto entre la primera resistencia 90 y el terminal de entrada 86. La segunda resistencia 91 está también conectada a tierra 92. La válvula piloto 83 está conectada a una fuente de alimentación 95. La válvula piloto 83 está conectada a la conexión de control 84, que comprende un interruptor de válvula 93 conectado a tierra 94. El interruptor de válvula 93 es operado por una conexión operativa 95 conectada a un terminal de salida de control 85 del procesador 21. La válvula piloto 83 se controla, por ejemplo, se cambia de cerrada a abierta o viceversa, enviando una señal de cambio de estado en el terminal de salida de control 85, que cierra el interruptor de válvula 93, de tal forma que haya una conexión cerrada entre la válvula piloto 83 y la tierra 94. La válvula piloto, que también está conectada a la fuente de alimentación 95 se controla así de modo que su estado cambie, por ejemplo, de cerrado a abierto o viceversa.

La presencia de una válvula piloto se determina cerrando el interruptor de retroalimentación 87, que es iniciado por una señal en el terminal de salida 89 del interruptor. Cuando el interruptor de retroalimentación 87 está cerrado y una válvula piloto 83 está presente y habilitada, la conexión de retroalimentación 82 desde la válvula piloto 83 al terminal de entrada 86 está cerrada y, por lo tanto, el terminal de entrada 86 detecta una señal. De este modo, se concluye la presencia de una válvula piloto habilitada 83. El circuito de detección de la válvula piloto 80 reconoce el número de válvulas piloto habilitadas. La válvula piloto 83 puede ser cualquiera de las válvulas piloto mencionadas anteriormente 25, 37, 72. Puesto que potencialmente puede haber una pluralidad de válvulas piloto, cada una con un circuito de detección de válvulas piloto, el número de válvulas piloto presentes y habilitadas se suma para establecer el número entero de válvulas piloto. Se comprende que el circuito de detección de válvulas piloto se puede diseñar de diferentes formas y los componentes que contiene se pueden disponer de diferentes formas. Por ejemplo, el interruptor de retroalimentación 87 puede estar dispuesto entre la segunda resistencia 91 y en la conexión a tierra 92. Convencionalmente, la válvula piloto 83 está habilitada cuando se conecta a la conexión de control 84 y, por lo tanto, se conecta (indirectamente) a tierra 94, de tal forma que la conexión de la fuente de alimentación 95, a través de la válvula piloto 83 y a tierra 94 pueda cerrarse cuando el interruptor de válvula 93 está cerrado. Una válvula piloto 83 normalmente se desactiva cuando la conexión de control 84 se desconecta de la válvula piloto 83.

El controlador de válvula está configurado para ejecutar una fase de configuración. La fase de configuración comprende establecer un número entero de válvulas piloto correspondiente al número de válvulas piloto 25, 37, 72. La fase de configuración comprende también la determinación de un criterio de tolerancia ΔP_1 , ΔP_2 para la señal de posición POS basándose en el número entero de válvulas piloto. De este modo, el número entero de válvulas piloto y, por tanto, el número de válvulas piloto rige el criterio de tolerancia.

La fase de configuración comprende controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 por medio de dicha al menos una válvula piloto 25, 37, 72 para establecer el uno o más elementos de control de flujo 7 en una pluralidad de estados predefinidos. La fase de configuración comprende también adquirir, desde la señal de posición POS, mientras que el uno o más elementos de control de flujo 7 están en al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal P1, P2, P3, P4 para cada uno de dichos al menos dos de los estados predefinidos.

El valor de posición nominal es el valor de posición determinado por el sensor de posición cuando los elementos de control de flujo se encuentran en los estados predefinidos durante la fase de configuración.

Preferentemente, los al menos dos de los estados predefinidos incluyen el estado cerrado y el estado abierto. De este modo, se obtienen el valor de posición nominal P1 para el estado cerrado y el valor de posición nominal P2 para el estado abierto. Por tanto, también la pluralidad de estados predefinidos incluye el estado cerrado y el estado abierto. Durante la fase de configuración, el elemento de control de flujo se coloca en la posición cerrada y se obtiene el valor de posición nominal correspondiente P1. El elemento de control de flujo maniobra también en el estado abierto y se obtiene el valor de posición nominal P2 correspondiente. La fase de configuración comprende preferentemente controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 por medio de dicha al menos una válvula piloto 25, 37, 72 para establecer el uno o más elementos de control de flujo 7 en al menos un primer estado predefinido (por ejemplo, un estado cerrado) y un segundo estado predefinido (por ejemplo, un estado abierto). La fase de configuración también comprende adquirir, desde la señal de posición POS, mientras que el uno o más elementos de control de flujo 7 se encuentran en dicho al menos un primer estado predefinido y un segundo estado predefinido, un valor de posición nominal P1, P2, P3, P4 para cada uno de dicho al menos un primer estado predefinido y un segundo estado predefinido.

Cuando sea posible, los al menos dos de los estados predefinidos incluyen también el estado de elevación del asiento y/o el estado de empuje del asiento, es decir, si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno. De este modo, se obtienen el valor de posición nominal para el estado de elevación del asiento y/o el valor de posición nominal para el estado de empuje del asiento. Por tanto, entonces la pluralidad de estados predefinidos incluye también el estado de elevación del asiento y/o el estado de empuje del asiento. Durante la fase de configuración, el elemento de control de flujo 7/7' se coloca después en la posición de elevación del asiento o de empuje del asiento y se obtiene el valor de posición nominal correspondiente. En caso de que el número entero de válvulas piloto sea tres y si un sensor externo 60 está presente, adicionalmente, el segundo elemento de control de flujo 7'' puede maniobrar hasta la posición de elevación del asiento y se obtiene el valor de posición nominal correspondiente.

El número entero de válvulas piloto puede establecerse en una fase inicial de la fase de configuración. Si el número entero de la válvula es solo uno, la válvula solo tiene que ponerse en dos estados predefinidos durante la fase de configuración, es decir, un estado cerrado y un estado abierto, y por tanto el elemento de control de flujo 7 solo tiene que colocarse en el estado cerrado y en el estado abierto. Se obtienen el valor de posición nominal P1 para el estado cerrado y el valor de posición nominal P2 para el estado abierto. Si el número entero de la válvula es mayor que uno, la válvula debe colocarse también en al menos un estado adicional. Si el número entero de la válvula es dos, la válvula debe colocarse en un estado de elevación del asiento, es decir, el elemento de control de flujo 7 debería maniobrar hasta una posición de elevación del asiento y obtenerse el correspondiente valor de posición nominal P3. Si el número entero de la válvula es tres, la válvula debe colocarse en un estado de empuje del asiento, el primer elemento de control de flujo 7' maniobra hasta una posición de empuje del asiento y se obtiene el valor de posición nominal correspondiente p3. Si el número entero de la válvula es tres, la válvula se puede poner también en un estado de

elevación del asiento, el segundo elemento de control de flujo 7" maniobra a una posición de elevación del asiento y un valor de posición nominal correspondiente P4 para el segundo elemento de control de flujo 7" se obtiene por el sensor de posición externo 60.

5 El criterio de tolerancia $\Delta P1$, $\Delta P2$ define un intervalo aceptable de valores de posición para los elementos de control de flujo 7, dado por la señal de posición POS, mientras que el uno o más elementos de control de flujo 7 se encuentran en uno de los estados predefinidos. El criterio de tolerancia define los valores de posición que son aceptables para considerar que el uno o más elementos de control de flujo y, por tanto, la válvula están en uno de los estados predefinidos, es decir, estado abierto, estado cerrado y posiblemente estado de empuje del asiento y/o estado de elevación del asiento. Si el valor de posición para el miembro de control de flujo está dentro del intervalo de valores de posición aceptables, se considera que la válvula está en el estado predefinido deseado. Si el valor de posición para el miembro de control de flujo está fuera del intervalo de valores de posición aceptables, la válvula puede estar funcionando mal. Los valores de posición aceptables son diferentes para los diferentes estados predefinidos.

15 El intervalo aceptable de valores de posición tiene una relación predefinida con uno de los valores de posición nominales P1, P2, P3, P4. El controlador de válvula está configurado para establecer el intervalo aceptable de valores de posición en la relación predefinida con dicho uno de los valores de posiciones nominales P1, P2, P3, P4.

20 El criterio de tolerancia da una desviación aceptable (x, y, z) para el valor de posición en relación con el valor de posición nominal. Cuando el valor de posición está dentro del intervalo aceptable de valores de posición, es decir, cuando la desviación del valor de posición es menor que la desviación aceptable, se considera que la válvula está en el estado predefinido deseado. Cuando el valor de posición está fuera del intervalo aceptable de valores de posición para el estado predefinido deseado, es decir, cuando la desviación del valor de posición es mayor que la desviación aceptable, la válvula está potencialmente funcionando mal. El intervalo aceptable de valores de posición y, por lo tanto, la desviación aceptable, puede ser simétrico con respecto al valor de posición nominal o asimétrico con respecto al valor de posición nominal. Por tanto, el valor de posición máximo aceptable puede tener una diferencia mayor o menor con el valor de posición nominal que el valor de posición mínimo aceptable (+x; -y) o el valor de posición máximo aceptable puede tener la misma diferencia con el valor de posición nominal que el valor de posición mínimo aceptable (+/-z).

30 La desviación aceptable del valor de posición nominal puede ser diferente para los diferentes estados predefinidos o la misma para una pluralidad, tal como la totalidad, de los estados predefinidos.

35 La determinación de un criterio de tolerancia puede comprender seleccionar un criterio de tolerancia primario ($\Delta P1$) si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno. De este modo, si el número entero de válvulas piloto es al menos dos, se aplica un criterio de tolerancia primario. Cuando el número entero de válvulas piloto es mayor que uno, la válvula tiene normalmente al menos tres estados predefinidos, por ejemplo, un estado cerrado, un estado abierto y un estado de elevación del asiento y/o empuje del asiento (o dos estados diferentes de elevación del asiento). El número entero de válvulas piloto suele ser mayor que uno cuando la válvula tiene un estado cerrado, un estado abierto y un estado de elevación del asiento (dos válvulas piloto); la válvula tiene un estado cerrado, un estado abierto, un estado de elevación del asiento y un estado de empuje del asiento (tres válvulas piloto); o la válvula tiene un estado cerrado, un estado abierto y dos estados de elevación del asiento (tres válvulas piloto). Este tipo de válvulas suelen ser válvulas lineales. Para estas válvulas es adecuado un criterio de tolerancia común y, por lo tanto, se aplica un criterio de tolerancia primario.

45 La determinación de un criterio de tolerancia puede comprender, si el número entero de válvulas piloto es uno, asignar, basándose en un primer valor de posición nominal P1 y un segundo valor de posición nominal P2 de los valores de posiciones nominales adquiridos P1, P2, P3, P4, la válvula 101, 201, 301, 401 a un tipo de válvula TIPO1, TIPO2 entre un grupo de tipos de válvulas y seleccionando un criterio de tolerancia secundario $\Delta P2$ para la válvula 101, 201, 301, 401 basándose en dicho tipo de válvula TIPO1, TIPO2. Es posible discriminar entre diferentes tipos de válvulas basándose en las posiciones nominales de la válvula. El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 está configurado para realizar una autoconfiguración durante la fase de configuración, en el que el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 identifica automáticamente el tipo de válvula basándose en las posiciones nominales que se miden durante la fase de configuración y establece el criterio de tolerancia en consecuencia.

55 La Figura 6 ilustra los valores de posición potenciales y los criterios de tolerancia para una válvula de asiento lineal (izquierda) y una válvula de mariposa (derecha). P1 y P2 indican la primera y segunda posiciones nominales del elemento de control de flujo 7, dadas por la señal de posición POS, cuando la válvula 1 está en estado abierto y en estado cerrado, respectivamente. Estas primera y segunda posiciones nominales P1, P2 se miden durante la fase de configuración, que se puede ejecutar cuando la disposición de válvula se instala por primera vez en la red de control, o después del servicio o mantenimiento de la disposición de válvula. Como se utiliza en el presente documento, los valores de posición medidos durante la fase de configuración se denominan "posiciones nominales" (pero también pueden denominarse "posiciones de referencia"), a diferencia de los valores de posición que se miden durante la operación normal de la disposición de válvula, es decir, durante la fase de control de flujo, que se denominan "posiciones actuales". El criterio de validación se evalúa en función de los puestos actuales. Como se ve en la Figura 6, cada una de la primera y segunda posiciones nominales P1, P2 está asociada con una banda de tolerancia

respectiva. Las bandas de tolerancia se indican mediante áreas sombreadas y se designan con '(prim) para la primera posición nominal P1 y "(bis) para la segunda posición nominal P2. Por lo general, y como se muestra en la Figura 6, los anchos de las bandas de tolerancia difieren entre las válvulas de asiento lineales y las válvulas de mariposa. Normalmente, las bandas de tolerancia son más estrechas para una válvula de asiento lineal TIPO1 en comparación con una válvula de mariposa TIPO2, debido a las diferencias en la precisión mecánica de las válvulas de asiento lineal en comparación con las válvulas de mariposa. Si el número entero de válvulas piloto es uno, se aplica un criterio de tolerancia secundario $\Delta P2$. Cuando el número entero de válvulas piloto es uno, la válvula normalmente tiene dos estados predefinidos, por ejemplo, un estado cerrado y un estado abierto. El número entero de válvulas piloto es normalmente uno cuando la válvula solo tiene un estado cerrado y un estado abierto (una válvula piloto). Este tipo de válvulas pueden ser normalmente tanto de tipo lineal como giratorio y normalmente son válvulas de asiento único.

La selección del criterio de tolerancia secundario $\Delta P2$ puede comprender seleccionar un primer criterio de tolerancia $\Delta P21$ si la válvula es de un primer tipo de válvula TIPO1, y seleccionar un segundo criterio de tolerancia $\Delta P22$ si la válvula es de un segundo tipo de válvula TIPO2. El primer tipo de válvula TIPO1 puede ser una válvula lineal y el segundo tipo de válvula TIPO2 puede ser una válvula giratoria.

Si la válvula es una válvula lineal de asiento único con solo estado cerrado y estado abierto, es decir, sin estado de elevación del asiento y estado de empuje del asiento, se establece en una primera etapa que el número entero de válvulas piloto es uno y luego se asigna la válvula al primer tipo de válvula TIPO1 y así se selecciona un primer criterio de tolerancia $\Delta P21$. El primer criterio de tolerancia $\Delta P21$ puede ser el mismo que el criterio de tolerancia primario $\Delta P1$, puesto que tanto el primer criterio de tolerancia $\Delta P21$ como el criterio de tolerancia primario $\Delta P1$ están asociados con válvulas lineales.

Si la válvula es una válvula giratoria de asiento único con solo estado cerrado y estado abierto, es decir, sin estado de elevación del asiento y estado de empuje del asiento, se establece en una primera etapa que el número entero de válvulas piloto es uno y luego la válvula se asigna al segundo tipo de válvula TIPO2 y así se selecciona un segundo criterio de tolerancia $\Delta P22$.

Para ejemplificar, la Figura 7 ilustra pares de posiciones nominales para diferentes válvulas que pertenecen a dos tipos de válvulas diferentes, en la que el eje vertical (izquierda) indica posiciones a lo largo del intervalo de detección del sensor de posición 26. Cada columna de puntos de la Figura 7 representa un producto diferente fabricado por el presente solicitante. Como se indica en la parte inferior de la Figura 7, hay 3 productos de válvulas diferentes de TIPO2, es decir, válvulas de mariposa y 28 productos de válvulas diferentes de TIPO1, es decir, válvulas de asiento lineales. El punto inferior de cada par representa la primera posición nominal P1 y el punto superior de cada par representa la segunda posición nominal P2. Cada punto se obtiene como un promedio para una pluralidad de elementos del respectivo producto de válvula. La Figura 7 indica también un valor límite L1 que puede usarse para discriminar entre válvulas de TIPO1 y TIPO2. Por consiguiente, una válvula puede identificarse como perteneciente al TIPO2 (válvula de mariposa) si se cumple una primera condición C1, en la que la condición C1 estipula que la primera posición nominal P1 es menor que el primer valor límite L1. De otro modo, la válvula está identificada como perteneciente al TIPO1 (válvula de asiento lineal). En el caso específico ilustrado en la Figura 7, el primer valor límite L1 puede establecerse en 7 mm. Como alternativa, dependiendo del punto de referencia exterior, el primer valor límite se puede establecer en aproximadamente 5-20 mm, tal como 7 mm o 10 mm.

Para aumentar la robustez de la identificación, se puede aplicar una segunda condición C2, que estipula que la diferencia entre la segunda y la primera posición nominal (es decir, la longitud de la carrera) es mayor que un segundo valor límite (no mostrado en la Figura 7). Si ambas condiciones C1, C2 se cumplen, la válvula está identificada como perteneciente al TIPO2, de lo contrario, como perteneciente a TIPO1. En el caso específico ilustrado en la Figura 7, el segundo valor límite L2 puede establecerse en 40 mm.

En algunas versiones, por ejemplo, como en las Figuras 1-6, la primera y segunda posiciones nominales P1, P2 se definieron como asociados con un accionador 11 desactivado y activado, respectivamente. En la Figura 7, se supone que la primera posición nominal P1 es la posición más baja dentro del intervalo de detección. Sin embargo, hay accionadores 11 que mueven el vástago a la posición inferior cuando se activan en lugar de cuando se desactivan. Si se sabe que tales accionadores 11 están incluidos entre las válvulas que se utilizarán con el controlador de válvula, la primera condición C1 puede modificarse para estipular que cualquiera de las posiciones nominales primera y segunda P1 debe ser menor que el primer valor límite L1, para que la válvula se identifique como válvula de mariposa.

El primer valor de posición nominal P1 se adquiere mientras dicho uno de dicho al menos un elemento de control de flujo 7 está en un primer estado predefinido, y el segundo valor de posición nominal P2 se adquiere mientras dicho uno de dicho al menos un elemento de control de flujo 7 está en un segundo estado predefinido. Normalmente, el primer valor de posición nominal P1 se adquiere mientras el miembro de control de flujo está en un estado cerrado, y el segundo valor de posición nominal P2 se adquiere mientras el miembro de control de flujo está en un estado abierto, como se ha expuesto anteriormente. Si la válvula comprende dos elementos de control de flujo, es el primer elemento de control de flujo 7' el que se encuentra en el primer y segundo estados predefinidos, respectivamente, cuando la primera y segunda posiciones nominales, respectivamente, son adquiridas.

Debe entenderse que la válvula puede ser cualquier tipo de válvula, incluidas las válvulas de encendido (normalmente cerradas o normalmente abiertas, o de doble efecto), válvulas de cambio, válvulas mezcladoras, válvulas reguladoras de presión, válvulas de control, válvulas de muestreo, etc. La válvula puede tener más de una abertura de entrada y/o más de una abertura de salida. La válvula puede ser de cualquier diseño, incluyendo una válvula de asiento único, una válvula de asiento doble, una válvula de mariposa, una válvula de membrana, una válvula de bola, una válvula de tapón, una válvula de guillotina, etc. Para una asignación adecuada de la válvula a un tipo de válvula, la válvula debe incluir un vástago de válvula que realice un movimiento, preferentemente un movimiento lineal, indicando la posición del miembro de control de flujo.

Como se ha descrito anteriormente, el criterio de tolerancia puede involucrar valores que tengan diferentes magnitudes y que se establezcan en diferentes relaciones con los valores de posiciones nominales. Cada criterio de tolerancia seleccionado puede definir diferentes valores de desviación aceptables para diferentes estados. Por ejemplo, el criterio de tolerancia primario puede definir para un estado cerrado una desviación aceptable del valor de posición nominal para el estado cerrado de +3 y -2 (mm) y un estado abierto definir una desviación aceptable del valor de posición nominal para el estado abierto de +/-2,5 (mm) y un estado de empuje del asiento definen una desviación aceptable del valor de posición nominal para el estado de empuje del asiento de +/-1 (mm). Sin embargo, cada criterio de tolerancia puede definir una única desviación aceptable para todos los estados, lo que también se prefiere. Preferentemente, el criterio de tolerancia es simétrico en relación con los valores de posiciones nominales. Preferentemente, el criterio de tolerancia primario, que en los ejemplos se refiere a válvulas de asiento lineal que tienen al menos tres estados, es +/-1,4 (mm) para todos los estados. Preferentemente, el primer criterio de tolerancia, que en los ejemplos se refiere a válvulas lineales de asiento único que tienen dos estados, es el mismo que el criterio de tolerancia primario preferido, es decir, +/-1,4 (mm) para todos los estados. Preferentemente, el segundo criterio de tolerancia, que en los ejemplos se refiere a válvulas giratorias, es +/-5 (mm) para todos los estados. En consecuencia, preferentemente, el criterio de tolerancia primario define una tolerancia precisa, el primer criterio de tolerancia define una (la misma) tolerancia fina y el segundo criterio de tolerancia define una tolerancia de curso.

El número entero de válvulas piloto corresponde al número de válvulas piloto habilitadas. De este modo, el número entero de válvulas piloto corresponde al número de válvulas piloto que están habilitadas para operar. El número entero de válvulas piloto corresponde al número de válvulas piloto que están habilitadas para operar el accionador. Una válvula piloto habilitada está operativa. De este modo, se pueden dar instrucciones a la válvula piloto habilitada. Se considera que una válvula piloto habilitada está conectada activamente a la unidad de control del controlador de válvula. El número entero de válvulas piloto corresponde al número de válvulas piloto conectadas activamente a la unidad de control. Convencionalmente, una válvula piloto está habilitada cuando se conecta a la unidad de control, más precisamente, al procesador. Por tanto, normalmente el número entero de válvulas piloto corresponde al número de válvulas piloto conectadas, es decir, el número de válvulas piloto conectadas a la unidad de control, tal como al procesador.

El controlador de válvula puede tener más válvulas piloto que las válvulas piloto habilitadas. Por ejemplo, el controlador de válvula puede tener tres válvulas piloto, pero dos de las válvulas piloto están inhabilitadas para montar el controlador de válvula en una válvula de asiento único con solo estado cerrado y abierto. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando hay diferentes tipos de válvulas en el mismo sitio y se desea tener controladores de válvula idénticos en todas las válvulas, por ejemplo, para simplificar o si solo se desea tener un tipo de controlador de válvula en stock como parte de repuesto. Convencionalmente, una válvula piloto se desactiva cuando se desconecta de la unidad de control, más precisamente, del procesador. Por tanto, una válvula piloto se desactiva por lo general desconectando la válvula piloto de la unidad de control, más precisamente, del procesador.

Si un controlador de válvula que tiene tres válvulas piloto está montado en una válvula de asiento único con solo estados cerrado y abierto, solo se puede conectar un conducto de presión entre la primera válvula piloto y el accionador (y no se puede conectar ningún conducto de presión entre el segundo y el tercer piloto válvulas y el accionador) y si la segunda y tercera válvulas piloto no se han deshabilitado, el controlador de válvula se configura para detectar un error durante la configuración, que solicitará la deshabilitación de la segunda y tercera válvulas piloto. Correspondientemente, Si un controlador de válvula que tiene dos válvulas piloto está montado en una válvula de asiento único con solo estados cerrado y abierto, solo se puede conectar un conducto de presión entre la primera válvula piloto y el accionador (y no se puede conectar ningún conducto de presión entre la segunda válvula piloto y el accionador) y si la segunda válvula piloto no se ha deshabilitado, el controlador de válvula se configura para detectar un error durante la configuración, que solicitará la deshabilitación de la segunda válvula piloto. Además, si un controlador de válvula que tiene tres válvulas piloto está montado en una válvula de asiento único con solo estado cerrado, estado abierto y un estado de elevación del asiento solo se puede conectar un conducto de presión entre la primera válvula piloto y el accionador y un conducto de presión entre la segunda válvula piloto y el accionador (y no se puede conectar ningún conducto de presión entre la tercera válvula piloto y el accionador) y si la tercera válvula piloto no se ha deshabilitado, el controlador de válvula se configura para detectar un error durante la configuración, que solicitará la deshabilitación de la tercera válvula piloto.

Una fase de configuración se ilustra en un diagrama de flujo en la Figura 8. En la fase de configuración, se establece un número entero de válvulas piloto. Después se verifica si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno. Si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno (>1), se selecciona directamente un criterio de tolerancia primario

$\Delta P1$ y no se necesitan más operaciones para determinar el criterio de tolerancia. Si el número entero de válvulas piloto es uno ($=0$), la válvula se asigna a un tipo de válvula basándose en el primer y segundo valores de posiciones nominales como se ha descrito anteriormente. Si la válvula es de un primer tipo, se selecciona un primer criterio de tolerancia $\Delta P21$. Si la válvula es de un segundo tipo, se selecciona un segundo criterio de tolerancia $\Delta P22$.

Basándose en primer lugar la determinación de un criterio de tolerancia en un número entero de válvulas piloto, no es necesario evaluar el tipo de válvula o los valores de posiciones nominales para seleccionar un criterio de tolerancia si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno. Solo si el número entero de válvulas piloto es uno, es necesario continuar la evaluación y considerar los valores de posiciones nominales y los tipos de válvulas para seleccionar el criterio de tolerancia. Esto simplifica la selección de los criterios de tolerancia y, por tanto, la configuración. También hace que la configuración sea más rápida. También hace que la selección del criterio de tolerancia sea más confiable, puesto que no depende de los valores de posición nominales medidos y las diferencias entre el valor de posición nominal para diferentes tipos de válvula si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno y permite también excluir ciertos modelos de válvula al elegir el tipo de válvula en una posible asignación del tipo de válvula.

Se puede considerar que un criterio de tolerancia secundario $\Delta P2$ se selecciona en función del tipo de válvula y que el primer criterio de tolerancia $\Delta P21$ representa un criterio y el segundo criterio de tolerancia $\Delta P22$ representa otro criterio del criterio de tolerancia secundario $\Delta P2$.

El controlador de válvula está configurado para recibir una señal de control de válvula CTRL1 para controlar un flujo de fluido a través de la válvula 101, 201, 301, 401 y para generar una señal de estado S. El controlador de válvula 102, 202, 302, 402 está configurado además para, posterior a la fase de configuración, realizar una fase de control de flujo. La fase de control de flujo se realiza durante la operación de la válvula e implica comprobar que la disposición de la válvula opera correctamente. La fase de control de flujo comprende controlar el accionador 11 basándose en la señal de control de válvula CTRL1, y controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 para establecer el uno o más elementos de control de flujo 7 en uno de los estados predefinidos basados en la válvula. señal de control CTRL1. De este modo, el valle se establece en uno de los estados predefinidos (estado cerrado, estado abierto y posiblemente estado de elevación del asiento y/o estado de empuje del asiento) en respuesta a la señal de control de válvula. La fase de control de flujo comprende también evaluar el criterio de tolerancia $\Delta P1$, $\Delta P2$. De este modo, se comprueba si la válvula está en el estado predefinido deseado según lo solicitado por la señal de control de válvula. La fase de control de flujo comprende además generar la señal de estado S para indicar un estado de error si el criterio de validación $\Delta P1$, $\Delta P2$ se viola. De este modo, se alerta en caso de que no se obtenga el estado predefinido deseado. La fase de control de flujo también incluye adquirir, desde la señal de posición POS, mientras que el uno o más elementos de control de flujo 7 se encuentra en dicho uno de los estados predefinidos, un valor de posición actual. El criterio de tolerancia se evalúa comparando el valor de posición actual con el intervalo aceptable de valores de posición, que se basa en el valor de posición nominal. Se comprueba si la válvula está en el estado predefinido deseado comparando el valor de posición actual obtenido actualmente para el estado predefinido deseado con el intervalo aceptable de valores de posición para el estado predefinido deseado.

La presente invención se refiere también a un método para controlar una válvula 101, 201, 301, 401 que comprende al menos un elemento de control de flujo 7 acoplado mecánicamente a un accionador 11 y un controlador de válvula 102, 202, 302, 402 que comprende al menos una válvula piloto 25, 37, 72 para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 activando el accionador 11 permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador 11 y desactivando el accionador 11 permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador 11, comprendiendo el controlador de válvula 102, 202, 302, 402 un sensor de posición 26 para obtener una señal de posición POS indicativa de la posición de uno 7 de dicho al menos un miembro de control de flujo. El método comprende una fase de configuración. La fase de configuración comprende establecer un número entero de válvulas piloto correspondiente al número de válvulas piloto 25, 37, 72 y determinar un criterio de tolerancia para la señal de posición basándose en el número entero de válvulas piloto.

La fase de configuración del método comprende controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo 7 por medio de dicha al menos una válvula piloto 25, 37, 72 para establecer el uno o más elementos de control de flujo 7 en una pluralidad de estados predefinidos. La fase de configuración del método también comprende adquirir, desde la señal de posición POS, mientras que el uno o más elementos de control de flujo 7 están en al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal P1, P2, P3, P4 para cada uno de dichos al menos dos de los estados predefinidos

El método puede involucrar además las características, versiones y ventajas mencionadas anteriormente, en particular, las mencionadas junto con el controlador de válvula. La válvula controlada en el método puede ser una válvula como se ha especificado anteriormente y junto con el controlador de válvula. El método puede ser un método para controlar una disposición de válvula como se ha especificado anteriormente, por ejemplo, una disposición de válvula que comprende una válvula como se define anteriormente y un controlador de válvula como se ha definido anteriormente.

Mientras que la invención se ha descrito en conexión con lo que se considera actualmente que son las realizaciones más prácticas y preferidas, debe entenderse que la invención no debe limitarse a las realizaciones divulgadas, sino,

por el contrario, pretende cubrir diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador de válvula (102, 202, 302, 402) para una válvula (101, 201, 301, 401) que comprende un accionador (11) acoplado mecánicamente a al menos un elemento de control de flujo (7), comprendiendo el controlador de válvula (102, 202, 302, 402):
 - una unidad de control (20),
 - al menos una válvula piloto (25, 37, 72) para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo (7) activando el accionador (11) permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador (11) y desactivando el accionador (11) permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador (11),
 - un sensor de posición (26) conectado a la unidad de control (20) para obtener una señal de posición indicativa de la posición de uno de dicho al menos un elemento de control de flujo (7),
 - al menos un circuito de detección de válvulas piloto (80),
 - estando dicho controlador de válvula (102, 202, 302, 402) configurado además para ejecutar una fase de configuración que comprende:
 - controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo (7) por medio de dicha al menos una válvula piloto (25, 37, 72) para establecer el uno o más elementos de control de flujo (7) en una pluralidad de estados predefinidos,
 - adquirir, desde la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo (7) se encuentra en al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal (P1, P2, P3, P4) para cada uno de dichos al menos dos de los estados predefinidos,
 - estableciendo, por medio de dicho al menos un circuito de detección de válvulas piloto (80), un número entero de válvulas piloto correspondiente al número de dicha al menos una válvula piloto (25, 37, 72) que está/están conectadas a la unidad de control (20), estando el controlador de válvula **caracterizado por que** dicha fase de configuración comprende además determinar un criterio de tolerancia ($\Delta P1$, $\Delta P2$) para la señal de posición basándose en el número entero de válvulas piloto, en donde el criterio de tolerancia ($\Delta P1$, $\Delta P2$) define un intervalo aceptable de valores de posición para el uno o más elementos de control de flujo (7), como lo indica la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo (7) se encuentra en uno de los estados predefinidos, en donde el criterio de tolerancia da una desviación aceptable para el valor de posición en relación con el valor de posición nominal.
2. El controlador de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el intervalo aceptable de valores de posición tiene una relación predefinida con uno de los valores de posición nominales (P1, P2, P3, P4), y en el que el controlador de válvula está configurado para establecer el intervalo aceptable de valores de posición en la relación predefinida con dicho uno de los valores de posición nominales (P1, P2, P3, P4).
3. El controlador de válvula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación de un criterio de tolerancia comprende
 - si el número entero de válvulas piloto es mayor que uno, seleccionar un criterio de tolerancia primario ($\Delta P1$).
4. El controlador de válvula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación de un criterio de tolerancia comprende
 - si el número entero de válvulas piloto es uno,
 - asignar, basándose en un primer valor de posición nominal (P1) y un segundo valor de posición nominal (P2) de los valores de posiciones nominales adquiridos (P1, P2, P3, P4), la válvula (101, 201, 301, 401) a un tipo de válvula (TIPO1, TIPO2) entre un grupo de tipos de válvulas y seleccionar un criterio de tolerancia secundario ($\Delta P2$) para la válvula (1) basándose en dicho tipo de válvula (TIPO1, TIPO2).
5. El controlador de válvula de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la selección del criterio de tolerancia secundario ($\Delta P2$) comprende
 - si la válvula es de un primer tipo de válvula (TIPO1), seleccionar un primer criterio de tolerancia ($\Delta P21$), y
 - si la válvula es de un segundo tipo de válvula (TIPO2), seleccionar un segundo criterio de tolerancia ($\Delta P22$).
6. El controlador de válvula de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en el que el primer valor de posición nominal (P1) se adquiere mientras dicho uno de dicho al menos un elemento de control de flujo (7) está en un primer estado predefinido, y
 - el segundo valor de posición nominal (P2) se adquiere mientras dicho uno de dicho al menos un elemento de control de flujo (7) está en un segundo estado predefinido.
7. El controlador de válvula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está configurado para recibir una señal de control de válvula para controlar un flujo de fluido a través de la válvula (101, 201, 301, 401) y para generar una señal de estado, y en el que el controlador de válvula (102, 202, 302, 402) está configurado además para, posterior a la fase de configuración, realizar una fase de control de flujo que comprende:

controlar el accionador (11) basándose en la señal de control de válvula,
 controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo (7) para establecer el uno o más elementos de
 control de flujo (7) en uno de los estados predefinidos basándose en la señal de control de válvula,
 5 evaluar el criterio de tolerancia ($\Delta P1$, $\Delta P2$), y
 generar la señal de estado para indicar un estado de error si se viola el criterio de validación ($\Delta P1$, $\Delta P2$).

8. Una disposición de válvula que comprende el controlador de válvula (102, 202, 302, 402) de acuerdo con una
 cualquiera de las reivindicaciones 1-7, comprendiendo además la disposición de válvula una válvula (101, 201, 301,
 10 401), comprendiendo la válvula (101, 201, 301, 401):

un alojamiento de válvula (3),
 al menos una abertura de entrada (5) en el alojamiento de válvula (3),
 al menos una abertura de salida (6) en el alojamiento de válvula (3),
 15 un canal de fluido (4) definido en el alojamiento de válvula (3) para extenderse entre la al menos una abertura de
 entrada (5) y la al menos una abertura de salida (6), al menos un miembro de control de flujo (7) dispuesto para su
 movimiento en el canal de fluido (4), y
 un accionador (11) acoplado mecánicamente al uno o más elementos de control de flujo (7) y que está controlado
 directa o indirectamente por el controlador de válvula (102, 202, 302, 402) para mover el uno o más elementos de
 20 control de flujo (7) en el canal de fluido (4) para controlar un flujo de fluido a través del alojamiento de válvula (3)
 entre la al menos una abertura de entrada (5) y la al menos una abertura de salida (6).

9. Un método para controlar una válvula (101, 201, 301, 401) que comprende al menos un miembro de control de flujo
 (7) acoplado mecánicamente a un accionador (11) y un controlador de válvula (102, 202, 302, 402) que comprende al
 25 menos una válvula piloto (25, 37, 72) para controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo (7)
 activando el accionador (11) permitiendo que un fluido presurizado entre en el accionador (11) y desactivando el
 accionador (11) permitiendo que el fluido presurizado salga del accionador (11), comprendiendo el controlador de
 válvula (102, 202, 302, 402) una unidad de control (20) y un sensor de posición (26) conectado a la unidad de control
 (20) para obtener una señal de posición indicativa de la posición de uno (7) de dicho al menos un elemento de control
 30 de flujo, comprendiendo dicho controlador de válvula al menos un circuito de detección de válvulas piloto (80),
 comprendiendo dicho método una fase de configuración que comprende las etapas:

controlar la posición del uno o más elementos de control de flujo (7) por medio de dicha al menos una válvula piloto
 (25, 37, 72) para establecer el uno o más elementos de control de flujo (7) en una pluralidad de estados
 35 predefinidos,
 adquirir, desde la señal de posición, mientras que el uno o más elementos de control de flujo (7) se encuentra en
 al menos dos de los estados predefinidos, un valor de posición nominal ($P1$, $P2$, $P3$, $P4$) para cada uno de dichos
 al menos dos de los estados predefinidos,
 establecer, por medio de dicho al menos un circuito de detección de válvulas piloto (80), un número entero de
 40 válvulas piloto correspondiente al número de dicha al menos una válvula piloto (25, 37, 72) que está/están
 conectadas a la unidad de control (20), y
 determinar un criterio de tolerancia ($\Delta P1$, $\Delta P2$) para la señal de posición basándose en el número entero de
 válvulas piloto, en donde el criterio de tolerancia ($\Delta P1$, $\Delta P2$) define un intervalo aceptable de valores de posición
 para el uno o más elementos de control de flujo (7), como lo indica la señal de posición, mientras que el uno o más
 45 elementos de control de flujo (7) se encuentra en uno de los estados predefinidos, en donde el criterio de tolerancia
 da una desviación aceptable para el valor de posición en relación con el valor de posición nominal.

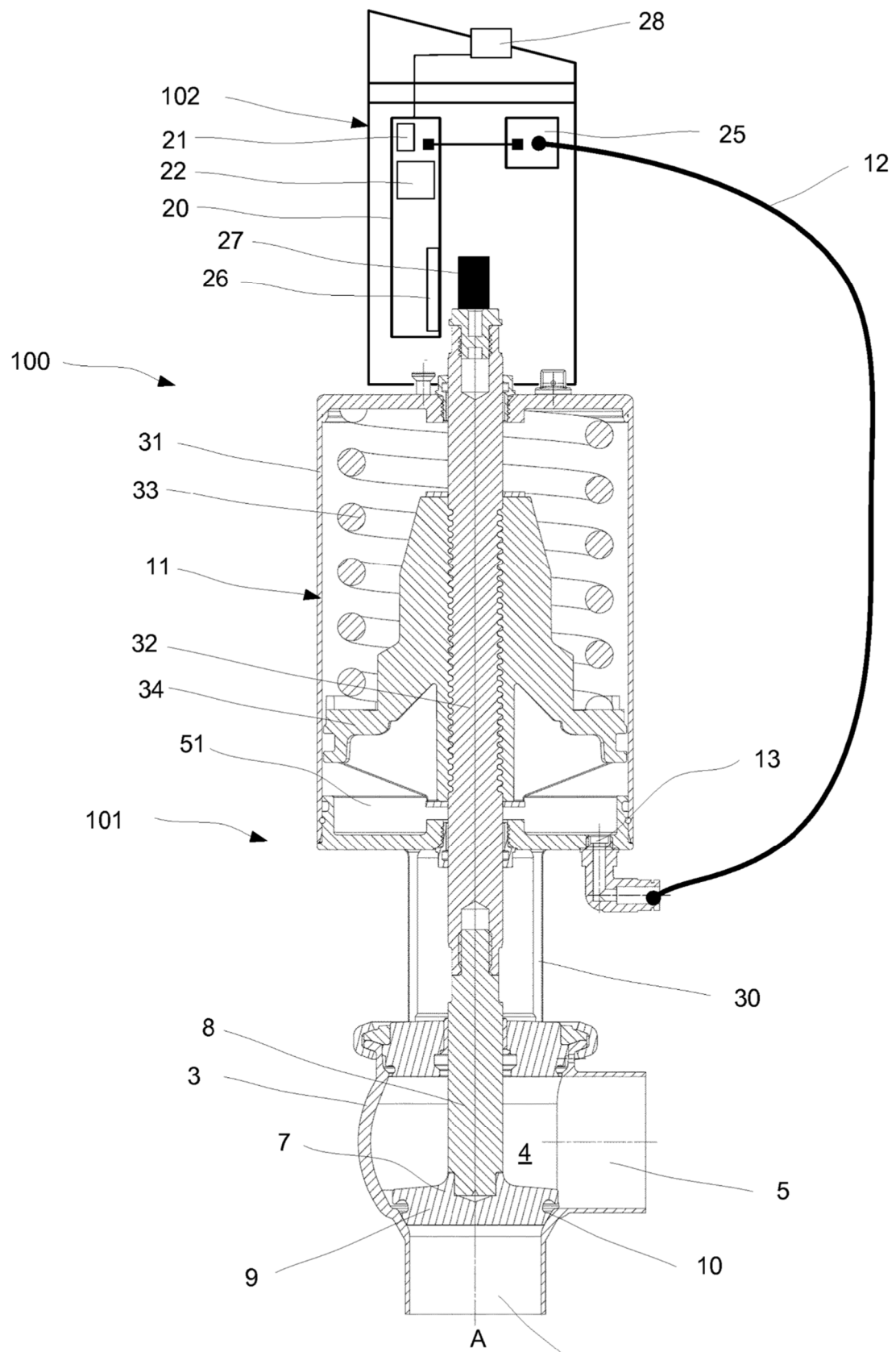


Fig. 1

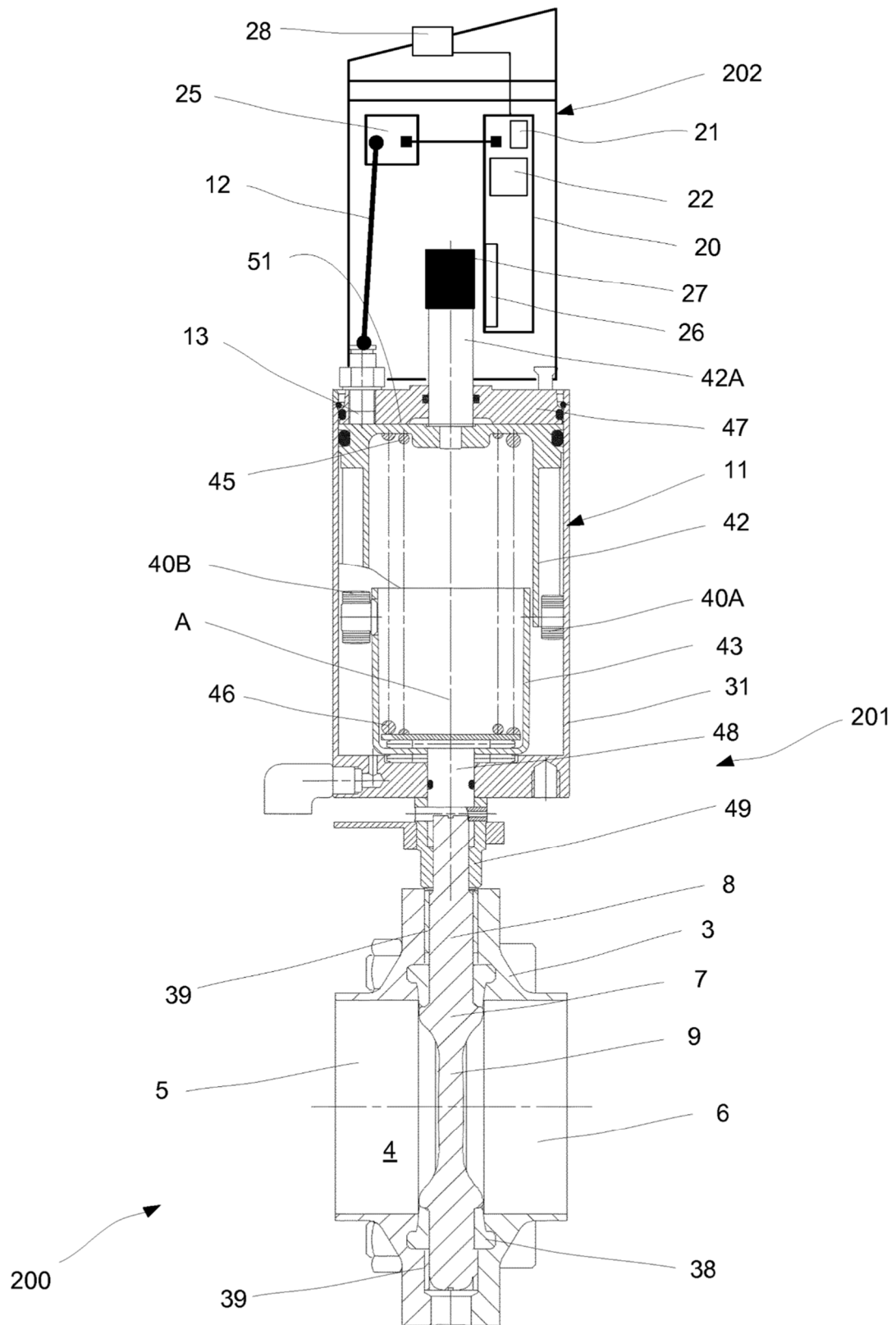


Fig. 2

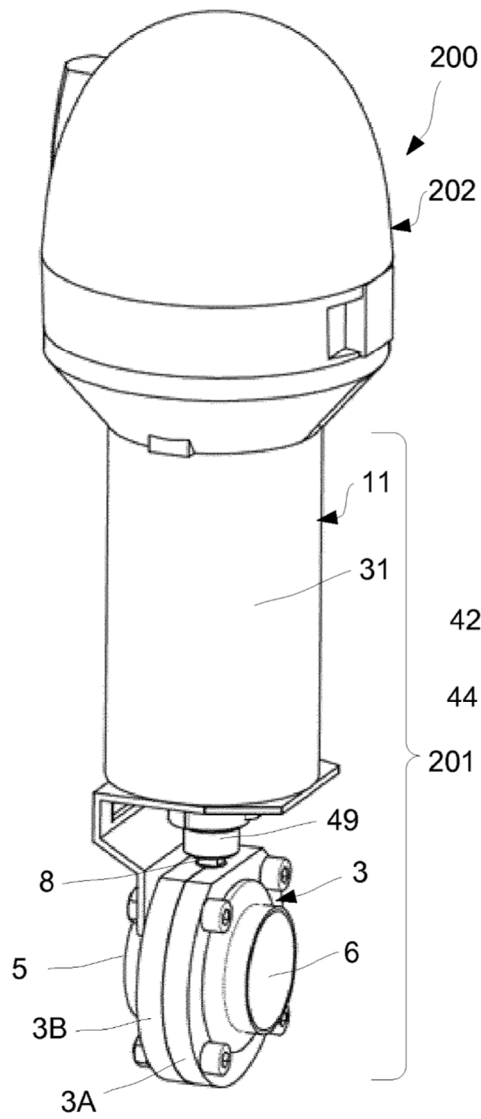


Fig. 3A

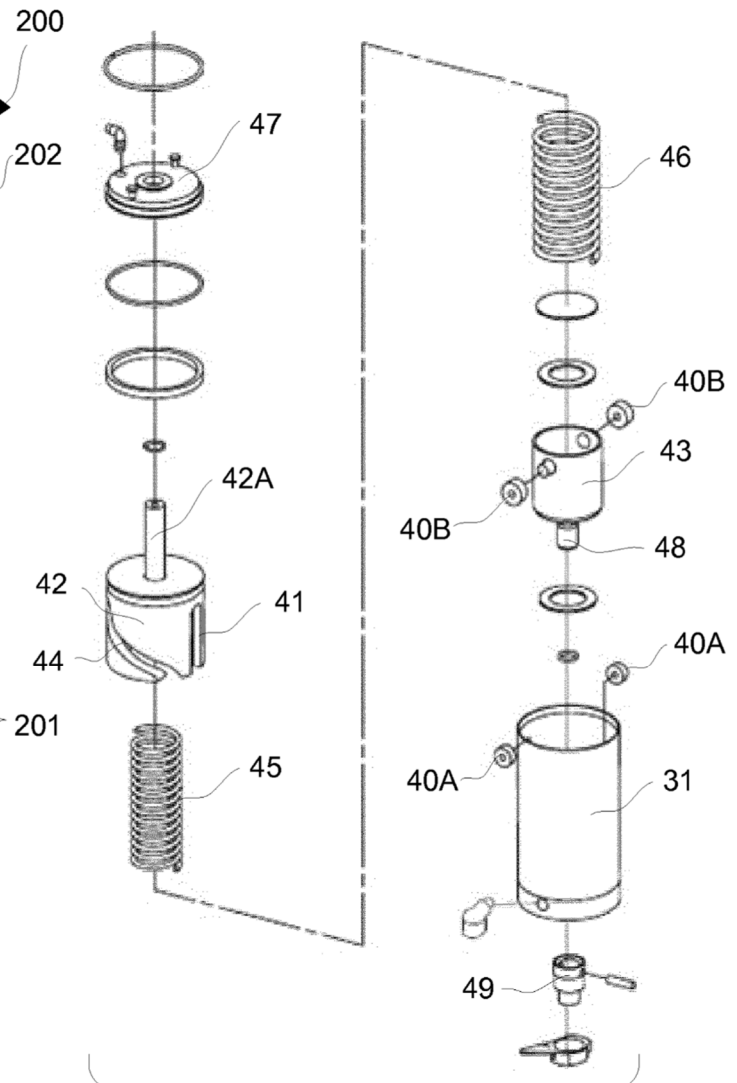


Fig. 3B

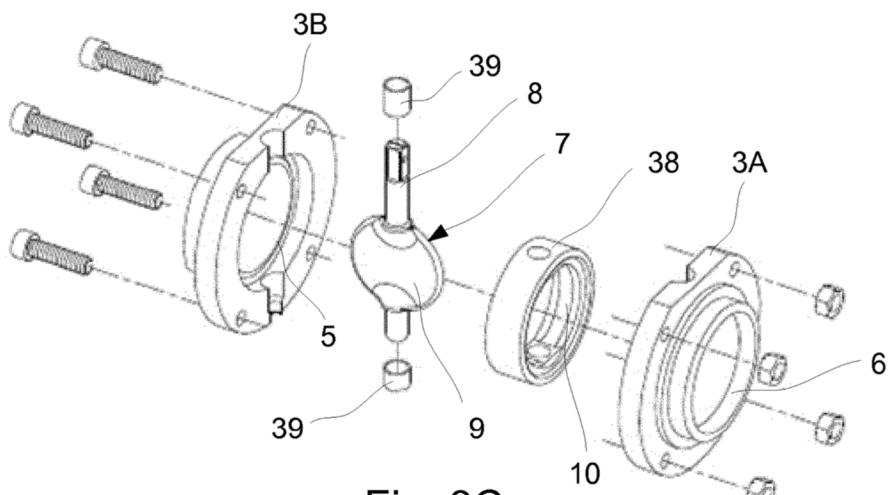


Fig. 3C

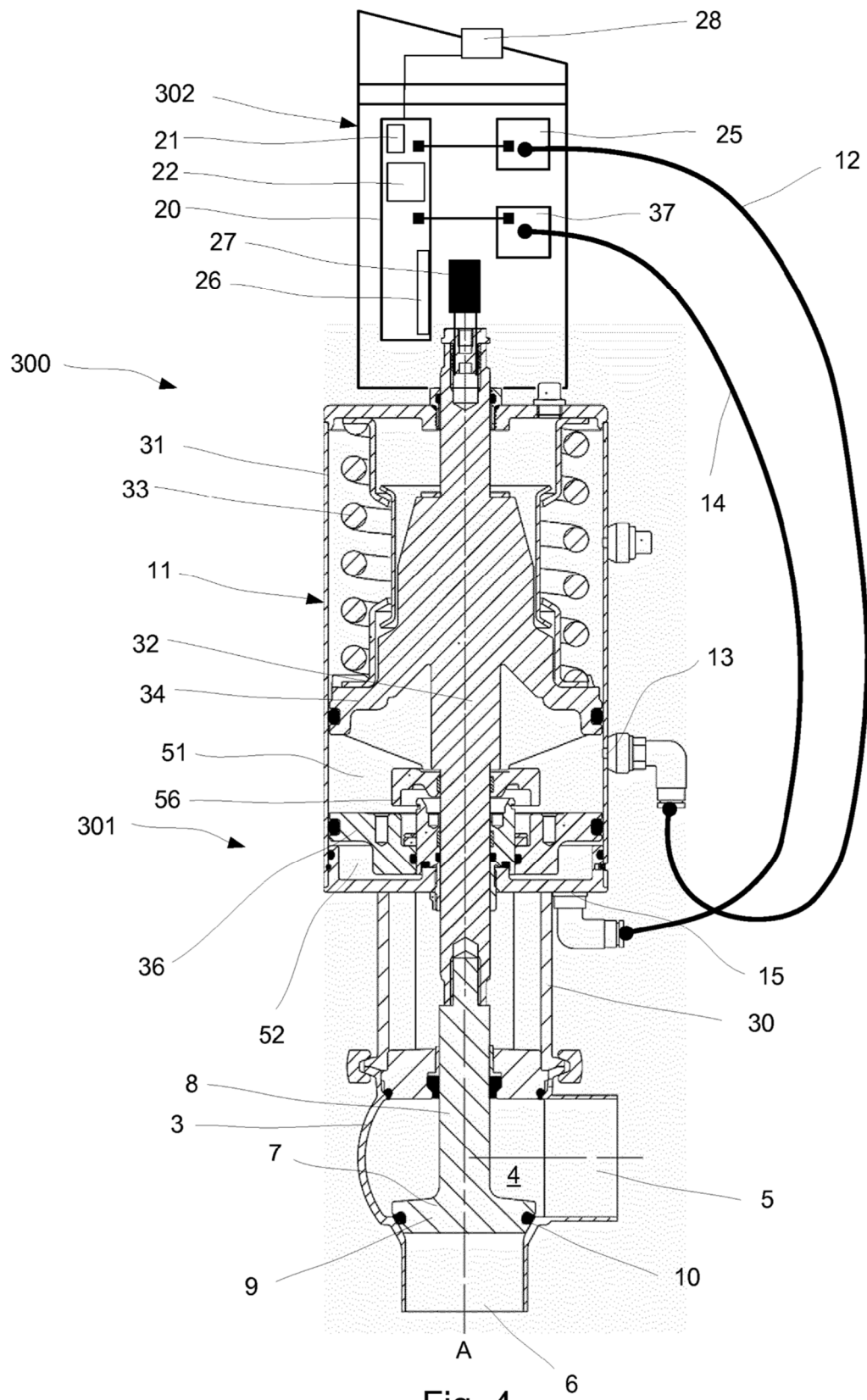


Fig. 4

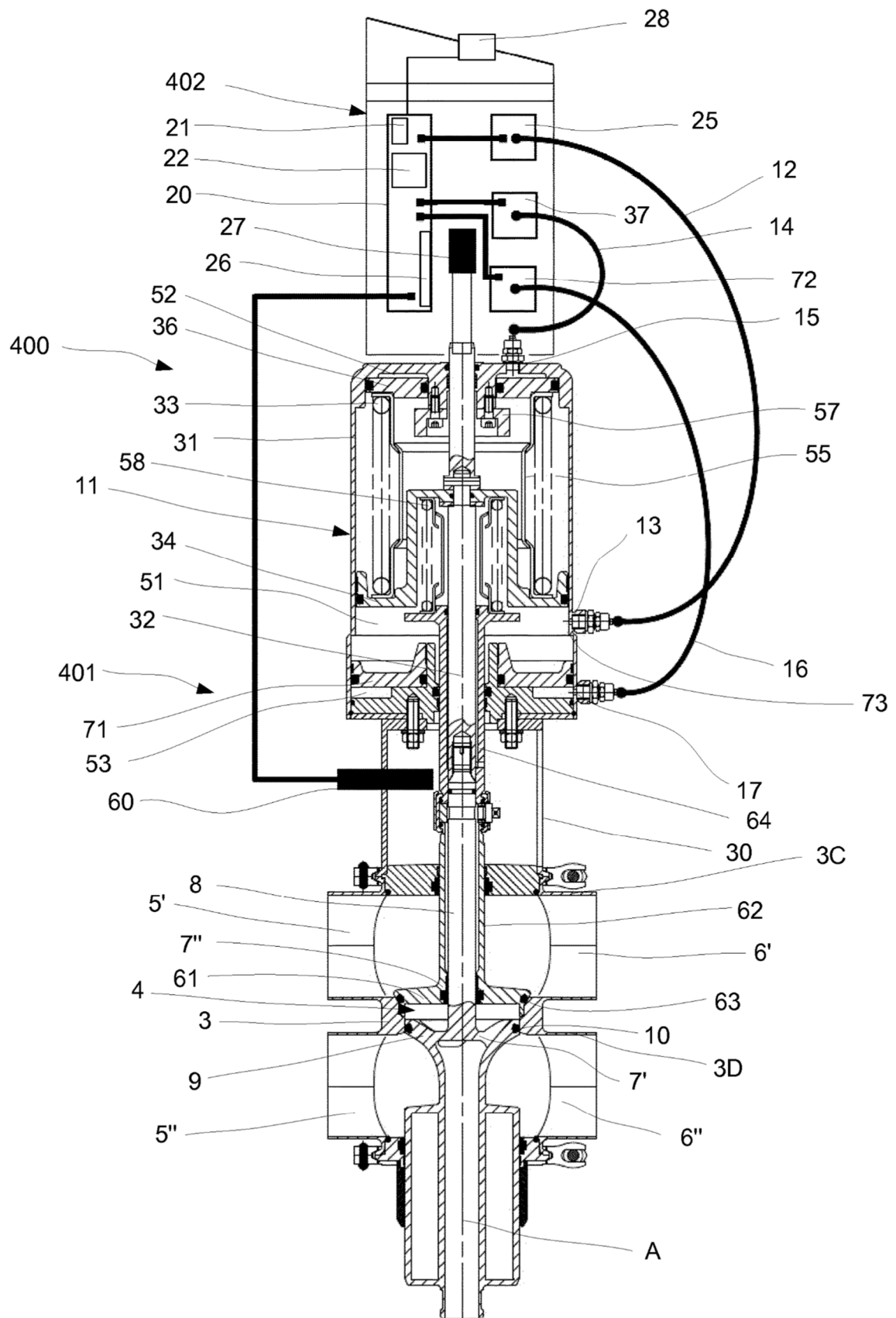


Fig. 5

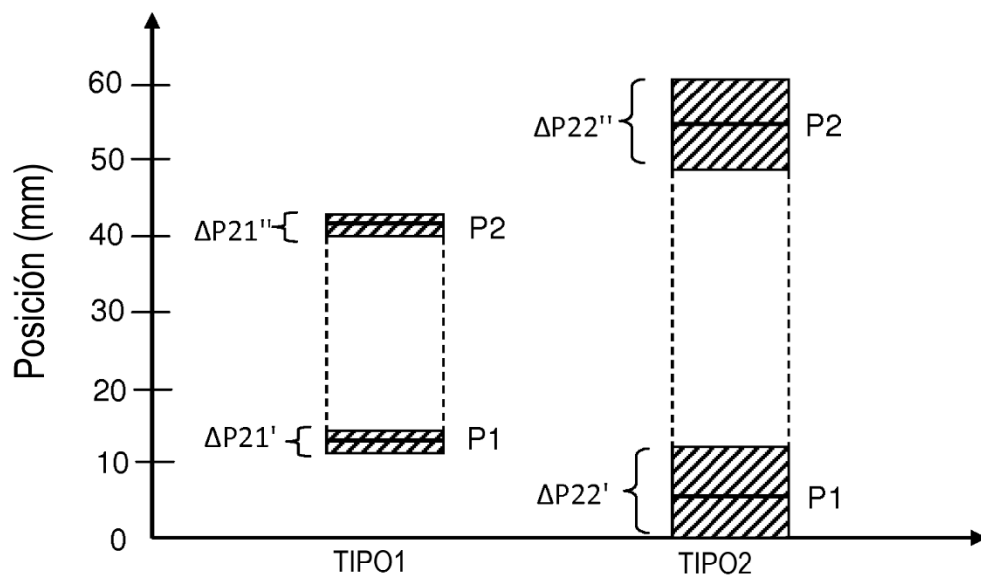


Fig. 6

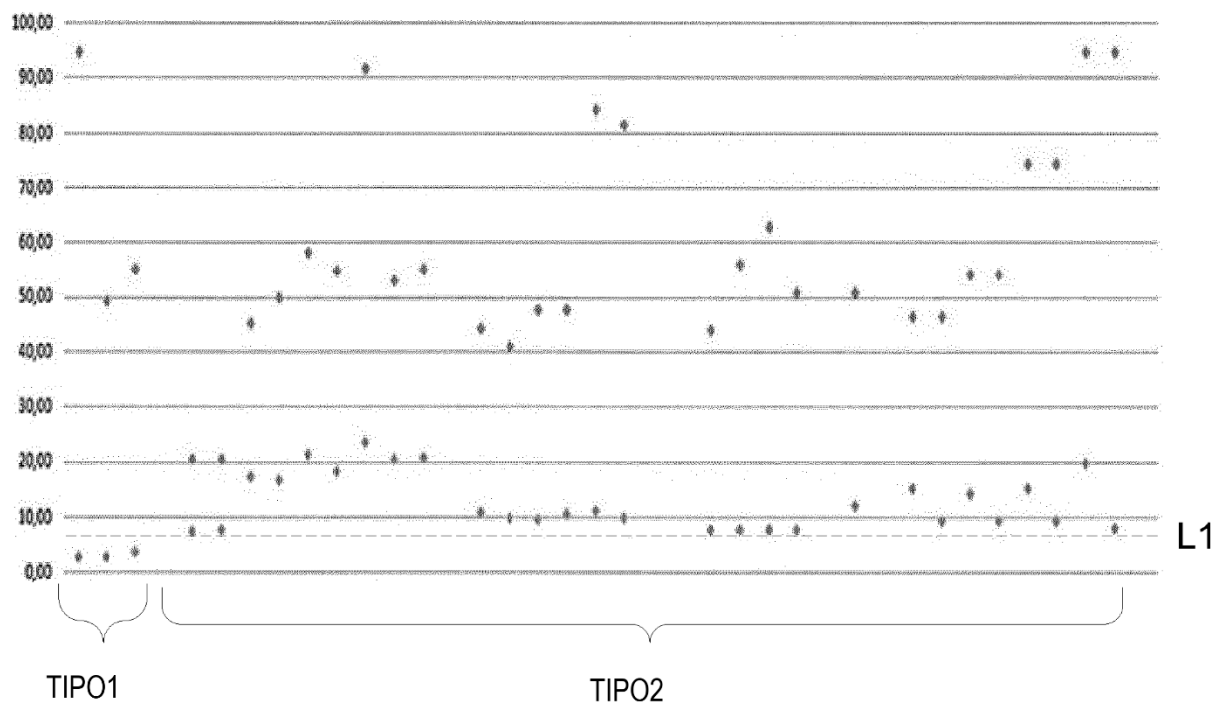


Fig. 7

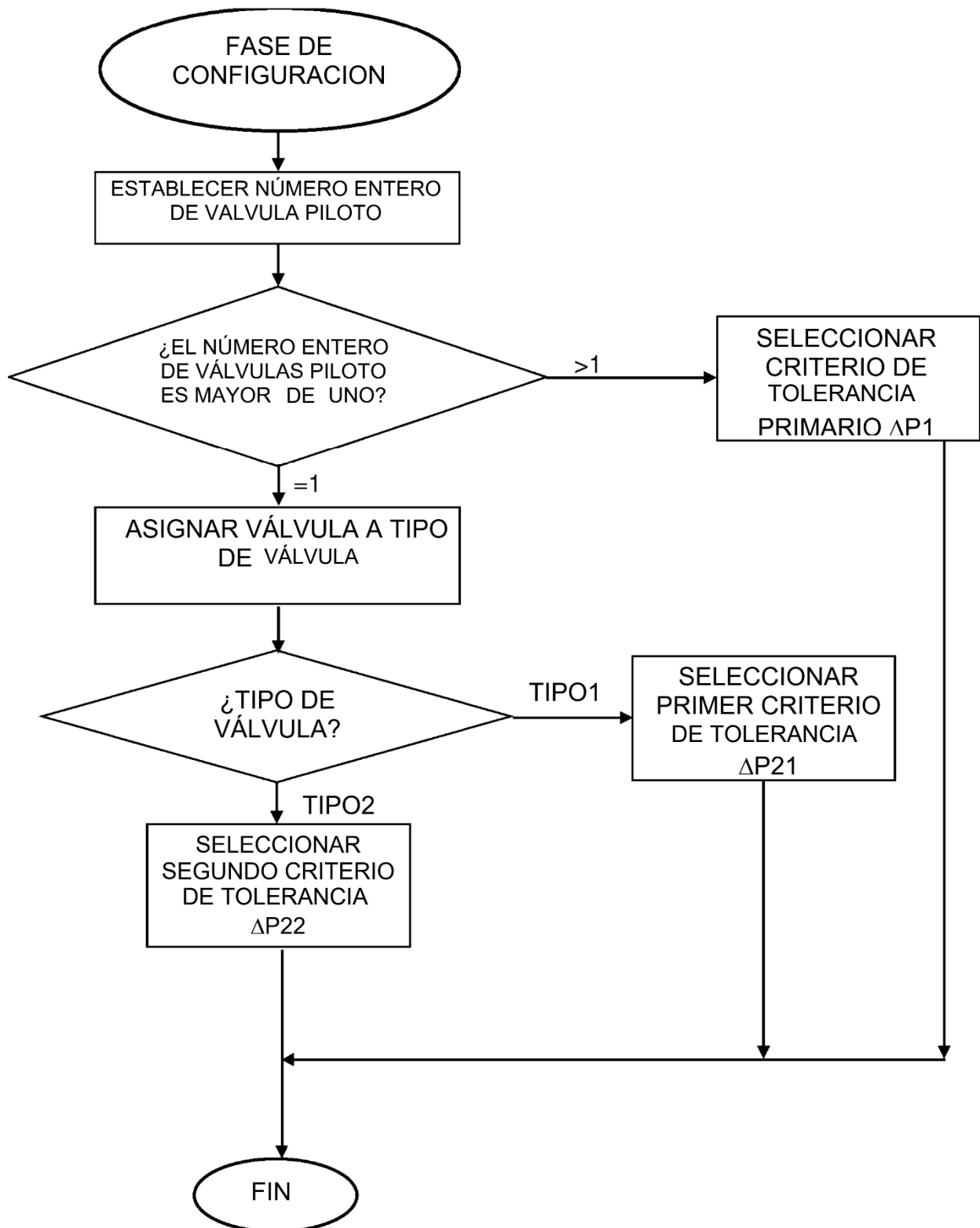


Fig. 8

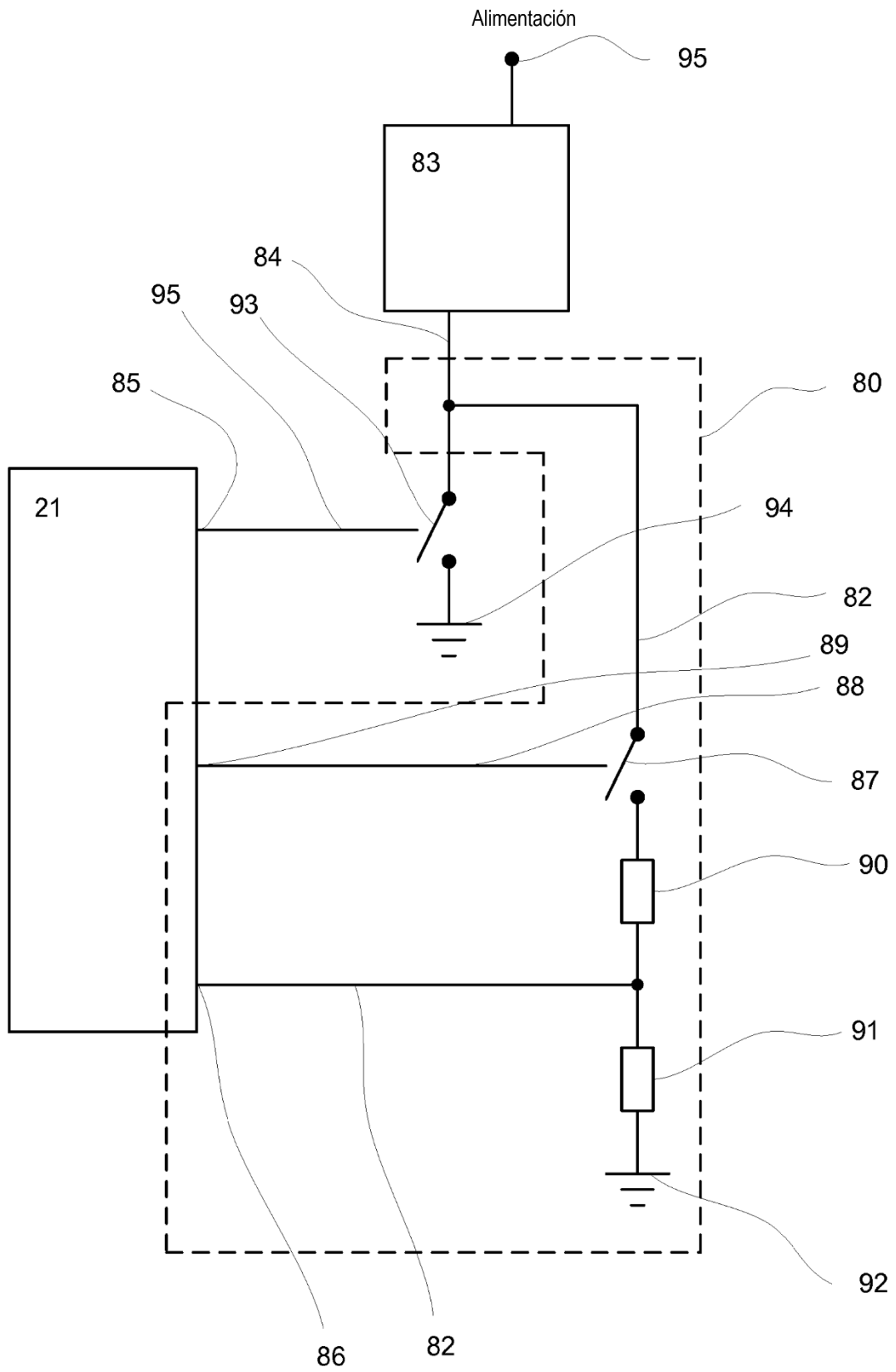


Fig. 9