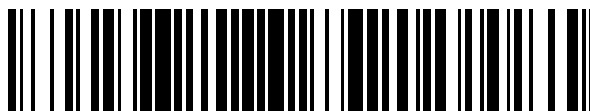


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 392**

51 Int. Cl.:

F16K 37/00

(2006.01)

G05B 19/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08788231 .2**

96 Fecha de presentación: **25.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2321563**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.05.2011**

54 Título: **Aparato automatizado de comprobación de válvulas**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.11.2012

73 Titular/es:
NORGREN LIMITED (50.0%)
P.O. Box 22 Eastern Avenue
Lichfield Staffordshire WS13 6SB, GB y
THOMPSON VALVES LIMITED (50.0%)

72 Inventor/es:
WHEATER, CHRISTOPHER, JOHN y
HORSFIELD, DAVID

74 Agente/Representante:
PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 390 392 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

Aparato automatizado de comprobación de válvulas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a medios para la comprobación automatizada del estado de funcionamiento de válvulas sin abrirlas o cerrarlas totalmente, minimizando así la perturbación del fluido o proceso que controlan.

10 Antecedentes de la invención1. Campo de la invención

Esta invención se refiere en general a cualquier aplicación de válvulas de control de fluido en la que la alta fiabilidad de funcionamiento es esencial. Tales aplicaciones existen en un cierto número de industrias. En particular, esta invención se refiere a sistemas de apagado de emergencia usados, por ejemplo, en las industrias de procesado. Típicamente las plantas de petróleo y gas tendrán válvulas de emergencia controladas neumáticamente en sus sistemas. En el caso de un riesgo potencial, las válvulas de emergencia funcionarán para bien cerrarse aislando de este modo la planta, o bien abrirse proporcionando de este modo una derivación para fluidos controlados. En muchos ejemplos, estas válvulas de emergencia pueden permanecer en su posición de funcionamiento durante un periodo de meses o incluso años. Por lo tanto, un problema frecuente con tales válvulas es que pueden no funcionar correctamente en el caso de una emergencia porque los componentes se han quedado agarrotados o reaccionan lentamente. Este problema puede llevar a una situación de riesgo. Esta invención se refiere a la comprobación automatizada de tales válvulas con impacto mínimo en el funcionamiento normal de la planta para ganar más confianza de que, en el caso de un riesgo potencial, la válvula funcionará como está previsto.

2. Descripción de la técnica relacionada

Existen en el mercado un cierto número de productos que proporcionan la comprobación automatizada de válvulas, incluyendo válvulas de emergencia. Muchos de ellos están basados en iniciar la secuencia a ser adoptada durante una situación de riesgo durante un periodo de tiempo que es suficientemente largo como para determinar que la válvula no está agarrotada y es libre para funcionar correctamente, pero de un periodo suficientemente corto de manera que la válvula no funciona completamente y perturba el proceso controlado. En el sector, tales mecanismos automatizados de comprobación se denominan comprobación de carrera parcial.

La patente de EE.UU. 6.089.269 enseña desplazar con carrera parcial una válvula de emergencia en base a un periodo predeterminado sin voltaje. La patente 6.089.269 enseña girar inicialmente los temporizadores hasta un mínimo y gradualmente incrementar el periodo sin voltaje con el fin de evitar sobrepasar la posición de válvula deseada.

La patente de EE.UU. 6.920.409 describe un método de comprobación de carrera parcial en base a un intervalo de tiempo predeterminado. El método entonces compara datos recogidos de operaciones exitosas previas de la válvula con datos recogidos durante una comprobación automatizada. Si los datos difiriesen entre la comprobación inicial y la comprobación subsiguiente en aspectos clave, se identificaría una potencialidad de fallo de la válvula.

Otros métodos de comprobación han sido descritos en los documentos GB 2372087 o WO 02/082133.

La presente invención describe un método para la detección de fallo potencial de válvula sin necesidad de comprobación inicial o datos de comprobación inicial.

50 Aspectos de la invención

El principal objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo para facilitar la comprobación de carrera parcial de válvulas sin la dependencia en la comprobación previa de la válvula.

De acuerdo con un aspecto de la invención, un método para desplazar con carrera parcial un aparato de válvula de emergencia que comprende un actuador y un miembro de válvula, siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición, comprende los pasos de:

60 iniciar un movimiento de carrera parcial del aparato desde la primera posición hacia la segunda posición;

medir un parámetro de un fluido que actúa en el aparato;

65 invertir el movimiento de carrera parcial del aparato cuando el parámetro medido del fluido alcanza un valor de umbral; y

comparar la presión medida con un modelo matemático para determinar un estado de funcionamiento de la válvula de emergencia.

Preferentemente, el parámetro medido comprende una presión de fluido.

5

Preferentemente, la presión de umbral comprende una presión por encima de la presión atmosférica.

Preferentemente, el parámetro medido comprende un caudal del fluido expulsado desde el aparato.

10

Preferentemente, el parámetro medido comprende un caudal del fluido proporcionado al aparato.

Preferentemente, el método comprende además desplazar con carrera parcial la válvula de emergencia de manera iterativa, en el que cada carrera parcial comprende un valor medido diferente de umbral de parámetro de fluido.

15

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un método para desplazar con carrera parcial un aparato de válvula de emergencia que comprende un actuador y un miembro de válvula, siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición, comprende los pasos de:

20

iniciar un movimiento de carrera parcial del aparato desde la primera posición hacia la segunda posición ajustando una energía suministrada al aparato;

medir la energía que actúa en el aparato; e

25

invertir el movimiento de carrera parcial del aparato y la válvula cuando la energía medida alcanza un valor de umbral.

Preferentemente, el paso de medir la energía que actúa en el aparato comprende medir una corriente.

30

Preferentemente, el paso de medir la energía que actúa en el aparato comprende medir un voltaje.

Preferentemente, el método comprende además el paso de medir una presión de un fluido que actúa en el aparato.

35

Preferentemente, el método comprende además el paso de comparar la presión medida con un modelo matemático para determinar un estado de funcionamiento de la válvula de emergencia.

Preferentemente, el método comprende además desplazar con carrera parcial la válvula de emergencia de una manera iterativa, en el que cada una de las carreras parciales comprende un valor medido diferente de umbral de energía.

40

Preferentemente, el método comprende además el paso de usar la ecuación: $P=ae^{-bt}$ como modelo matemático.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, una válvula de emergencia comprende:

45

un aparato de válvula que incluye una válvula de tubería y un actuador, siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición;

50

una válvula de solenoide adaptada para proporcionar una trayectoria de flujo de fluido entre un suministro de fluido presurizado y el aparato cuando se activa, y adaptada para proporcionar una trayectoria de flujo de fluido entre el aparato y un respiradero de liberación de presión cuando se desactiva;

55

un sensor adaptado para medir un parámetro de un fluido que actúa en el aparato;

unos medios de control provistos para proporcionar selectivamente al solenoide un suministro eléctrico de solenoide; y

60

unos medios de comprobación para iniciar un carrera parcial de la válvula de tubería retirando el suministro eléctrico de solenoide de la válvula de solenoide, desactivando por ello la válvula de solenoide y reactivando la válvula de solenoide cuando el parámetro medido del fluido que actúa en el actuador alcanza un valor de umbral, estando configurados además los medios de comprobación para comparar la presión de fluido medida con un modelo matemático para determinar un estado de funcionamiento de la válvula de tubería.

Preferentemente, el parámetro medido comprende una presión de fluido.

65

Preferentemente, el modelo matemático está basado en un aparato que tiene un volumen fijo.

Preferentemente, el modelo matemático comprende la ecuación:

$$P=ae^{-bt}$$

Preferentemente, el valor de umbral comprende una presión por encima de la presión atmosférica.

5

Preferentemente, el parámetro medido comprende un caudal de fluido expulsado desde el aparato.

Preferentemente, el parámetro medido comprende un caudal de fluido proporcionado al aparato.

10 Preferentemente, el aparato comprende además unos medios de apriete adaptados para apretar el aparato hacia la primera posición.

Preferentemente, el suministro de fluido presurizado es capaz de proporcionar una presión suficiente para superar los medios de apriete y retener el aparato en la primera posición.

15

Preferentemente, el aparato se mueve desde la primera posición hacia la segunda posición después de que la válvula de solenoide sea desactivada.

20 Preferentemente, la presión predeterminada a la que la válvula de solenoide se reactiva se elige de manera que el aparato no alcanza la segunda posición durante la carrera parcial de la válvula de emergencia.

Preferentemente, los medios de comprobación inician la carrera parcial de la válvula de tubería de una manera iterativa, y en los que cada una de las carreras parciales comprende un valor medido diferente de umbral de parámetro de fluido.

25

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá un ejemplo de la invención haciendo referencia a los dibujos que se acompañan:

30 La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de apagado de emergencia que consiste en una válvula accionada por fluido controlada por un actuador con un transductor de presión utilizado para comprobar la integridad de funcionamiento del sistema.

35 La figura 2 es un gráfico de medidas de presión típicas hechas del sistema representado con la figura 1 frente al tiempo, junto con los eventos clave en la línea temporal de comprobación automatizada.

La figura 3 es una vista esquemática de un sistema de apagado de emergencia que consiste en una válvula accionada por fluido controlada por un actuador con un transductor de posición utilizado para comprobar la integridad de funcionamiento del sistema.

40

La figura 4 es una vista esquemática de un sistema de apagado de emergencia que consiste en una válvula accionada por fluido controlada por un actuador con un transductor de presión y un transductor de posición utilizados para comprobar la integridad de funcionamiento del sistema.

Descripción detallada de la invención

50 Las figuras 1 a 4 y la siguiente descripción representan ejemplos específicos para enseñar a los expertos en la técnica cómo hacer y usar el mejor modo de la invención. Con el fin de enseñar principios inventivos, algunos aspectos convencionales han sido simplificados u omitidos. Los expertos en la técnica apreciarán variaciones de estos ejemplos que caerán dentro del alcance de la invención. Los expertos en la técnica apreciarán que las características descritas más adelante pueden ser combinadas de varios modos para formar múltiples variaciones de la invención. Como resultado, la invención no está limitada a los ejemplos específicos descritos más adelante, sino sólo por las reivindicaciones y sus equivalentes.

55 La figura 1 es una vista esquemática de una realización de ejemplo de la invención en un sistema 10 de apagado de emergencia que consiste en un aparato de válvula accionada por fluido. El fluido puede comprender un suministro de fluido neumático, un suministro de fluido hidráulico o cualquier otro fluido adecuado. El aparato de válvula comprende una válvula 101 de tubería y un actuador 103. El sistema 10 de apagado de emergencia comprende una tubería 100, una válvula 101 de tubería, una válvula de emergencia en el varillaje 102 de actuador, un actuador 103, un muelle 104 de retorno de actuador, una válvula de solenoide 105, un suministro 106 de fluido de control, unos medios 107 de control, un suministro eléctrico 108, unos medios 109 de comprobación, un suministro eléctrico de solenoide 110, un sensor 111, y un conducto 112 de fluido de control.

60

65 El sistema 10 de apagado de emergencia está provisto para cerrar la trayectoria de fluido de la tubería 100, usando la válvula 101 de tubería, en el caso de que se detecte un riesgo. Alternativamente, el sistema 10 de apagado de emergencia puede funcionar para abrir la válvula 101 de tubería creando así una derivación a través de la tubería

100. Debe entenderse que aunque la descripción que sigue se refiere a válvulas de emergencia, tales como la válvula 101 de tubería, la presente invención es igualmente aplicable a las comprobaciones de otros tipos de válvulas. Asimismo, aunque la discusión posterior se dirige a válvulas normalmente abiertas, la presente invención es igualmente aplicable a válvulas normalmente cerradas.

5 En funcionamiento normal, sin riesgo potencial identificado, los medios 107 de control proporcionarían el suministro eléctrico 108 a los medios 109 de comprobación que a su vez proporcionarían el suministro eléctrico de solenoide 110 a la válvula de solenoide 105. De acuerdo con otra realización de la invención, los medios 109 de comprobación pueden estar incluidos en los medios 107 de control y, de este modo, los medios 107 de control proporcionarían el
10 suministro eléctrico de solenoide 110 a la válvula de solenoide 105. Los medios 107 de control pueden comprender una unidad de procesador, una CPU, una interfaz de usuario, etc.

De acuerdo con una realización de la invención, mientras la válvula de solenoide 105 está en su estado activado proporciona flujo de fluido entre el suministro 106 de fluido de control y el actuador 103 a través del conducto 112 de
15 fluido. La válvula de solenoide 105 también incluye un respiradero de liberación de presión. Cuando la válvula de solenoide 105 se activa, se cierra la comunicación de fluido entre el aparato de válvula y el respiradero de liberación de presión de la válvula de solenoide. De acuerdo con una realización de la invención, la comunicación de fluido con el aparato de válvula es al actuador 103, y el respiradero de liberación de presión de la válvula de solenoide 105 está cerrado. Sin embargo, en realizaciones en las que el actuador 103 no está presente, la comunicación de fluido
20 puede ser directamente con la válvula 101 de tubería. La discusión posterior está limitada a la realización en la que el fluido está en comunicación con el actuador 103 solamente con fines de claridad. Una presurización suficiente del actuador 103 supera el rozamiento del actuador 103 y el muelle 104 de retorno y hace que la válvula de emergencia mueva el varillaje 102 de actuador, que a su vez mueve la válvula 101 de tubería dentro de la tubería 100 a una primera posición. De acuerdo con una realización de la invención, la segunda posición de la válvula 101 de tubería evita el flujo de fluido por la tubería 100. De acuerdo con otra realización de la invención, la segunda posición de la
25 válvula 101 de tubería permite el flujo de fluido por la tubería 100, mientras que la primera posición evita el flujo de fluido por la tubería 100.

En condiciones en las que es deseable cerrar el sistema 10, los medios 107 de control pueden retirar el suministro eléctrico 108 a los medios 109 de comprobación que consecuentemente retiran el suministro eléctrico de solenoide 110 a la válvula de solenoide 105. Como la válvula de solenoide 105 está en su estado desactivado, se evita el flujo de fluido entre el suministro 106 de fluido de control y el actuador 103, y el flujo de fluido entre el actuador 103 y el
30 respiradero de liberación de presión de la válvula de solenoide 105 está abierto. Una vez que el actuador 103 ya no está presurizado, el muelle 104 supera el rozamiento del actuador 103 y se le permite extenderse. Esto hace que la válvula de emergencia en el varillaje 102 de actuador mueva la válvula de emergencia desde la primera posición a la segunda posición en la tubería 100.

De acuerdo con una realización de la invención, los medios 107 de control pueden enviar una señal a los medios 109 de comprobación para iniciar una comprobación de carrera parcial del sistema 10 de apagado de emergencia.
40 Una comprobación de carrera parcial sigue el funcionamiento explicado más adelante; sin embargo, el solenoide 105 se reactiva previamente al cierre de la válvula 101 de tubería en la tubería 100. Debido a que la válvula 101 de tubería no cierra completamente el flujo de fluido por la tubería 100, debe haber algún método alternativo de determinar si la válvula 101 de tubería está en funcionamiento. Además, no es deseable tener el cierre total de la válvula 101 de tubería durante una comprobación de carrera parcial puesto que el cierre total puede afectar seriamente al funcionamiento de la tubería. Por lo tanto, la comprobación de carrera parcial debe terminar
45 previamente al cierre total. En la técnica anterior, la comprobación de carrera parcial terminaría después de una cantidad predeterminada de tiempo o, alternativamente, en base a una posición de válvula como se determina mediante conmutadores de límite. Sin embargo, como varios parámetros del fluido que actúan en el aparato ya están medidos, de acuerdo con una realización de la invención, la comprobación de carrera parcial puede ser controlada en base a un parámetro medido del fluido. Por ejemplo, cuando el parámetro medido alcanza un valor de umbral, el solenoide 105 puede ser reactivado. El parámetro medido puede comprender, por ejemplo, una presión, un caudal o una combinación de ellos del fluido que actúa en el aparato de válvula. Una vez que el parámetro medido alcanza un valor de umbral, la comprobación de carrera parcial termina y el solenoide 105 se reactiva.
50

Además, en muchas situaciones, es deseable ejecutar la comprobación de carrera parcial a la velocidad de funcionamiento normal mejor que a una velocidad reducida como se ha visto en la técnica anterior. La válvula puede que no funcione como está previsto a velocidad reducida y por lo tanto la comprobación puede dar resultados insuficientes. Por lo tanto, de acuerdo con una realización de la invención, la comprobación de carrera parcial se realiza a velocidad de funcionamiento normal. Sin embargo, puede haber situaciones en las que es deseable realizar
60 la comprobación a una velocidad reducida y, por lo tanto, de acuerdo con otra realización de la invención, la comprobación de carrera parcial se realiza a una velocidad de funcionamiento reducida.

De acuerdo con otra realización de la invención, se puede medir un caudal del fluido presurizado que fluye hacia o desde el aparato y, específicamente, el actuador 103. Si el caudal alcanza un valor de umbral, los medios 109 de
65 comprobación pueden terminar la comprobación de carrera parcial. De acuerdo con otra realización más de la invención, los medios 109 de comprobación pueden medir la energía que actúa en el solenoide 105. Si la energía

que actúa en el solenoide 105 alcanza un nivel de umbral, los medios 109 de comprobación pueden terminar la comprobación de carrera parcial. La presente invención proporciona un método para determinar el estado de funcionamiento de una válvula 101 de tubería. Debería entenderse que en algunas realizaciones la energía medida que actúa en el solenoide 105 comprende un descenso de corriente o de voltaje. Este podría ser el caso en el que se suministra energía al solenoide 105 para mantener la válvula 101 de tubería abierta y, de este modo, la energía se retira desde el solenoide 105 durante la comprobación de carrera parcial. Sin embargo, en otra realización, no se suministra energía normalmente al solenoide 105, sino, más bien, la energía se suministra al solenoide 105 durante la comprobación de carrera parcial. En esta realización, la energía que actúa en el solenoide 105 comprendería una corriente o un suministro de voltaje más que un descenso de energía.

De acuerdo con una realización de la invención, los medios 107 de control inician una comprobación de válvula de emergencia de carrera parcial. A diferencia de la técnica anterior, que compara resultados de comprobación con datos previos obtenidos en un momento anterior, la presente invención no requiere comprobaciones previas o datos obtenidos previamente para verificar el estado de funcionamiento de la válvula 101 de tubería.

La figura 2 es un gráfico de medidas de presión típicas hechas del sistema 10 representado con la figura 1 frente al tiempo de una realización de ejemplo de la invención en un sistema 10 de apagado de emergencia. Como se describe más adelante, los medios 109 de comprobación pueden comparar las medidas de presión hechas desde el sistema 10 de apagado de emergencia con un modelo matemático, tal como el rastro A. El rastro A muestra un rastro de la presión esperada medida por un sensor 111 de presión en el conducto 112 de fluido si el aparato de válvula se agarrotase. Si el actuador 103 se agarrota, entonces el muelle 104 no se mueve tras la pérdida de presión del sistema. Por lo tanto, el actuador 103 puede caracterizarse como que tiene un volumen fijo. El descenso de presión de este sistema de volumen fijo puede caracterizarse como un modelo matemático, tal como:

$$P=ae^{-bt} \quad (1)$$

en la que:

P = presión

a = constante para el sistema

e = base del logaritmo natural

b = constante de tiempo

t = tiempo

Debería entenderse que la ecuación proporcionada anteriormente es meramente un modelo matemático, y pueden ser usados otros modelos matemáticos. Además, se pueden realizar otras formas de análisis matemáticos con los datos obtenidos de la lectura de presión. Por ejemplo, de acuerdo con una realización de la invención, la comprobación de carrera parcial se realiza de una manera iterativa (comprobaciones múltiples en serie). De acuerdo con esta realización, el parámetro de fluido medido obtenido de cada comprobación puede ser comparado con otro. De acuerdo con otra realización de la invención, cada comprobación puede terminar en base a un valor de umbral diferente para el parámetro de fluido medido.

Cuando el actuador 103 se agarrota, la presión del sistema desciende exponencialmente, esto puede verse como rastro A. En contraste, el rastro B muestra un rastro de la presión obtenida desde el sensor 111 de presión durante una comprobación de la válvula 101 de tubería en la que el aparato de válvula está en funcionamiento. En el punto 200, los medios 109 de comprobación retiran el suministro eléctrico de solenoide 110 de la válvula de solenoide 105, desactivando así la válvula de solenoide 105. El descenso de potencia que ocurre puede ser medido. De acuerdo con una realización de la invención, si la potencia medida alcanza un nivel de umbral, los medios 107 de control pueden terminar la comprobación de carrera parcial. Típicamente, hay un retraso de tiempo entre el momento en el que el suministro eléctrico 110 se retira de la válvula de solenoide 105 y el momento en el que la válvula de solenoide se mueve en realidad. En el punto 201, la válvula de solenoide 105 se desactiva, cerrando así el suministro 106 de fluido de control del actuador 103 y, al mismo tiempo, permite que la presión que actúa en el actuador 103 y la presión en el conducto 112 de fluido se despresuricen al entorno a través del respiradero de liberación de presión en la válvula de solenoide 105. La despresurización del conducto 112 de fluido puede ser vista en el punto 201, en el que la presión cae. Dependiendo de la configuración precisa del sistema 10 de apagado de emergencia, el sensor 111 puede experimentar un breve periodo de perturbación, que se muestra en la figura 2 entre los puntos 201 y 202. De acuerdo con una realización de la invención, el sensor 111 comprende un sensor de presión. Sin embargo, de acuerdo con otra realización de la invención, el sensor 111 puede comprender un sensor de flujo, que mide el flujo del fluido que es proporcionado al aparato o es expulsado desde él.

Después del periodo de perturbación, el descenso de presión se estabiliza como se muestra empezando en el punto

202. Aunque la presión está descendiendo, en el punto 202, la presión en el sistema es todavía lo bastante alta como para superar la fuerza del muelle 104, y así el actuador 103 no se ha movido todavía. Por lo tanto, el sistema se caracteriza por tener un volumen fijo y la presión medida por el sensor 111 de presión sigue la curva matemática como se representa por el rastro A. El rastro B sigue el modelo matemático hasta que la fuerza de muelle del muelle 104 de retorno puede superar la fuerza de rozamiento del actuador 103 y la presión que actúa en el actuador 103. Una vez que el actuador 103 se mueve, la presión en el sistema ya no tiene un volumen fijo y, de este modo, la presión medida por el sensor 111 de presión sale del rastro A. Esto puede verse en el punto 204. La salida del rastro A es indicativa de una válvula 101 de tubería de funcionamiento porque la válvula 101 de tubería está unida directamente al actuador 103 por mediación de la válvula de emergencia al varillaje 102 de actuador. Si, sin embargo, la presión obtenida de la comprobación siguiese el rastro A hasta que no hubiese presión en el sistema, entonces lo más probable es que el volumen de actuador no cambiase y, por lo tanto, la válvula 101 de tubería no conseguiría moverse desde una primera posición hasta una segunda posición.

La figura 2 muestra un rastro C junto con un punto 203, que es donde el rastro B interseca el rastro C. El rastro C es un valor de umbral de un parámetro medido. El parámetro puede comprender una presión de umbral o un caudal de umbral. El valor de umbral puede estar programado en los medios 109 de comprobación o puede ser establecido por el usuario. Durante una carrera de comprobación, la presión de umbral representa la presión a la que los medios 109 de comprobación restablecen el suministro eléctrico de solenoide 110 a la válvula de solenoide 105. Como con la desactivación de la válvula de solenoide 105, reactivar la válvula de solenoide 105 típicamente tiene un retraso de tiempo entre el momento en el que se suministra la potencia y el momento en el que la válvula de solenoide 105 se mueve en realidad. Por lo tanto, se elige el rastro C a un valor de umbral tal que la válvula de solenoide 105 se habrá movido previamente al punto en el que el muelle 104 supera completamente la presión que actúa en el actuador 103. Activando la válvula de solenoide 105 en el valor de umbral, no se deja que la válvula 101 de tubería se mueva completamente hasta la segunda posición. En cambio, el actuador 103 sólo permite la carrera parcial, manteniendo así la válvula 101 de tubería abierta y evitando cualquier perturbación en el sistema 10. Después de un periodo de tiempo predeterminado, los medios de comprobación dejarán de monitorizar la presión en el conducto 112 de fluido con el sensor 111 de presión, este es el punto 205. Debería entenderse que la válvula de solenoide 105 puede ser reactivada cuando el caudal de fluido alcanza un valor de umbral. De acuerdo con otra realización, la válvula de solenoide 105 puede ser reactivada cuando la energía que actúa en la válvula de solenoide 105 alcanza un nivel de umbral.

Después de que la secuencia de comprobación representada en la figura 2 haya sido completada, los medios 109 de comprobación analizan la presión medida por el sensor 111 de presión en el conducto 112 de fluido que está actuando en el actuador 103 durante la secuencia de comprobación para determinar datos entre los puntos 202 y 203. A partir de los datos entre los puntos 202 y 203, el perfil de presión del rastro B se espera que coincida con el perfil de presión del rastro A generado a partir del modelo matemático de la ecuación 1, o ecuación similar. Los datos entre los puntos 204 y 205 también se analizan. Empezando en el punto 204, el perfil de presión medida del rastro B debería desviarse del modelo matemático representado por el rastro A. Si los dos perfiles de presión difiriesen en más de una cantidad de umbral, la válvula sería vista como que ha funcionado satisfactoriamente. Si, por el contrario, los perfiles de presión coinciden substancialmente, o no se desvían desde el rastro A más allá de una cantidad de umbral, la válvula sería vista como que no ha conseguido funcionar y sería necesario una investigación adicional.

Debería entenderse que la descripción que antecede puede referirse a un sistema de apagado de emergencia que cierra la tubería 110, o una realización alternativa a la siguiente descripción se referiría a un sistema de apagado de emergencia de derivación, que, en condiciones en las que es deseable apagar el sistema, la válvula se abriría más que cerrarse.

La figura 3 muestra otra realización alternativa a la descripción que antecede, que proporciona una vista esquemática de un sistema 30 de apagado de emergencia que consiste en un aparato de válvula que comprende una válvula 101 de tubería controlada por un actuador 103 con un transductor 113 de posición utilizado para comprobar la integridad de funcionamiento del sistema 30. En esta realización alternativa se conecta un transductor 113 de posición a la salida del actuador 103. Durante la secuencia de comprobación que antecede, el transductor 113 de posición sería utilizado por los medios 109 de comprobación para determinar directamente si la válvula 101 sería vista como que ha funcionado satisfactoriamente.

La figura 4 muestra otra realización alternativa a la descripción que antecede, que proporciona una vista esquemática de un sistema 40 de apagado de emergencia que consiste en una válvula 101 accionada neumáticamente controlada por un actuador 103 con un transductor 11 de presión y un transductor 113 de posición utilizados para comprobar la integridad de funcionamiento del sistema 40. En esta realización alternativa, los datos combinados procedentes del transductor 113 de posición y el sensor 111 de presión serían utilizados por los medios 109 de comprobación para determinar si la válvula sería vista como que ha funcionado satisfactoriamente.

Las descripciones detalladas de las realizaciones anteriores no son descripciones exhaustivas de todas las realizaciones contempladas por los inventores para estar en el alcance de la invención. En efecto, las personas expertas en la técnica reconocerán que ciertos elementos de las realizaciones descritas anteriormente pueden ser

combinados variadamente o eliminadas para crear realizaciones adicionales, y tales realizaciones adicionales caen dentro del alcance y enseñanzas de la invención. Será evidente para los expertos en la técnica que las realizaciones descritas anteriormente pueden ser combinadas en su totalidad o en parte para crear realizaciones adicionales dentro del alcance y enseñanzas de la invención.

5 Así, aunque se describen aquí realizaciones específicas y ejemplos de la invención con propósitos ilustrativos, son posibles varias modificaciones equivalentes dentro del alcance de la invención, como reconocerán los expertos en la técnica pertinente. Las enseñanzas proporcionadas aquí pueden ser aplicadas a otros sistemas de válvula, y no sólo a las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en las figuras que se acompañan. Por consiguiente, el
10 alcance de la invención debería ser determinado a partir de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para desplazara con carrera parcial un aparato de válvula de emergencia que comprende un actuador (103) y un miembro (101) de válvula, siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición, que comprende los pasos de:
 - 5 iniciar un movimiento de carrera parcial del aparato desde la primera posición hacia la segunda posición;
 - 10 medir un parámetro de un fluido que actúa en el aparato;
 - 15 invertir el movimiento de carrera parcial del aparato cuando el parámetro medido del fluido alcanza un valor de umbral; y
 - 20 comparar el parámetro medido con un modelo matemático para determinar un estado de funcionamiento de la válvula de emergencia.
- 2.- El método de la reivindicación 1, en el que el parámetro medido comprende una presión de fluido; y/o un caudal del fluido expulsado desde el aparato o proporcionado al mismo.
- 3.- El método de la reivindicación 1, que comprende además desplazar con carrera parcial la válvula de emergencia de una manera iterativa, en el que cada una de las carreras parciales comprende un valor medido diferente de umbral de parámetro de fluido.
- 4.- El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de usar la ecuación $P=ae^{-bt}$ como modelo matemático, en la que:
 - 25 P = presión,
 - 30 a = constante para el sistema,
 - e = base del logaritmo natural,
 - b = constante de tiempo,
 - 35 t = tiempo.
- 5.- Un método para desplazar con carrera parcial un aparato de válvula de emergencia que comprende un actuador (103) y un miembro (101) de válvula, siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición, que comprende los pasos de:
 - 40 iniciar un movimiento de carrera parcial del aparato desde la primera posición hacia la segunda posición ajustando una energía suministrada al aparato;
 - 45 medir la energía que actúa en el aparato; e
 - invertir el movimiento de carrera parcial del aparato y la válvula cuando la energía medida alcanza un valor de umbral.
- 6.- El método de la reivindicación 5, en el que el paso de medir la energía que actúa en el aparato comprende medir una corriente y/o un voltaje.
- 7.- Una válvula de emergencia, que comprende:
 - 55 un aparato de válvula que incluye una válvula (101) de tubería y un actuador (103), siendo móvil el aparato entre una primera posición y una segunda posición,
 - una válvula de solenoide (105) adaptada para proporcionar una trayectoria de flujo de fluido entre un suministro (106) de fluido presurizado y el aparato cuando se activa, y adaptada para proporcionar una trayectoria de flujo de fluido entre el aparato y un conducto de liberación de presión cuando se desactiva,
 - 60 un sensor (111) adaptado para medir un parámetro de un fluido que actúa en el aparato,
 - unos medios (107) de control provistos para proporcionar selectivamente al solenoide (105) un suministro eléctrico de solenoide (110), y
 - 65 unos medios (109) de comprobación para iniciar una carrera parcial de la válvula (101) de tubería retirando el

suministro eléctrico de solenoide (110) de la válvula de solenoide, desactivando por ello la válvula de solenoide (105) y reactivando la válvula de solenoide (105) cuando el parámetro medido del fluido que actúa en el actuador alcanza un valor de umbral; y

- 5 en la que los medios (109) de comprobación están configurados para comparar la presión de fluido medida con un modelo matemático para determinar un estado de funcionamiento de la válvula (101) de tubería.

8.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el parámetro medido comprende una presión de fluido.

- 10 9.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el modelo matemático está basado en un aparato que tiene un volumen fijo.

10.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el modelo matemático comprende la ecuación:

15 $P = ae^{-bt}$

en la que:

P = presión,

20

a = constante para el sistema,

e = base del logaritmo natural,

25

b = constante de tiempo,

t = tiempo.

- 30 11.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el parámetro medido comprende un caudal de fluido expulsado desde el aparato o proporcionado al mismo.

12.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el suministro (106) de fluido presurizado es capaz de proporcionar una presión suficiente para superar unos medios (104) de apriete y retener el aparato en la primera posición.

35

13.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que el aparato se mueve desde la primera posición hacia la segunda posición después de que la válvula de solenoide (105) se desactive.

- 40 14.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que la presión predeterminada a la que la válvula de solenoide (105) se reactiva se elige de manera que el aparato no alcanza la segunda posición durante la carrera parcial de la válvula de emergencia.

- 45 15.- La válvula de emergencia de la reivindicación 7, en la que los medios (109) de comprobación inician la carrera parcial de la válvula (101) de tubería de una manera iterativa, y en la que cada una de las carreras parciales comprende un valor medido diferente de umbral de parámetro de fluido.

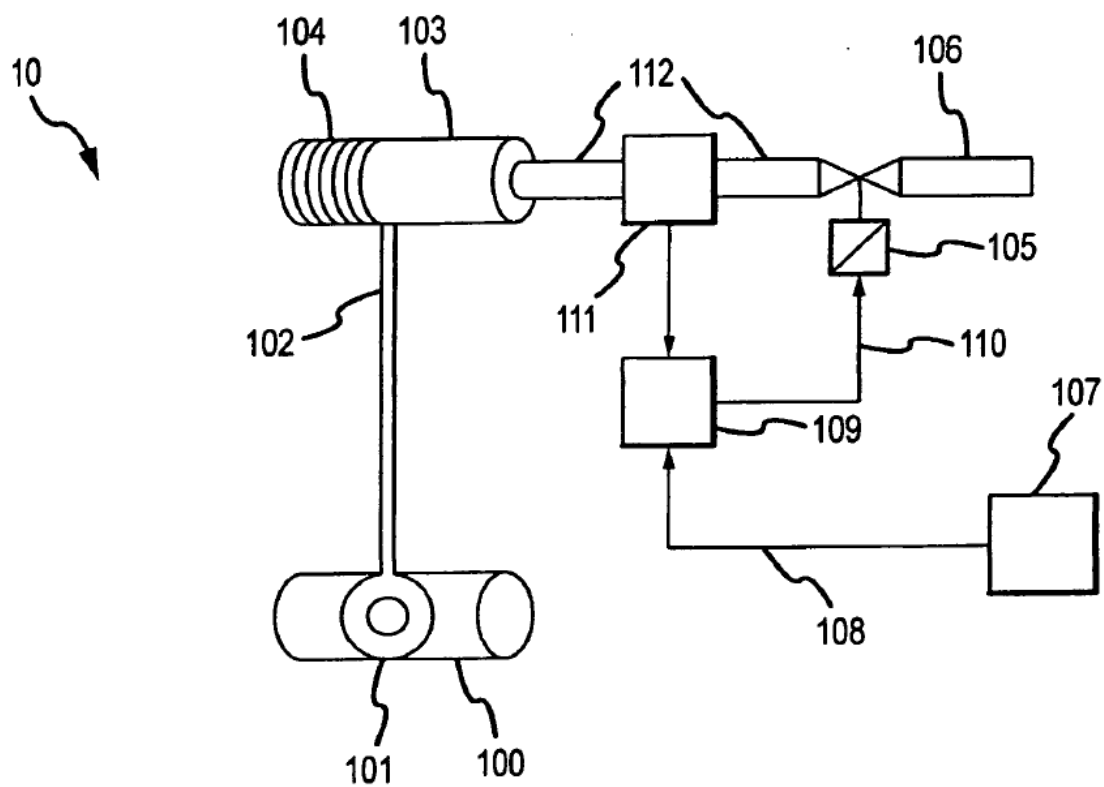


FIG. 1

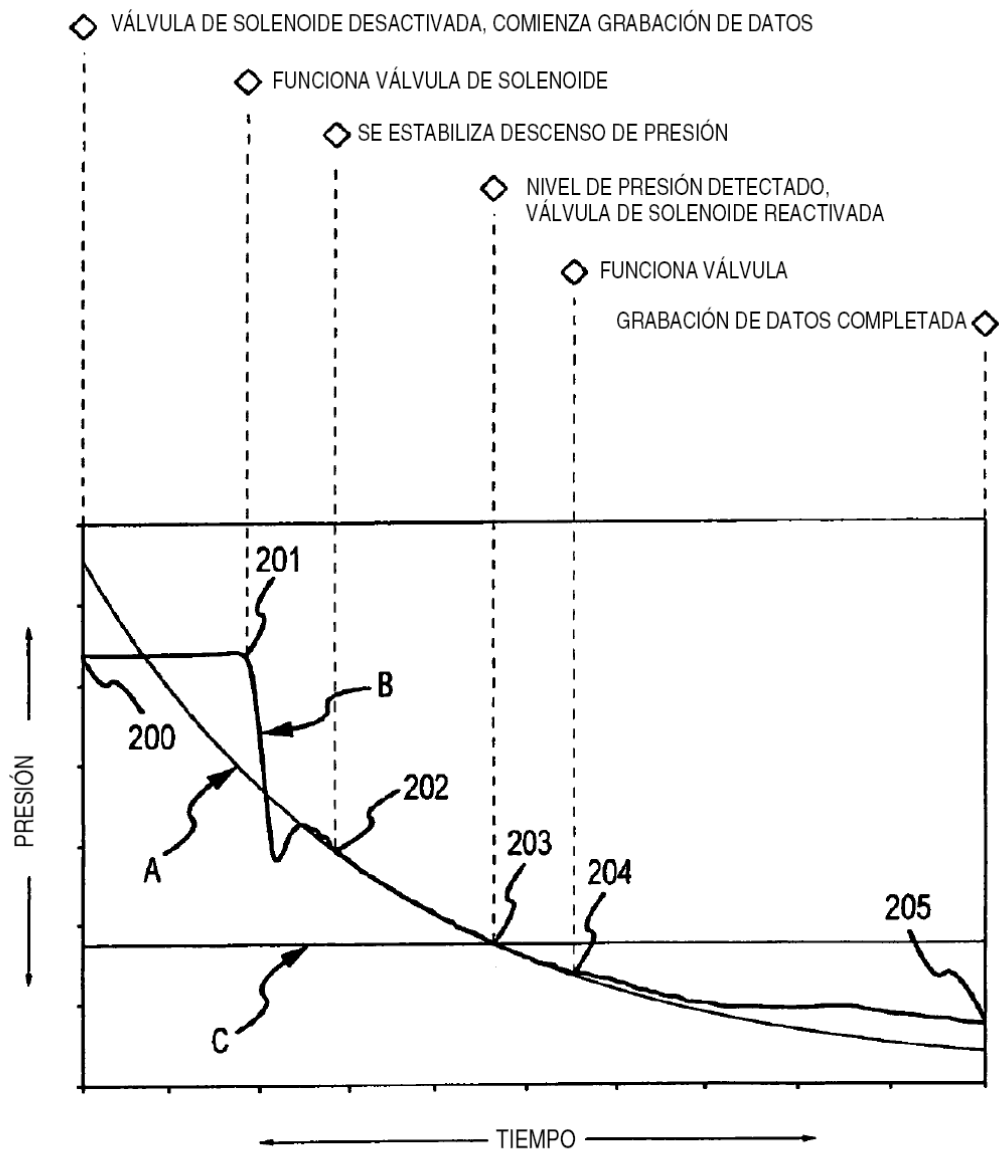


FIG. 2

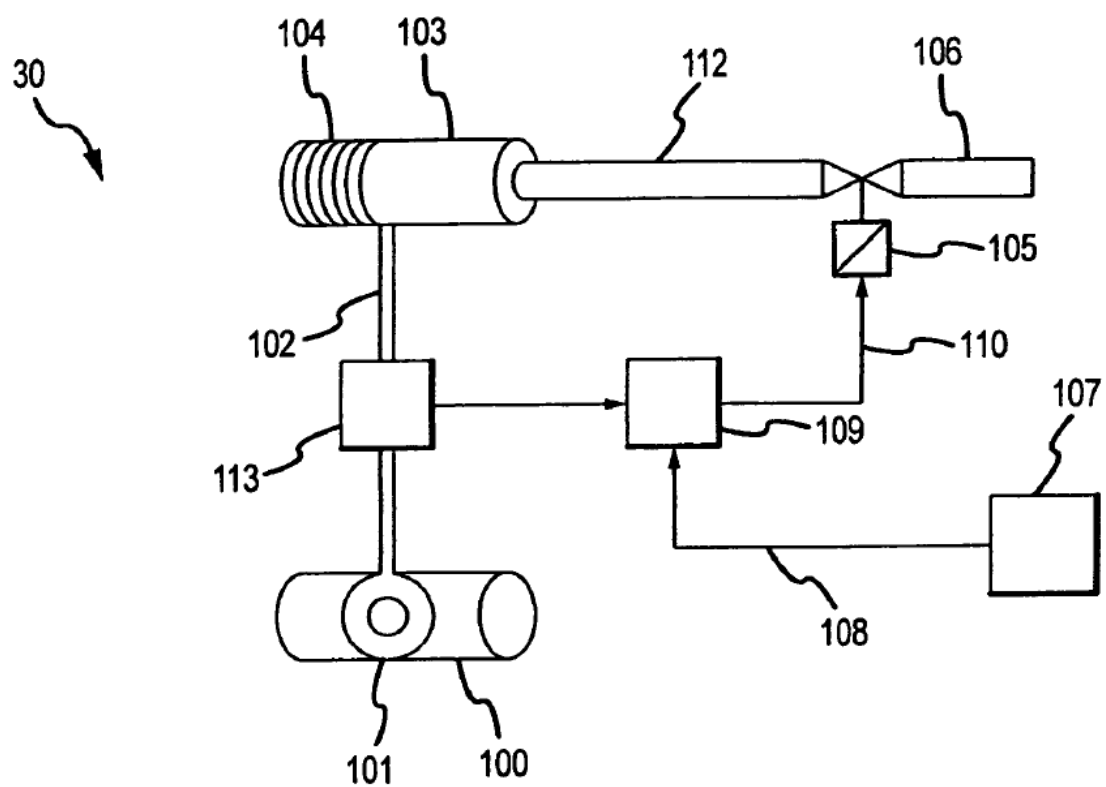


FIG. 3

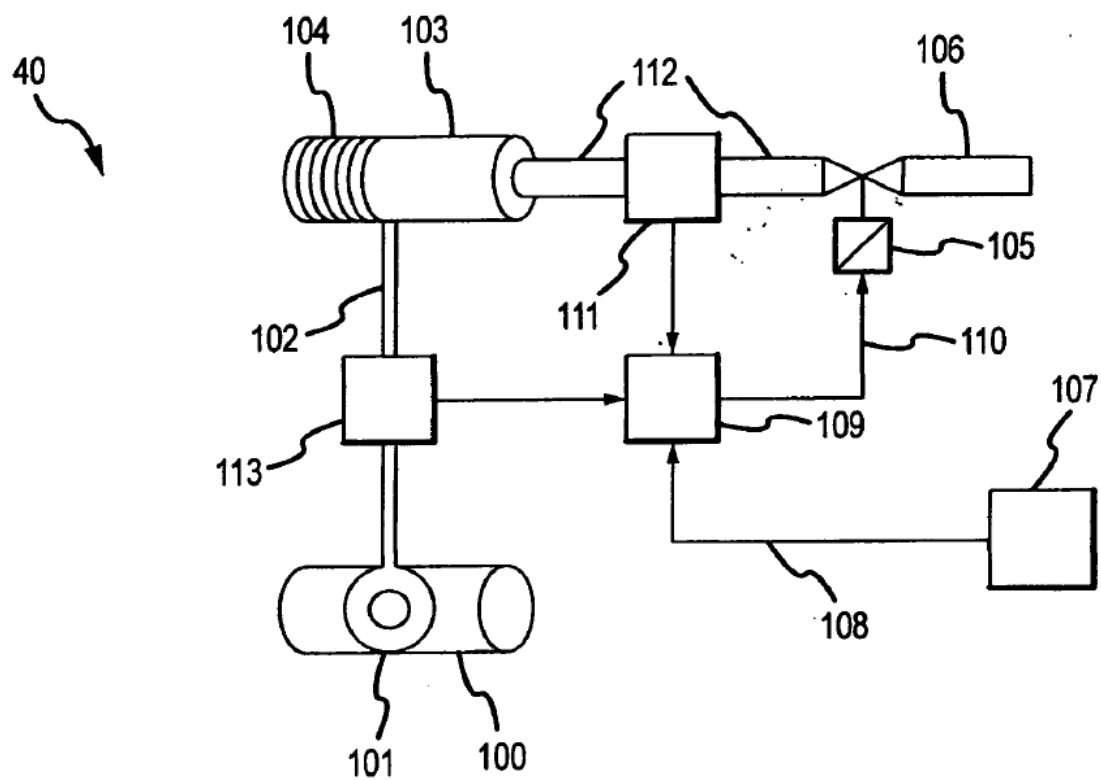


FIG. 4