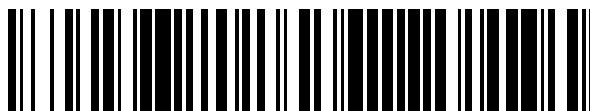


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 587**

51 Int. Cl.:

F16K 31/00 (2006.01)

G05D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011** **E 11153187 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015** **EP 2365238**

54 Título: **Sistema de control de válvula y método de control de válvula**

30 Prioridad:

04.03.2010 JP 2010047931

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

10.07.2015

73 Titular/es:

**OMRON CORPORATION (100.0%)
801, Minamifudodo-cho Horikawahigashiiru
Shiokoji-dori Shimogyo-ku
Kyoto-shi, Kyoto 600-8530, JP**

72 Inventor/es:

**IZUTANI, HAJIME;
MATSUMOTO, TSUYOSHI y
SHIMOHARA, FUMIHARU**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 540 587 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de control de válvula y método de control de válvula

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de control de válvula y a un método de control de válvula, y más en concreto a un sistema de control de válvula y a un método de control de válvula que pueden cumplir las normas de seguridad.

Descripción de la técnica anterior

10 El documento JP580629 describe un sistema de control de válvula de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La figura 13 ilustra un ejemplo de una válvula de uso general convencional. Con referencia a la figura 13, una válvula 101 está dispuesta en una tubería 1 a través de la cual circula un fluido (por ejemplo, aire, agua, aceite o similar). La válvula 101 puede abrirse en función de una señal eléctrica, y en concreto es una válvula solenoide.

15 Un resorte 104 empuja un carrete 102 de modo que la válvula 101 se cierra de manera normal. Cuando la señal eléctrica activa un solenoide 103, el solenoide 103 mueve el carrete 102. De este modo, se abre la válvula 101. Cuando el solenoide 103 se desactiva, una fuerza de resorte 104 devuelve el carrete 102 a una posición original. De este modo, la válvula 101 se cierra.

20 Además de la válvula de uso general anterior, se proporcionan válvulas que cumplen las normas de seguridad (ver "válvulas ISO de acuerdo con 5599-1, con detección de posición de carrete de pistón", "directrices de ingeniería de seguridad", pág. 62, [online], FESTO, [buscado el 12 de noviembre de 2009], consultar Internet <URL:http://www.festo.com/net/fi_fi/downloads/Download.ashx?lnk=29273/HB_Safety_en.pdf>). La figura 14 ilustra un ejemplo de una válvula que cumple las normas de seguridad.

25 Con referencia a la figura 14, los componentes que son los mismos o que se corresponden con aquellos de la válvula de uso general mostrados en la figura 13, contienen los mismos números de referencia. Una válvula 110 que cumple las normas de seguridad (por ejemplo, ISO 13849-1) está provista de un conmutador de seguridad 115 para detectar los estados de apertura/cierre de la válvula 110.

30 Cuando el solenoide 103 se activa, el carrete 102 activa el conmutador de seguridad 115. Por el contrario, cuando el solenoide 103 se desactiva, el resorte 104 desactiva el carrete 102 para desactivar el conmutador de seguridad 115. De acuerdo con la estructura mostrada en la figura 14, el conmutador de seguridad puede detectar los estados abierto y cerrado de la válvula 110.

La figura 15 ilustra un ejemplo de una estructura de un sistema de control convencional que cumple las normas de seguridad. Con referencia a la figura 15, un sistema de control de válvula 150 incluye válvulas 110A y 110B, así como un controlador de seguridad 120.

35 Las válvulas 110A y 110B son válvulas de seguridad que cumplen las normas y están dispuestas en serie en una tubería 1. Cada una de las válvulas 110A y 110B tiene la misma estructura que la válvula 110 que se muestra en la figura 14. Un conmutador de seguridad 115A detecta la apertura y el cierre de la válvula 110A, y un conmutador de seguridad 115B detecta la apertura y el cierre de la válvula 110B.

40 Un controlador de seguridad 120 recibe señales de entrada 1 y de entrada 2 procedentes de los conmutadores de seguridad 115A y 115B, respectivamente, y proporciona señales de salida 1 y de salida 2 para controlar los solenoides 103A y 103B, respectivamente.

El controlador de seguridad 120 controla las válvulas 110A y 110B como se describe a continuación. En primer lugar, cuando el controlador de seguridad 120 activa simultáneamente las señales de salida 1 y de salida 2 de modo que se activan los solenoides 103A y 103B, respectivamente.

45 A continuación, el controlador de seguridad 120 comprueba que ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 están activadas. Cuando ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 están activadas, ambas válvulas 110A y 110B se abren. Por tanto, el controlador de seguridad 120 continúa en los estados activados de las señales de salida 1 y de salida 2.

Las válvulas 110A y 110B, los conmutadores de seguridad 115A y 115B y el controlador de seguridad 120 son componentes que cumplen las normas de seguridad. Un sistema de control de válvula 150 que se muestra en la figura 15 puede cumplir las normas de seguridad predeterminadas.

5 Las normas de seguridad anteriores son, por ejemplo, la norma ISO 13849-1. La estructura mostrada en la figura 15 puede adaptarse a una categoría 4 definida por la norma ISO 13849-1.

10 Cuando se estudia la protección de seguridad en forma de medidas para reducir el riesgo de una máquina, la estimación de la magnitud del riesgo, así como una referencia del rendimiento del sistema de seguridad correspondiente al mismo, se representa en general como "categoría" en las normas europeas EN 954-1 o en las normas internacionales ISO 13849-1:1999 en base a la misma. La "categoría" es una arquitectura del sistema de control de seguridad, y se basa en una técnica denominada definitiva proporcionada por partes de electromecanismo tales como una técnica de puntos de contacto de conmutadores y relés que se han construido.

La figura 16 ilustra categorías definidas por la norma ISO 13849-1:1999. Con referencia a la figura 16, la norma ISO 13849-1:1999 define cinco categorías "B", "1", "2", "3" y "4". A medida que la categoría cambia de "B" a "4", aumenta el nivel de éxito de referencia de rendimiento.

15 La edición revisada de la norma ISO 13849-1 define cinco índices de "a" a "e" que se denominan "PL (Niveles de Rendimiento)" como los índices de evaluación del sistema de control de seguridad. Los PL han introducido conceptos de "fiabilidad" y "calidad" en el concepto convencional de la "categoría", y evalúan el Tiempo Medio hasta un Fallo Peligroso (MTTFd), DCavg (Cobertura media de diagnóstico) y el Fallo de Causa Común (CCF). Los PL pueden evaluar cuantitativamente el sistema de control de seguridad de acuerdo con un estado de uso real.

20 El nombre oficial de la edición revisada de la norma ISO 13849-1 es "ISO 13894-1 (Segunda edición 1 de noviembre de 2006) Seguridad de partes relacionadas con la seguridad de una maquinaria en sistemas de control, Parte 1: Principios generales para diseño". En la siguiente descripción, la edición revisada de la norma ISO 13894-1 se describe como "ISO 13849-1:2006".

25 De acuerdo con la norma ISO 13849-1:2006, los asuntos importantes del sistema de control de seguridad requeridos en cada categoría son los mismos que los de la norma ISO 13849-1:1999 o EN 954-1. Sin embargo, cada sistema de control de seguridad se esquematiza mediante el manejo de tres partes, es decir, I (unidad de entrada), L (unidad lógica) y O (unidad de salida) como ejes para mostrar claramente características correspondientes.

La figura 17 es un diagrama de bloques para ilustrar asuntos importantes del sistema de control de seguridad requeridos en cada categoría representada por la norma ISO 13849-1: 2006.

30 Con referencia a la figura 17, las estructuras aplicadas a las categorías B y 1 pueden ser implementadas mediante I, L y O. La estructura aplicada a la categoría 2 puede ser implementada mediante la adición de una TE (unidad de prueba) a la I, L y O anteriores. La estructura aplicada a las categorías 3 y 4 puede ser implementada mediante la duplicación de las anteriores I, L y O. La categoría 4 se diferencia de la categoría 3 en que requiere una capacidad de detección superior a la de la categoría 3, aunque emplea la misma estructura que la de la categoría 3.

35 La figura 18 es un gráfico para ilustrar un método de evaluación del nivel de rendimiento. Con referencia a la figura 18, se utilizan cuatro parámetros, es decir, una categoría (indicada como "Cat" en la figura 18), MTTFd, DCavg y CCF para evaluar los PL.

40 Como se muestra en la figura 18, hay una pluralidad de combinaciones de los parámetros que pueden alcanzar el nivel de rendimiento de, por ejemplo, "c". Es decir, las combinaciones adecuadas de los cuatro parámetros anteriores pueden alcanzar el nivel de rendimiento deseado. Por tanto, se puede considerar que la norma ISO 13849-1:2006 logra una flexibilidad en la construcción del sistema de seguridad mayor que la norma ISO 13849-1:1999 convencional.

45 Por ejemplo, un sistema en una fábrica utiliza las válvulas de uso general que se muestran en la figura 13 en muchas partes del mismo. De manera convencional, para construir un sistema existente que cumpla las normas de seguridad (por ejemplo, la categoría 3 o 4 de la norma ISO 13849-1), es necesario añadir las válvulas que cumplan las normas de seguridad al sistema y además duplicar tales válvulas que cumplan las normas de seguridad.

50 Sin embargo, como se puede ver si comparamos las figuras 13 y 14, la válvula que cumple las normas de seguridad es una parte especial que difiere en la estructura de la válvula de uso general. Por tanto, se producen, por ejemplo, los siguientes problemas cuando las válvulas que cumplen las normas de seguridad se introducen en el sistema existente para construir un sistema que cumpla las normas de seguridad.

En primer lugar, el diseño del sistema es complicado debido a que las válvulas que cumplen las normas de seguridad que son partes especiales se añaden al sistema existente. Además, llega a ser necesario gestionar las existencias de válvulas que cumplen las normas de seguridad además de las de válvulas de uso general para hacer

funcionar el sistema. Por tanto, la gestión de existencias se complica, y la gestión de mantenimiento del sistema se complica.

5 Dado que las válvulas que cumplen las normas de seguridad son partes especiales, sus alternativas u opciones son menores que las de las válvulas de uso general. Esto limita el diseño del sistema. Dado que la válvula que cumple las normas de seguridad es generalmente más cara que la válvula de uso general, el coste para la construcción y el mantenimiento del sistema puede aumentar.

10 Además, la válvula que cumple las normas de seguridad tiene un conmutador para detectar la apertura y el cierre de la misma, y por tanto tiene tamaños más grandes que la válvula de uso general. Cuando se introduce la válvula que cumple las normas de seguridad en el sistema existente, las dimensiones del sistema pueden aumentar. Por tanto, la disposición de las válvulas que cumplen las normas de seguridad limita significativamente el diseño del sistema. Por tanto, la válvula que cumple las normas de seguridad limita la flexibilidad del diseño del sistema.

15 Cuando se emplean las válvulas que cumplen las normas de seguridad, el estado completamente abierto y el estado completamente cerrado se pueden comprobar haciendo coincidir la carrera del carrete con la carrera del conmutador de seguridad. Sin embargo, esta estructura da lugar a un problema que consiste en que no se puede detectar un estado intermedio (por ejemplo, un estado ligeramente abierto) entre el estado completamente abierto y el estado completamente cerrado.

20 Como se ha descrito anteriormente, el sistema de control de válvula convencional que cumple las normas de seguridad sufre el problema de que las estructuras y las características de las válvulas que cumplen las normas de seguridad limitan las características del sistema.

20 Resumen de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de control de válvula y un método de control de la misma que permitan un diseño, un mantenimiento y similares fáciles, y que puedan cumplir las normas de seguridad.

Un sistema de control de válvula de acuerdo con un aspecto de la invención incluye unas válvulas primera y segunda, unos sensores primero y segundo y un dispositivo de control.

25 La primera válvula está dispuesta en una vía de fluido configurada para hacer circular un fluido y se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica. La segunda válvula está dispuesta en la vía de fluido en una posición aguas abajo de la primera válvula y se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica. El primer sensor está dispuesto en la vía de fluido y situado entre las válvulas primera y segunda para detectar si dicho fluido circula, o no, desde la primera válvula. El segundo sensor está dispuesto en la vía de fluido y situado aguas abajo de la segunda
30 válvula para detectar si dicho fluido circula, o no, desde la segunda válvula. El dispositivo de control está configurado para controlar las válvulas primera y segunda en base a un resultado de la detección del primer sensor y a un resultado de la detección del segundo sensor.

35 Además, el dispositivo de control está configurado para comprobar que el resultado de la detección del primer sensor indica que el fluido no está circulando desde la primera válvula y que el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido no está circulando desde la segunda válvula; para ejecutar un primer control para abrir la primera válvula después de comprobar el resultado de la detección del primer sensor y el resultado de la detección del segundo sensor; para comprobar que la circulación de fluido desde la primera válvula es indicada mediante el resultado de la detección del primer sensor realizada después de un primer período transcurrido desde la ejecución del primer control; para ejecutar un segundo control para abrir la segunda válvula en respuesta al
40 cambio del resultado de la detección del primer sensor; para comprobar que la circulación de fluido desde la segunda válvula es indicada mediante el resultado de la detección del segundo sensor realizada después de un segundo período transcurrido desde la ejecución del segundo control; y para mantener las válvulas primera y segunda en un estado abierto.

45 De manera preferible, el dispositivo de control está configurado para terminar el control de las válvulas primera y segunda sin que se ejecute el primer y segundo control cuando el resultado de la detección del primer sensor indica que el fluido está circulando desde la primera válvula, a pesar del hecho de que el primer control no se ejecuta

50 De manera preferible, el dispositivo de control está configurado para terminar el control de las válvulas primera y segunda sin que se ejecute el primer y segundo control cuando el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido está circulando desde la segunda válvula, a pesar del hecho de que los controles primero y segundo no han sido ejecutados.

De manera preferible, el dispositivo de control está configurado para terminar el control de las válvulas primera y segunda mediante el control de la primera válvula para que se cierre y no ejecute el segundo control, cuando el resultado de la detección del primer sensor no cambia una vez transcurrido el primer período a pesar del hecho de que el primer control ha sido ejecutado.

De manera preferible, el dispositivo de control está configurado para terminar el control de las válvulas primera y segunda mediante el control de la primera válvula para que se cierre, cuando el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido está circulando desde la segunda válvula en un paso en el que el primer control se ejecuta y el segundo control no se ejecuta.

5 De manera preferible, el dispositivo de control está configurado para terminar el control de las válvulas primera y segunda mediante el control de las válvulas primera y segunda para que se cierren, cuando el resultado de la detección del segundo sensor no cambia una vez transcurrido el segundo período a pesar del hecho de que el segundo control ha sido ejecutado.

10 De manera preferible, cada uno de los mencionados sensores primero y segundo incluye un conmutador que funciona en respuesta a la circulación del fluido a través de la vía de fluido.

De manera preferible, el conmutador es un conmutador de presión que funciona en respuesta a una presión del fluido.

15 Un método de control de válvula de acuerdo con otro aspecto de la invención es un método de control de válvula realizado por un sistema de control de válvula. El sistema de control de válvula incluye unas válvulas primera y segunda, unos sensores primero y segundo y un dispositivo de control. La primera válvula está dispuesta en una vía de fluido para hacer circular un fluido y se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica. La segunda válvula está dispuesta en la vía de fluido, situada aguas abajo de la primera válvula y se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica. El primer sensor está dispuesto en la vía de fluido y situado entre las válvulas primera y segunda para detectar si el fluido circula, o no, desde la primera válvula. El segundo sensor está dispuesto en la vía de fluido y situado aguas abajo de la segunda válvula para detectar si el fluido circula, o no, desde la segunda válvula. El dispositivo de control está configurado para controlar las válvulas primera y segunda en base a un resultado de la detección del primer sensor y a un resultado de la detección del segundo sensor. El método de control de válvula comprende los pasos de: comprobar que el resultado de la detección del primer sensor indica que el fluido no está circulando desde la primera válvula y que el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido no está circulando desde la segunda válvula, ejecutar un primer control para abrir la primera válvula después de comprobar el resultado de la detección del primer sensor y el resultado de la detección del segundo sensor, comprobar que la circulación del fluido desde la primera válvula es indicada mediante el resultado de la detección del primer sensor realizada después de un primer período transcurrido desde la ejecución del primer control, ejecutar un segundo control para abrir la segunda válvula en respuesta al cambio del resultado de la detección del primer sensor y comprobar que la circulación del fluido desde la segunda válvula es indicada mediante el resultado de la detección del segundo sensor realizada después de un segundo período transcurrido desde la ejecución del segundo control.

20 25 30 35 De manera preferible, el método de control de válvula comprende además un paso de mantenimiento de la segunda válvula en un estado cerrado cuando el resultado de la detección del primer sensor indica que el fluido está circulando desde la primera válvula, a pesar del hecho de que dicho primer control no se ejecuta.

De manera preferible, el método de control de válvula comprende además un paso de control de la primera válvula para que se cierre cuando el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido está circulando desde la segunda válvula, a pesar del hecho de que el primer y segundo control no han sido ejecutados.

40 De manera preferible, el método de control de válvula comprende además un paso de control de la primera válvula para que se cierre cuando el resultado de la detección del primer sensor no cambia una vez transcurrido el primer período a pesar del hecho de que el primer control ha sido ejecutado.

De manera preferible, el método de control de válvula comprende además un paso de control de la primera válvula para que se cierre cuando el resultado de la detección del segundo sensor indica que el fluido está circulando desde la segunda válvula en un paso en el que se ha ejecutado el primer el control y no se ejecuta el segundo control.

45 De manera preferible, el método de control de válvula comprende además un paso de control de las válvulas primera y segunda para que se cierren cuando el resultado de la detección del segundo sensor no cambia una vez transcurrido el segundo período, a pesar del hecho de que el segundo control ha sido ejecutado

Por lo tanto, la invención puede aplicar el sistema de control de válvula que permite un diseño fácil y una gestión de mantenimiento fácil, y que puede cumplir las normas de seguridad.

50 Los anteriores y otros objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención quedarán claros a partir de la siguiente descripción detallada de la presente invención en combinación con los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una estructura de un sistema de control de válvula de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 2 ilustra un ejemplo de una estructura de una válvula de uso general que se muestra en la figura 1.

5 La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de una estructura de un controlador de seguridad que se muestra en la figura 1.

La figura 4 ilustra un procesamiento aritmético de datos de E/S del controlador de seguridad que se muestra en la figura 1.

La figura 5 es un organigrama para ilustrar un flujo de control de válvula mediante el controlador de seguridad que se muestra en la figura 1.

10 La figura 6 es un primer gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

La figura 7 es un segundo gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

La figura 8 es un tercer gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

La figura 9 es un cuarto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

15 La figura 10 es un quinto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

La figura 11 es un sexto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad.

La figura 12 muestra un ejemplo de una estructura de un sistema de control de válvula para comparar con el sistema de control de válvula de acuerdo con la realización de la invención.

La figura 13 ilustra un ejemplo de una válvula de uso general convencional.

20 La figura 14 ilustra un ejemplo de una válvula que cumple las normas de seguridad.

La figura 15 ilustra un ejemplo de una estructura de un sistema de control convencional que se adapta a las normas de seguridad.

La figura 16 ilustra categorías definidas por la norma ISO 13849-1:1999.

25 La figura 17 es un diagrama de bloques para ilustrar asuntos importantes del sistema de control de seguridad requerido en cada categoría representada por la norma ISO 13849-1:2006.

La figura 18 es un gráfico para ilustrar un método de evaluación de un nivel de rendimiento.

Descripción de las realizaciones preferidas

A continuación se describen realizaciones de la invención con referencia a los dibujos. En los dibujos, las mismas partes o las partes correspondientes llevan los mismos números de referencia y su descripción no se repite.

30 La figura 1 muestra una estructura de un sistema de control de válvula de acuerdo con una realización de la invención. Con referencia a la figura 1, un sistema de control de válvula 50 incluye válvulas 11 y 12, sensores 13 y 14 y un controlador de seguridad 20. El sistema de control de válvula 50 se introduce, por ejemplo, en un sistema de una fábrica.

35 Las válvulas 11 y 12 están dispuestas en una tubería 1 que es una vía de fluido para un fluido. La válvula 12 está dispuesta en una parte de la tubería 1 aguas abajo de la válvula 11. El fluido que circula a través de la tubería 1 puede ser un gas o un líquido. Además, el fluido no está limitado un tipo específico de fluido. Además, un material, una forma en sección y similares de la tubería 1 no están particularmente limitados.

40 Las válvulas 11 y 12 pueden abrirse y cerrarse en función de unas señales eléctricas. En concreto, las válvulas 11 y 12 son válvulas solenoide de uso general e incluyen solenoides 3A y 3B que pueden activarse/desactivarse, respectivamente, en función de las señales eléctricas.

Como se muestra en la figura 2, cada una de las válvulas 11 y 12 incluye un carrete 2, un solenoide (3A o 3B) y un resorte 4. Cuando el solenoide 3A se desactiva, el resorte 4 empuja el carrete 2 para cerrar la válvula 11 (12). Cuando el solenoide 3A (3B) se activa, el solenoide 3A (3B) mueve el carrete 2. De este modo, la válvula 11 (12)

entra en un estado abierto. Cuando el solenoide 3A (3B) se desactiva, una fuerza del resorte 4 empuja el carrete 2 y lo devuelve. De ese modo, la válvula 11 (12) entra en un estado cerrado.

5 Volviendo a la figura 1, un sensor 13 está dispuesto entre las válvulas 11 y 12 en la tubería 1 y detecta un estado de circulación del fluido desde la válvula 11. Un sensor 14 está dispuesto en una posición de la tubería 1 aguas abajo de la válvula 12 y detecta un estado de circulación del fluido desde la válvula 12. Cada sensor proporciona una señal que indica un resultado de la detección.

10 Cuando el fluido está circulando desde la válvula 11, el sensor 13 activa una señal de entrada 1. Cuando el fluido no está circulando desde la válvula 11, el sensor 13 desactiva la señal de entrada 1. Del mismo modo, cuando el fluido está circulando desde la válvula 12, el sensor 14 activa una señal de entrada 2. Cuando el fluido no está circulando desde la válvula 12, el sensor 14 desactiva la señal de entrada 2.

15 Esta realización utiliza conmutadores de presión de uso general como los sensores 13 y 14, respectivamente. Estos conmutadores de presión son un tipo de conmutadores que funcionan en respuesta a la circulación del fluido a través de la vía de fluido. En concreto, cuando el fluido circula a través de la tubería 1 para incrementar una presión interna de la tubería 1, el conmutador de presión es activado. Cuando el flujo de fluido se detiene y la presión interna de la tubería 1 desciende, el conmutador de presión es desactivado. Un valor de presión para activar/desactivar el conmutador de presión se regula con antelación. La estructura del conmutador de presión de uso general es bien conocida, y por tanto su descripción no se repite.

20 El controlador de seguridad 20 controla las válvulas 11 y 12 en base a los resultados de detección mediante los sensores 13 y 14. En concreto, en base a las señales de entrada 1 y de salida 2 proporcionadas desde los sensores 13 y 14, respectivamente, el controlador de seguridad 20 proporciona una señal de salida 1 para controlar el solenoide 3A al solenoide 3A y proporciona una señal de salida 2 para controlar el solenoide 3B al solenoide 3B.

El controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1 para activar el solenoide 3A y desactiva la señal de salida 1 para desactivar el solenoide 3A. Del mismo modo, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 2 para desactivar el solenoide 3B y desactiva la señal de salida 2 para desactivar solenoide 3B.

25 Por ejemplo, el controlador de seguridad 20 es un PLC (Controlador Lógico Programable), y está configurado para cumplir normas de seguridad predeterminadas. En esta realización, el controlador de seguridad 20 está configurado para su uso en un sistema de seguridad correspondiente a, por ejemplo, la categoría 4 de la anterior norma "ISO 13849-1:2006".

30 La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de la estructura del controlador de seguridad que se muestra en la figura 1. Con referencia a la figura 3, el controlador de seguridad 20 tiene una estructura en la que los circuitos de entrada, los circuitos de salida, los circuitos lógicos y los circuitos de memoria están duplicados. Más en concreto, el controlador de seguridad 20 tiene circuitos de entrada 21A y 21B, circuitos de microordenador 22A y 22B, memorias 23A y 23B y circuitos de salida 24A y 24B. Los circuitos de microordenador 22A y 22B corresponden, respectivamente, a las unidades lógicas anteriores.

35 Los modos de fallo que pueden ocurrir en este hardware (controlador de seguridad 20) se estiman de antemano y se asigna un autodiagnóstico apropiado de detección de los mismos a los microordenadores 22A y 22B y es ejecutado de manera periódica. Cuando se detecta el fallo, el controlador de seguridad 20 cambia al estado de seguridad que ha sido definido por el diseño. Esto puede evitar la aparición de un estado inseguro debido a un fallo de hardware.

40 La figura 4 ilustra un procesamiento aritmético de datos de E/S del controlador de seguridad que se muestra en la figura 1. Con referencia a la figura 4, cada uno de los microordenadores 22A y 22B tiene una función de supervisión y una función de control. En concreto, los microordenadores 22A y 22B supervisan los circuitos de entrada 21A y 21B y los circuitos de salida 24A y 24B, respectivamente. Además, los microordenadores 22A y 22B se supervisan mutuamente.

45 Los circuitos de microordenador 22A y 22B realizan aritmética redundante en datos de E/S de seguridad de diagnóstico. Los microordenadores 22A y 22B comparan dos resultados de la aritmética y comprueban la coincidencia entre estos resultados.

50 Como se muestra en las figuras 3 y 4, el controlador de seguridad 20 tiene la estructura en la que están duplicados circuitos de entrada (I), circuitos lógicos (L) y circuitos de salida (O). Además, el controlador de seguridad 20 tiene la función de diagnóstico y detecta un fallo en un plazo de tiempo determinado para prevenir la pérdida de la función de seguridad. Por tanto, el controlador de seguridad 20 tiene la estructura disponible en el sistema de seguridad que cumple la categoría 4 (ver figura 16) de la norma ISO 13849-1:2006.

La figura 5 es un organigrama para ilustrar un flujo del control de válvula mediante el controlador de seguridad que se muestra en la figura 1. Con referencia a la figura 5, cuando se inicia el procesamiento, el controlador de seguridad

20 determina en un paso S10 si ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 son desactivadas, o no. Cuando ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 son desactivadas (SÍ en el paso S10), el proceso pasa a un paso S20.

5 En el paso S20, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1. Este control corresponde al primer control para abrir la válvula 11. Cuando la válvula 11 es normal, la válvula 11 se abre en respuesta a la activación de la señal de salida 1.

10 En un paso S30, el controlador de seguridad 20 determina si la señal de entrada 1 es activada, o no, después de un tiempo predeterminado (t1) a partir de la activación de la señal de salida 1,. Por ejemplo, el controlador de seguridad 20 determina si la señal de entrada 1 es activada, o no, cuando transcurre el tiempo predeterminado (t1) desde la activación de la señal de salida 1. Sin embargo, el controlador de seguridad 20 puede determinar periódicamente si la señal de salida 1 es activada, o no, después de que la señal de salida 1 es activada. El tiempo predeterminado t1 corresponde a un "primer período" en la invención.

Cuando se determina que la señal de entrada 1 es activada (SÍ en el paso S30), el proceso pasa a un paso S40. En el paso S40, el controlador de seguridad 20 estará en modo de espera durante un tiempo predeterminado (t2).

15 En un paso S50, el controlador de seguridad 20 determina si la señal de entrada 2 es desactivada o no. Cuando se determina que la señal de entrada 2 es desactivada (SÍ en el paso S50), el proceso pasa a un paso S60.

En el paso S60, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 2. Este control corresponde al segundo control para abrir la válvula 12. Cuando la válvula 12 es normal, la activación de la señal de salida 2 abre la válvula 12.

20 En un paso S70, el controlador de seguridad 20 determina si la señal de entrada 2 está, o no está, en el estado activado después de un periodo tiempo predeterminado (t3) a partir de la activación de la señal de salida 2. Por ejemplo, de forma similar al procesamiento en el paso S30, el controlador de seguridad 20 determina si la señal de entrada 2 es activada o no, cuando transcurre el tiempo predeterminado (t3) desde la activación de la señal de salida 2. El tiempo predeterminado t3 corresponde a un "segundo período" en la invención.

25 Cuando termina el procesamiento en el paso S70, termina todo el procesamiento. El flujo anterior es un flujo de control en el caso en el que las válvulas 11 y 12 así como los sensores 13 y 14 son normales.

Por el contrario, cuando se determina en el paso S10 que al menos una de las señales de entrada 1 y de salida 2 es activa (NO en el paso S10), el proceso pasa a un paso S80. En el paso S80, el controlador de seguridad 20 desactiva ambas señales de salida 1 y de salida 2.

30 Por ejemplo, cuando la señal de entrada 1 es activada a pesar del hecho de que el primer control no se ejecute, existe la posibilidad de que se haya producido un fallo de apertura en la válvula 11 o un fallo de activación en el sensor 13. Cuando la señal de entrada 2 es activada a pesar del hecho de que el primer control no se ejecute, el sensor 14 puede tener un fallo de activación. En estos casos, las dos señales de salida 1 y de salida 2 se desactivan para que al menos las válvulas 12 se puedan mantener en el estado cerrado.

35 Cuando se determina en el paso S30 que la señal de entrada 1 es desactivada (NO en el paso S30), el proceso pasa a un paso S90. En el paso S90, el controlador de seguridad 20 desactiva la señal de salida 1.

40 Cuando la señal de salida 1 se desactiva, la válvula 11 se cierra. Cuando la señal de entrada 1 está en el estado desactivado a pesar del hecho de que el tiempo t1 ha transcurrido desde la activación de la señal de salida 1, existe la posibilidad de que el sensor 13 tenga un fallo de desactivación o de que la válvula 11 tenga un fallo de apertura. En este caso, la señal de salida 1 se desactiva de manera que la válvula 11 sea controlada para que se cierre. Ya que la señal de salida 2 mantiene el estado desactivado, la válvula 12 también es controlada para que se cierre.

Del mismo modo, cuando se determina en el paso S50 que la señal de entrada 2 es activada (NO en el paso S50), el proceso pasa al paso S90. Cuando ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 se activan antes de que se ejecute el segundo control, se puede considerar que este estado es causado por el fallo de activación de la válvula 12. En este caso, por lo tanto, la señal de salida 1 se desactiva para cerrar ambas válvulas 11 y 12.

45 Cuando se determina en el paso S70 que la señal de entrada 2 está en el estado desactivado después del tiempo t4 transcurrido desde que la señal de salida 2 fue activada (NO en el paso S70), el proceso pasa a un paso S100. En el paso S100, el controlador de seguridad 20 desactiva ambas señales de salida 1 y de salida 2. Cuando la señal de entrada 2 es desactivada a pesar del hecho de que la señal de salida 2 está activada, existe la posibilidad de que el sensor 14 tenga un fallo de desactivación o de que la válvula 12 tenga un fallo de apertura. En este caso, las señales de salida 1 y de salida 2 son desactivadas de manera que las válvulas 11 y 12 se controlan para que se cierren. Todo el procesamiento también termina después de la ejecución de cualquiera de los pasos S80 a S100.

La figura 6 es un primer gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 6 muestra el control de las válvulas 11 y 12 en el estado en el que las válvulas 11 y 12 así como los sensores 13 y 14 son normales.

5 Con referencia a la figura 6, en o antes de un tiempo t_s , el controlador de seguridad 20 comprueba que la señal de entrada 1 indica la no circulación del fluido desde la válvula 11, y la señal de entrada 2 indica la no circulación del fluido desde la válvula 12. En concreto, el controlador de seguridad 20 comprueba que ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 están desactivadas (paso S10).

10 En el tiempo t_s , el controlador de seguridad 20 empieza a controlar las válvulas 11 y 12. En primer lugar, en el tiempo t_s , el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1 (paso S20). De ese modo, se ejecuta el primer control.

15 Una vez transcurrido el tiempo t_1 desde la activación de la señal de salida 1, el controlador de seguridad 20 comprueba que la señal de entrada 1 es activada (paso S30). Después de comprobar que la señal de entrada 1 es activada, el controlador de seguridad 20 mantiene el estado de espera durante un periodo de tiempo predeterminado t_2 (paso S40). Una vez transcurrido el tiempo predeterminado t_2 , el controlador de seguridad 20 comprueba que la señal de entrada 2 es desactiva (paso S50).

20 Después de que el controlador de seguridad 20 comprueba que la señal de entrada 2 es desactivada, activa la señal de salida 2 (paso S60). De ese modo, se ejecuta el segundo control. Una vez transcurrido el tiempo t_3 desde que la señal de salida 2 fue activada, el controlador de seguridad 20 comprueba que la señal de entrada 2 es activada (paso S70). En este caso, las válvulas 11 y 12 se mantienen en el estado abierto. Por tanto, se produce la salida final (es decir, la salida del flujo desde la válvula 12).

En la válvula que cumple las normas de seguridad mostrada en la figura 14, el conmutador de seguridad detecta la posición del carrete. Por tanto, no es necesario supervisar el tiempo que transcurre durante los periodos predeterminados (t_1 , t_2 y t_3), a diferencia de la realización.

25 En esta realización, sin embargo, el conmutador de presión detecta el estado de circulación del fluido desde la válvula, y por esa razón se detecta si la válvula está abierta, o no. Por tanto, se requiere un tiempo determinado después de que la señal de salida 1 (o de salida 2) es activada, para detectar si la válvula de uso general está funcionando de manera normal, o no (es decir, si se ha producido la fijación del carrete debido a la mezcla de una sustancia extraña en el carrete, o no). Dado que las señales de salida 1 y de salida 2 se activan de acuerdo con los procedimientos mostrados en la figura 5 o 6, llega a ser posible determinar mediante el conmutador de presión si la
30 válvula está abierta o cerrada, de manera similar al conmutador de seguridad dispuesto en la válvula que cumple las normas de seguridad.

35 La figura 7 es un segundo gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 7 muestra el control de las válvulas 11 y 12 en el caso en el que la válvula 11 tiene un fallo de apertura o en el que caso en el que el sensor 13 que se corresponde con la válvula 11 tiene un fallo de activación. Este control se corresponde con el procesamiento realizado cuando el resultado de la determinación en el paso S10 mostrado en la figura 5 es NO.

40 Con referencia a la figura 7, en o antes del tiempo t_s , el controlador de seguridad 20 detecta que la señal de entrada 1 es activada. En este caso (NO en el paso S10), el controlador de seguridad 20 mantiene las dos señales de salida 1 y salida 2 en el estado desactivado (paso S80), y termina todo el control. De ese modo, se termina todo el control sin que se ejecute el primer control (procesamiento en el paso S20) y el segundo control (procesamiento en el paso S60). Por tanto, al menos la válvula 12 se mantiene en el estado cerrado de modo que la salida final no se produce.

45 La figura 8 es un tercer gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 8 muestra el control de las válvulas 11 y 12 realizado cuando el sensor 14 que se corresponde con la válvula 12 tiene un fallo de activación. Este control se corresponde igualmente con el procesamiento realizado cuando el resultado de la determinación en el paso S10 mostrado en la figura 5 es NO.

Con referencia a la figura 8, en o antes del tiempo t_s , el controlador de seguridad 20 detecta que la señal de entrada 2 es activada. En este caso (NO en el paso S10), el controlador de seguridad 20 mantiene las dos señales de salida 1 y salida 2 en el estado desactivado (paso S80), y termina todo el control. En este caso, no se produce la salida final.

50 La figura 9 es un cuarto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 9 muestra el control de las válvulas 11 y 12 realizado cuando el sensor 13 tiene un fallo de desactivación. Este control se corresponde con el procesamiento realizado cuando el resultado de la determinación en el paso S30 mostrado en la figura 5 es NO.

- Con referencia a la figura 9, en o antes del tiempo t_s , ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 son desactivadas. Por tanto, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1 en el tiempo t_s (paso S20). Sin embargo, la señal de entrada 1 mantiene el estado desactivado, incluso después de un tiempo t_1 transcurrido desde el tiempo t_s . Cuando controlador de seguridad 20 detecta que la señal de entrada 1 es desactivada (NO en el paso S30), el controlador de seguridad 20 desactiva la señal de salida 1 (paso S90), y termina todo el procesamiento. En este caso, la señal de salida 2 mantiene el estado desactivado de manera que la salida final no se produce.
- La figura 10 es un quinto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 10 muestra el control de las válvulas 11 y 12 en el caso en el que la válvula 12 tiene un fallo de apertura. Este control se corresponde con el procesamiento realizado cuando el resultado de la determinación en el paso S50 mostrado en la figura 5 es NO.
- Con referencia a la figura 10, en o antes del tiempo t_s , ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 son desactivadas. Por tanto, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1 en el tiempo t_s (paso S20). Después del tiempo t_1 transcurrido desde el tiempo t_s , la señal de entrada 1 es activada. Por tanto, el controlador de seguridad 20 mantiene el estado de espera durante un tiempo predeterminado t_2 .
- Ya que la válvula 12 tiene el fallo de apertura, ambas válvulas 11 y 12 se abren y el fluido circula desde la válvula 12. El sensor 14 detecta la circulación de fluido desde la válvula 12, y activa la señal de entrada 2.
- El controlador de seguridad 20 detecta que la señal de entrada 2 es activada (NO en el paso S50). En este caso, el controlador de seguridad 20 desactiva la señal de salida 1 (paso S90) y termina todo el procesamiento. La señal de salida 2 se mantiene desactivada. La salida final se produce sólo durante el período de activación de la señal de salida 1.
- La figura 11 es un sexto gráfico de tiempo para ilustrar el control de la válvula mediante el controlador de seguridad. La figura 11 muestra el control de las válvulas 11 y 12 que se realiza cuando el sensor 14 tiene un fallo de desactivación. Este control se corresponde con el procesamiento que se realiza cuando el resultado de la determinación en el paso S70 mostrado en la figura 5 es NO.
- Con referencia a la figura 11, en o antes del tiempo t_s , ambas señales de entrada 1 y de entrada 2 son desactivadas. Por tanto, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 1 en el tiempo t_s . La señal de entrada 1 es activada después del tiempo t_1 transcurrido desde el tiempo t_s . Por tanto, el controlador de seguridad 20 activa la señal de salida 2 una vez transcurrido el tiempo t_2 .
- La señal de entrada 2 mantiene el estado desactivado a pesar del hecho de que había transcurrido un tiempo predeterminado t_3 desde que fue activada la señal de salida 2. Cuando el controlador de seguridad 20 detecta que la señal de entrada 2 es desactivada después de transcurrido un tiempo predeterminado t_3 (NO en el paso S70), el controlador de seguridad 20 desactiva ambas señales de salida 1 y de salida 2 (paso S100) y termina todo el procesamiento. Aunque la salida final se produce sólo cuando ambas señales de salida 1 y de salida 2 son activadas, la salida final no se producirá después de que ambas señales de salida 1 y de salida 2 sean desactivadas.
- La figura 12 muestra un ejemplo de la estructura del sistema de control de válvula para comparar con el sistema de control de válvula de acuerdo con la realización de la invención. Con referencia a la figura 12, este sistema incluye la válvula 11 (válvula de uso general), el sensor 13 (conmutador de presión de uso general) y un controlador de uso general 20A. La figura 12 muestra sólo un conjunto de la válvula de uso general y el sensor correspondiente. Sin embargo, por ejemplo, una instalación de una fábrica emplea muchos conjuntos de las válvulas de uso general y los sensores.
- Dado que uno cualquiera de la válvula de uso general, el sensor de uso general y el controlador de uso general no es un producto que se adapte a las normas de seguridad, la estructura mostrada en la figura 12 no puede cumplir las normas de seguridad. En los modos convencionales, cuando la estructura mostrada en la figura 12 va a ser configurada para adaptarse a la categoría anterior 3 o 4 de la norma ISO 13849-1:1999, una válvula que cumple las normas de seguridad debe colocarse en la tubería 1, y además tales válvulas que cumplen las normas de seguridad deben duplicarse. Por otra parte, el controlador de seguridad debe ser utilizado como el controlador para controlar las válvulas en lugar de un controlador de uso general.
- Sin embargo, la válvula que cumple las normas de seguridad es una parte especial con una estructura diferente a la de la válvula de uso general. Por tanto, cuando el sistema existente emplea la válvula que cumple las normas de seguridad para configurar el sistema que se adapta a las normas de seguridad, el diseño del sistema es complicado. Además, llega a ser necesario gestionar las existencias de válvulas de ambos tipos de válvulas, es decir, las válvulas de uso general y las válvulas que cumplen las normas de seguridad, lo cual complica la gestión de existencias.

Además, las válvulas que cumplen las normas de seguridad son partes especiales de modo que sus opciones o alternativas son menores que las de las válvulas de uso general. Esto limita el diseño del sistema. Dado que la válvula que cumple las normas de seguridad es generalmente más cara que la válvula de uso general, el coste para la construcción y mantenimiento del sistema puede aumentar. Como se ha descrito antes, por ejemplo, una instalación de una fábrica emplea muchos conjuntos de las válvulas y sensores de uso general. Por tanto, cuando muchas válvulas de uso general se sustituyen por las válvulas que cumplen las normas de seguridad, aumenta la posibilidad de que se incremente notablemente el coste que se requiere para la construcción del sistema que se adapta a las normas de seguridad.

Además, la válvula que cumple las normas de seguridad tiene un conmutador de seguridad para detectar directamente la posición del carrete, y por tanto es probable que tenga un tamaño mayor que el de la válvula de uso general. La instalación que emplea válvulas más grandes que la válvula de uso general puede aumentar de manera desfavorable las dimensiones de la instalación. Por tanto, la válvula que cumple las normas de seguridad tiene tamaños grandes por lo que la disposición física de tales válvulas limita significativamente el diseño.

Cuando se emplean las válvulas que cumplen las normas de seguridad, el estado completamente abierto y el estado completamente cerrado se pueden comprobar haciendo coincidir la carrera del carrete con la carrera del conmutador de seguridad. Sin embargo, debido a esta estructura, es imposible detectar un estado intermedio (por ejemplo, un estado ligeramente abierto) entre el estado completamente abierto y el estado completamente cerrado.

A diferencia de lo anterior, de acuerdo con la realización de la invención, el sistema de control de válvula está formado por válvulas de uso general, sensores de uso general y el controlador de seguridad que está configurado para cumplir las normas de seguridad (por ejemplo, la categoría 4 de la norma ISO 13849-1:2006). Como se muestra en la figura 18, la combinación de la pluralidad de parámetros puede alcanzar el nivel de rendimiento definido por la norma ISO 13849-1:2006. Por tanto, de acuerdo con la realización, los niveles de rendimiento c - e de la norma ISO 13849-1:2006 se pueden lograr configurando adecuadamente parámetros tales como MTTFd y DCavg de los respectivos componentes.

De acuerdo con la realización de la invención, la combinación de las válvulas de uso general y los sensores de uso general puede crear un sistema que cumpla las normas de seguridad. Por tanto, partes especiales, tales como las válvulas que cumplen las normas de seguridad no son necesarias por lo que es posible evitar la complicación del diseño del sistema que se adapta a las normas de seguridad, así como la complicación de la gestión de existencias de las válvulas.

Además, de acuerdo con la realización de la invención, no es necesario añadir una válvula especial al sistema existente, de modo que se puede seleccionar la válvula adecuada para el sistema de entre varios tipos de válvulas de uso general.

Además, la realización de la invención permite un cambio fácil de la estructura existente (ver figura 12) a la estructura que se adapte a las normas de seguridad. En concreto, simplemente se exige añadir un conjunto de la válvula de uso general y el sensor de uso general a la tubería 1. Por tanto, la realización de la invención puede suprimir el aumento de tamaño de la instalación existente. Además, es posible aumentar sin dificultad el nivel de seguridad de la instalación ya operativa.

De acuerdo con la realización de la invención, como se describe anteriormente, el sistema que cumple las normas de seguridad se puede construir sin utilizar la válvula especial por lo que el coste para construir el sistema se puede reducir significativamente.

Además, el sensor de uso general tal como un conmutador de presión permite un ajuste fácil de un valor de supervisión, es decir, un valor para activar el conmutador. Por tanto, los estados abierto-cerrado de la válvula se pueden comprobar con más precisión. Por ejemplo, el sensor puede detectar un estado ligeramente abierto de la válvula.

La realización anterior emplea el conmutador de presión como el conmutador que funciona en respuesta a la circulación del fluido a través de la vía de fluido. Sin embargo, el conmutador no se limita al conmutador de presión. Por ejemplo, la invención puede emplear un conmutador de flujo que se activa cuando un caudal de fluido sobrepasa un valor de supervisión.

El sensor no se limita a tener una configuración para detectar si el fluido circula, o no, a través de la vía de fluido, y puede estar configurado para detectar un valor de presión o un caudal. Además, el sensor puede enviar su valor detectado ya sea en forma de señal digital o en forma de señal analógica. Por ejemplo, cuando el sensor envía la señal analógica como la señal que representa el valor detectado, el controlador de seguridad está configurado para tener una función de conversión de analógica a digital para convertir la señal analógica en señal digital. De acuerdo con esta estructura, el controlador de seguridad puede detectar la circulación del fluido desde la válvula, comparando el valor detectado con un valor de referencia.

5 De acuerdo con la realización anterior, una válvula selectora electromagnética que tiene sólo dos estados, es decir, estados abierto y cerrado y que también puede denominarse "válvula de apertura/cierre" se utiliza como la válvula que se puede abrir y cerrar de acuerdo con la señal eléctrica. Sin embargo, la válvula que se puede abrir y cerrar de acuerdo con la señal eléctrica no se limita a la válvula selectora electromagnética anterior y, por ejemplo, puede ser una válvula proporcional cuya apertura se puede controlar de acuerdo con una señal de entrada.

10 De acuerdo con la realización, la norma ISO 13849-1:2006 ha sido descrita como un ejemplo de normas de seguridad. Sin embargo, las normas de seguridad que puede cumplir el sistema de control de válvula de acuerdo con la invención no se limitan al mismo. Las normas de seguridad que puede cumplir el sistema de control de válvula de acuerdo con la invención no son particularmente limitadas, y pueden ser las normas internacionales, las normas de la industria, las normas nacionales o locales y similares. Ejemplos de normas de seguridad que puede cumplir la invención son los siguientes:

1. SEMI S2 (Guía para el medio ambiente, la salud y la seguridad de los equipos de fabricación de semiconductores)
2. CSA Z432-04 Seguridad de las máquinas
- 15 3. IEC62061 Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control de válvula, que comprende:

una primera válvula (11) dispuesta en una vía de fluido para hacer circular un fluido y que se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica;

5 una segunda válvula (12) dispuesta en dicha vía de fluido, situada aguas abajo de dicha primera válvula (11) y que se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica;

un primer sensor (13) dispuesto en dicha vía de fluido y situado entre dichas válvulas primera y segunda (11, 12) para detectar si dicho fluido circula, o no, desde dicha primera válvula (11);

10 un segundo sensor (14) dispuesto en dicha vía de fluido y situado aguas abajo de dicha segunda válvula (12) para detectar si dicho fluido circula, o no, desde dicha segunda válvula (12); y

un dispositivo de control (20) configurado para controlar dichas válvulas primera y segunda (11, 12) en base a un resultado de la detección de dicho primer sensor (13) y un resultado de la detección de dicho segundo sensor (14), caracterizado por que

dicho dispositivo de control (20) está configurado:

15 para comprobar que el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) indica que dicho fluido no está circulando desde dicha primera válvula (11) y que el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido no está circulando desde dicha segunda válvula (12),

para ejecutar un primer control (S20) para abrir dicha primera válvula (11) después de comprobar el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) y el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14),

20 para comprobar que la circulación de dicho fluido desde dicha primera válvula (11) es indicada mediante el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) realizada después de un primer período (t1) transcurrido desde la ejecución de dicho primer control (S20),

para ejecutar un segundo control (S60) para abrir dicha segunda válvula (12) en respuesta al cambio del resultado de la detección de dicho primer sensor (13),

25 para comprobar que la circulación de dicho fluido desde dicha segunda válvula (12) es indicada mediante el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) realizada después de un segundo período (t3) transcurrido desde la ejecución de dicho segundo control (S60), y

para mantener dichas válvulas primera y segunda (11, 12) en un estado abierto.

2. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

30 dicho dispositivo de control (20) está configurado para terminar el control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) sin que se ejecute dicho primer y segundo control (S20, S60), cuando el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) indica que dicho fluido está circulando desde dicha primera válvula (11), a pesar del hecho de que dicho primer control (S20) no se ejecuta.

3. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

35 dicho dispositivo de control (20) está configurado para terminar el control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) sin que se ejecute dicho primer y segundo control (S20, S60), cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido está circulando desde dicha segunda válvula (12), a pesar del hecho de que dicho primer y segundo control (S20, S60) no se ejecutan.

4. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

40 dicho dispositivo de control (20) está configurado para terminar el control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) mediante el control de dicha primera válvula (11) para que se cierre y no ejecutar dicho segundo control (S60) cuando el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) no cambia una vez transcurrido dicho primer período (t1), a pesar del hecho de que se ejecuta dicho primer control (S20).

5. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

dicho dispositivo de control (20) está configurado para terminar el control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) mediante el control de dicha primera válvula (11) para que se cierre, cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido está circulando desde dicha segunda válvula (12) en un paso en el que se ejecuta dicho primer control (S20) y no se ejecuta dicho segundo control (S60).

5 6. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

dicho dispositivo de control (20) está configurado para terminar el control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) mediante el control de dichas válvulas primera y segunda (11 y 12) para que se cierren, cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) no cambia una vez transcurrido dicho segundo período (t3), a pesar del hecho de que se ejecuta dicho segundo control (S60).

10 7. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

cada uno de dichos sensores primero y segundo (13, 14) incluye un conmutador que funciona en respuesta a la circulación de dicho fluido a través de dicha vía de fluido.

8. Sistema de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 7, en el que

dicho conmutador es un conmutador de presión que funciona en respuesta a una presión de dicho fluido.

15 9. Método de control de válvula para ser llevado a cabo por un sistema de control de válvula,

incluyendo dicho sistema de control de válvula:

una primera válvula (11) dispuesta en una vía de fluido para hacer circular un fluido y para que se pueda abrir y cerrar en función de una señal eléctrica;

20 una segunda válvula (12) dispuesta en dicha vía de fluido, situada aguas abajo de dicha primera válvula (11) y que se puede abrir y cerrar en función de una señal eléctrica;

un primer sensor (13) dispuesto en dicha vía de fluido y situado entre dichas válvulas primera y segunda (11, 12) para detectar si dicho fluido circula, o no, desde dicha primera válvula (11);

un segundo sensor (14) dispuesto en dicha vía de fluido y situado aguas abajo de dicha segunda válvula (12) para detectar si dicho fluido circula, o no, desde dicha segunda válvula (12); y

25 un dispositivo de control (20) configurado para controlar dichas válvulas primera y segunda (11, 12) en base a un resultado de la detección de dicho primer sensor (13) y a un resultado de la detección de dicho segundo sensor (14); y

comprendiendo dicho método de control de válvula los pasos de:

30 comprobar (S10) que el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) indica que dicho fluido no está circulando desde dicha primera válvula (11) y que el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido no está circulando desde dicha segunda válvula (12),

ejecutar (S20) un primer control para abrir dicha primera válvula (11) después de comprobar el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) y el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14),

35 comprobar (S30) que la circulación de dicho fluido desde dicha primera válvula (11) es indicada mediante el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) realizada después de un primer período (t1) transcurrido desde la ejecución de dicho primer control,

ejecutar (S60) un segundo control para abrir dicha segunda válvula (12) en respuesta al cambio del resultado de la detección de dicho primer sensor (13); y

40 comprobar (S70) que la circulación de dicho fluido desde dicha segunda válvula (12) es indicada mediante el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) realizada después de un segundo período (t3) transcurrido desde la ejecución de dicho segundo control.

10. Método de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

45 un paso (S80) de mantenimiento de dicha segunda válvula (12) en un estado cerrado cuando el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) indica que dicho fluido está circulando desde dicha primera válvula (11), a pesar del hecho de que dicho primer control no se ejecuta.

11. Método de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

un paso (S80) de control de dicha primera válvula (11) para que se cierre cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido está circulando desde dicha segunda válvula (12), a pesar del hecho de que dicho primer y segundo control no se ejecutan.

5 12. Método de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

un paso (S90) de control de dicha primera válvula (11) para que se cierre cuando el resultado de la detección de dicho primer sensor (13) no cambia una vez transcurrido dicho primer período (t1) a pesar del hecho de que dicho primer control se ejecuta.

13. Método de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

10 un paso (S90) de control de dicha primera válvula (11) para que se cierre cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) indica que dicho fluido está circulando desde dicha segunda válvula (12) en un paso en el que se ejecuta dicho primer control y no se ejecuta dicho segundo control.

14. Método de control de válvula de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

15 un paso (S100) de control de dichas válvulas primera y segunda (11, 12) para que se cierren cuando el resultado de la detección de dicho segundo sensor (14) no cambia una vez transcurrido dicho segundo período (t3), a pesar del hecho de que dicho segundo control se ejecuta.

FIG.1

50

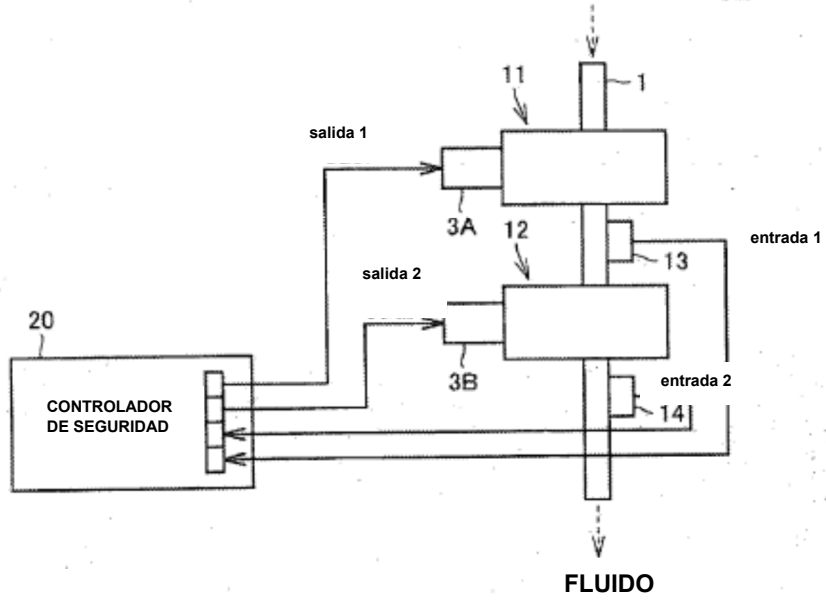


FIG.2

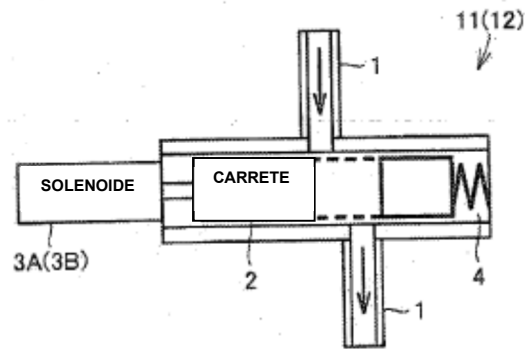
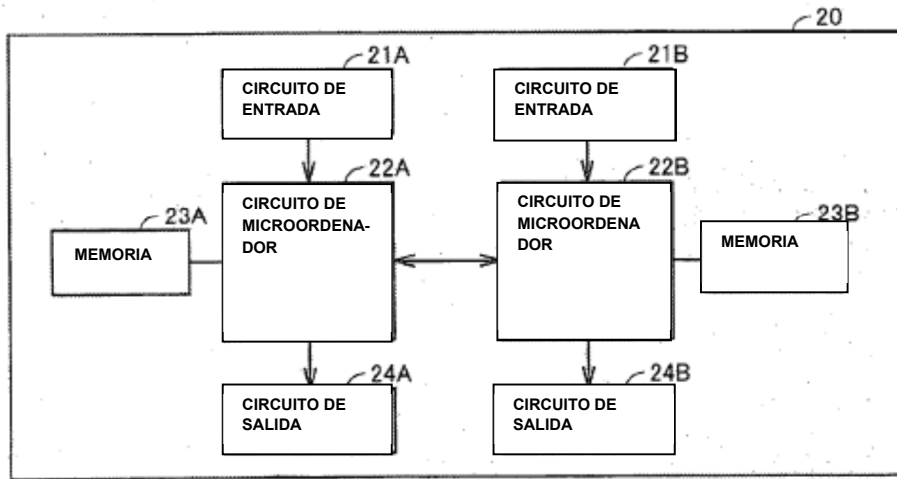


FIG.3



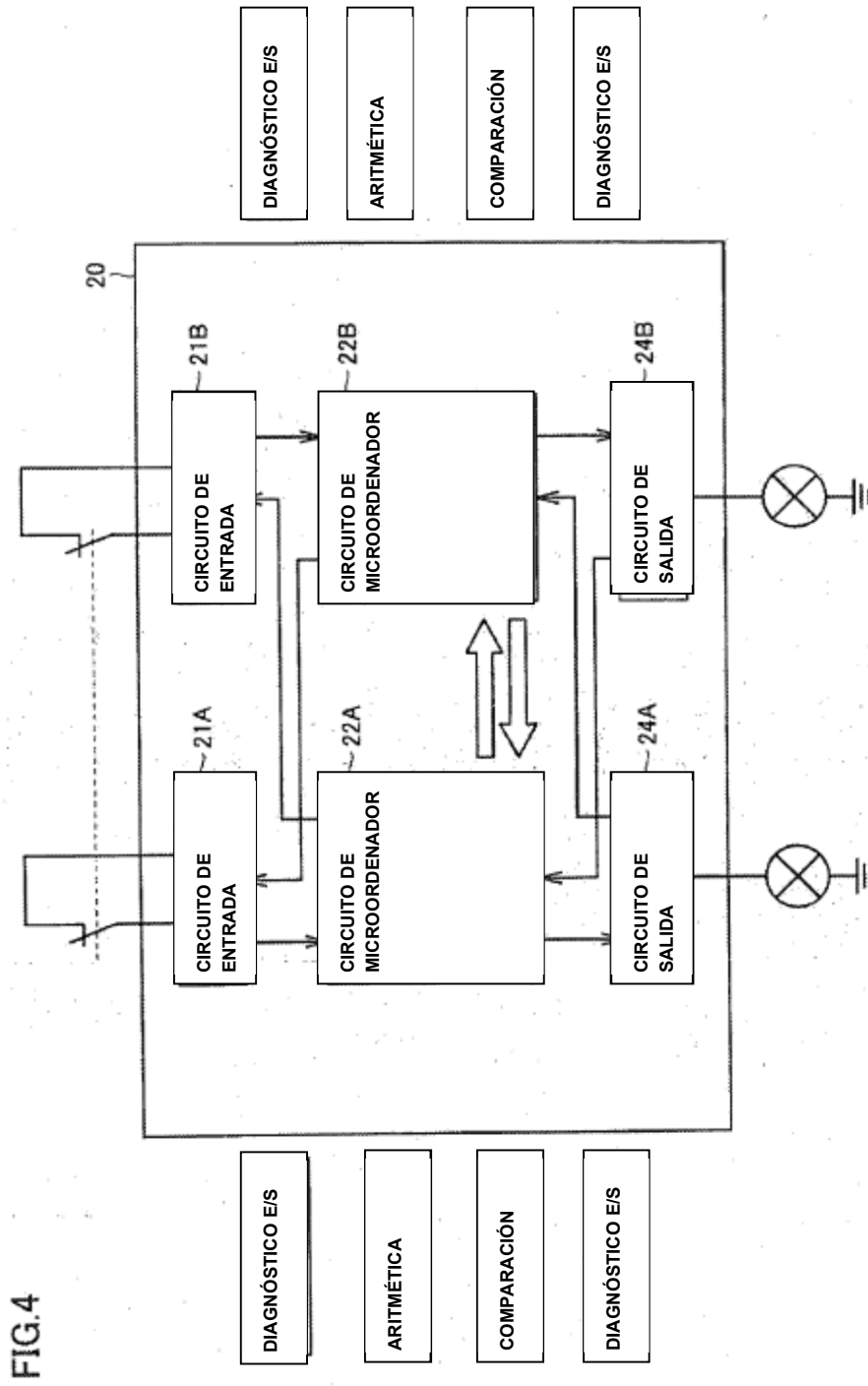


FIG.5

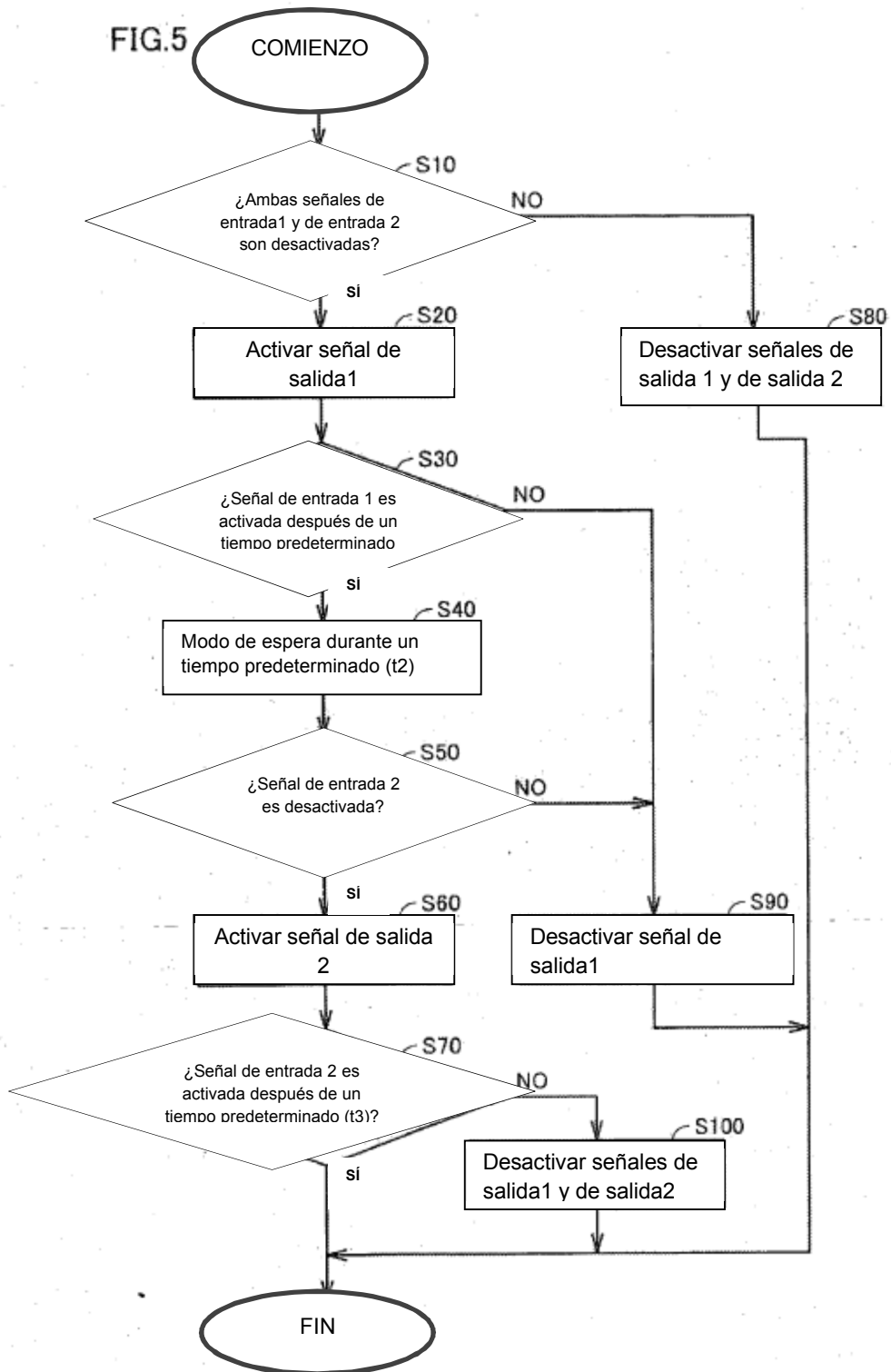


FIG.6

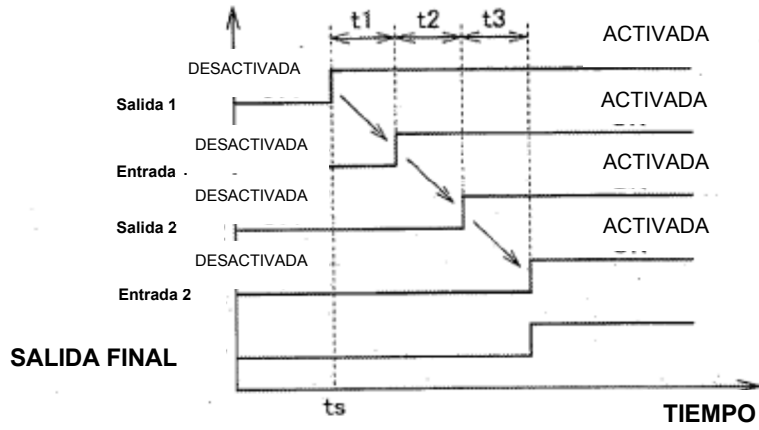


FIG.7

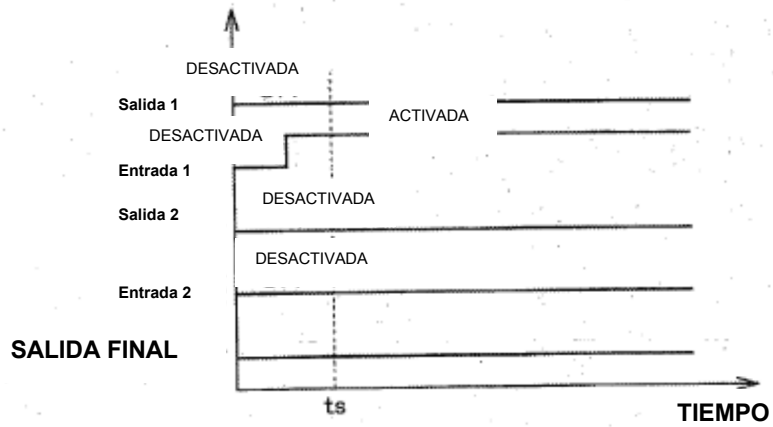


FIG.8

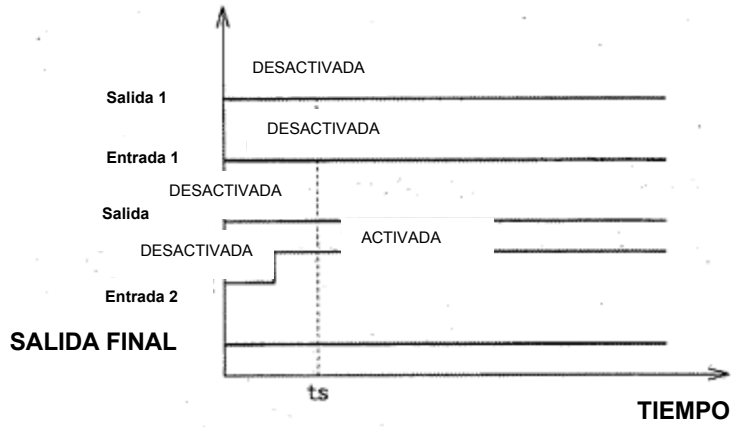


FIG.9

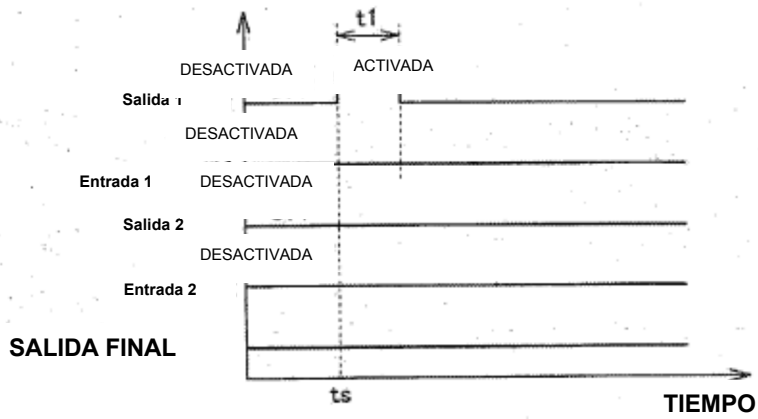


FIG.10

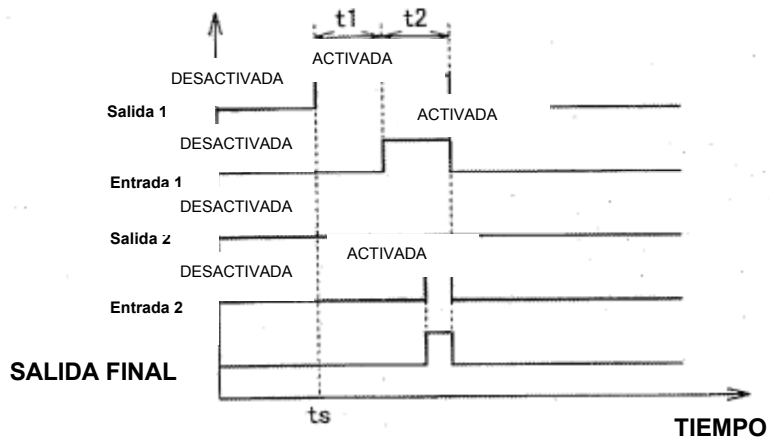


FIG.11

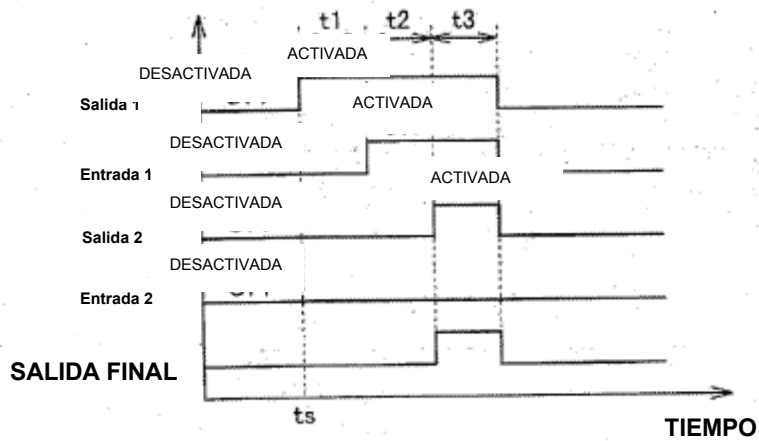


FIG.12

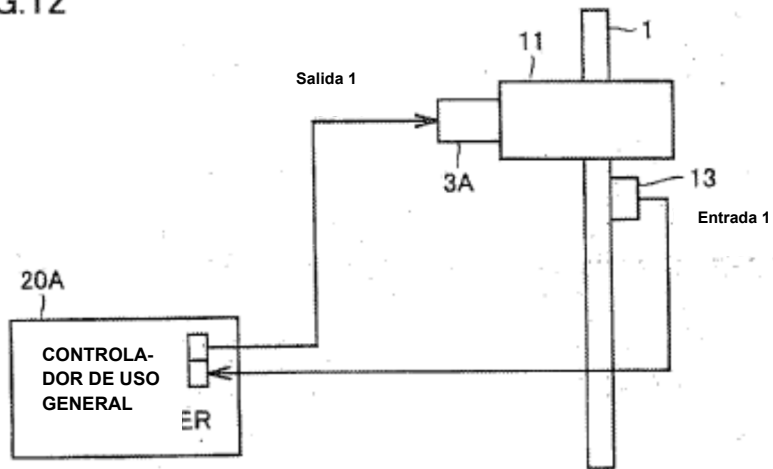


FIG.13

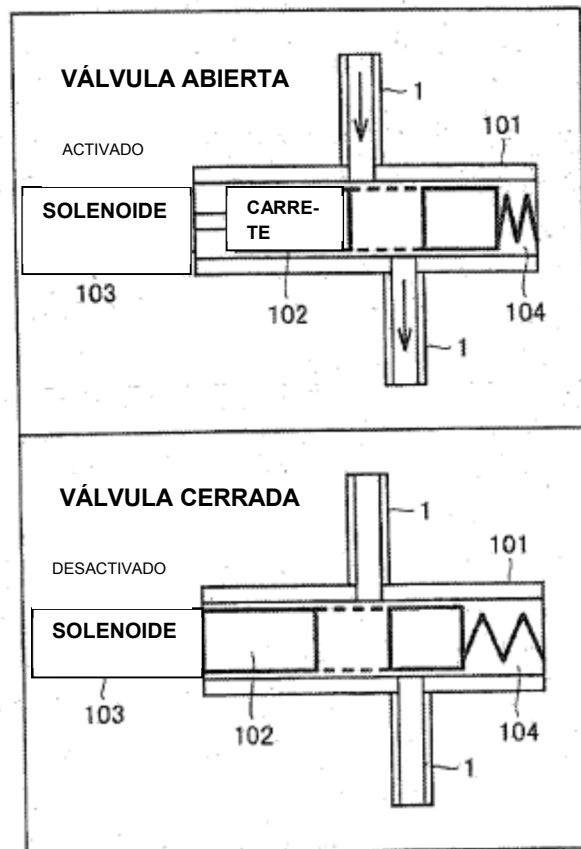


FIG.14

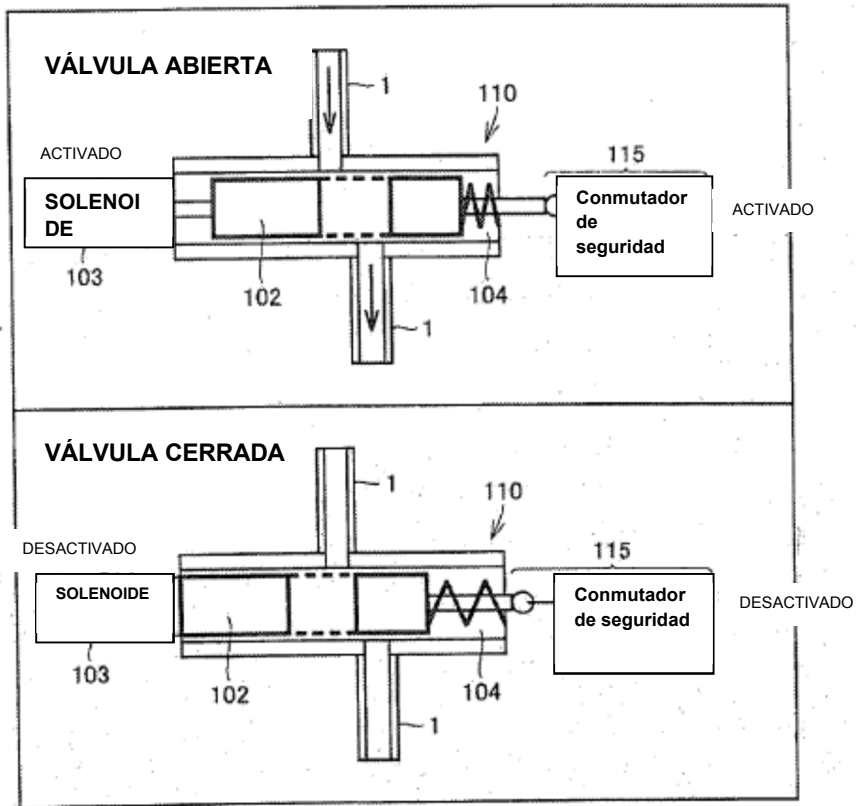


FIG.15

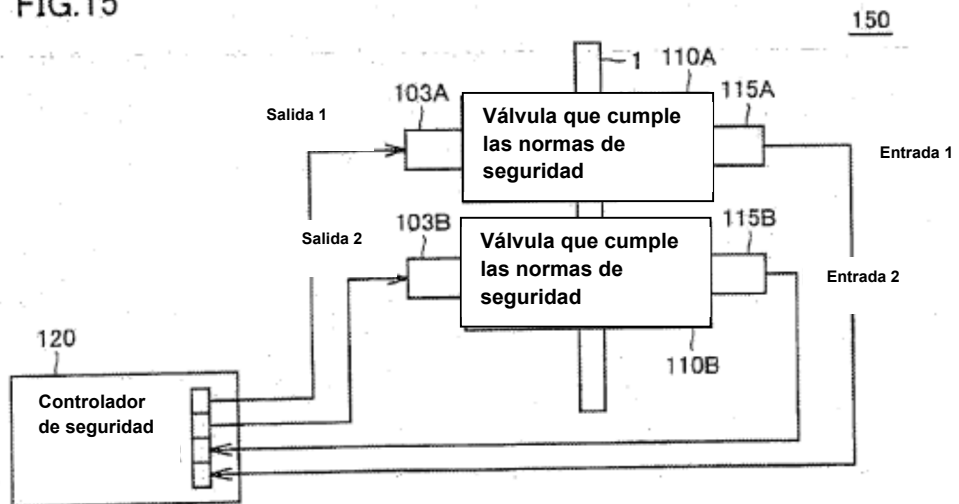


FIG.16

categoria	Resumen de requerimientos	Comportamiento de sistema	Bases para garantizar seguridad	MTTFd de cada canal	DC _{BVE}	CCF
B	Diseño, selección y montaje se realizan según normas relacionadas para soportar tensión de entorno de servicios. Debe usarse principio de seguridad básico	Función de seguridad se pierde cuando se produce fallo	Principalmente mediante selección de componentes	De bajo a medio	Nada	No relacionado
1	Además de requerimientos de categoría B, deben usarse partes ampliamente comprobadas y principio de seguridad ampliamente comprobado	Función de seguridad se pierde cuando se produce fallo, aunque la probabilidad de fallo es menor que la de la categoría B.		Alto		
2	Además de requerimientos de categoría B, debe usarse principio de seguridad ampliamente comprobado. Sistema de control de máquina debe inspeccionar funciones de seguridad a intervalos adecuados.	Cuando se produce fallo entre inspecciones, se pierde función de seguridad. La pérdida de función de seguridad se detecta mediante inspección.	Principalmente mediante configuración	De bajo a alto	De bajo a medio	65 PTS o más
3	Además de requerimientos de categoría B, debe usarse principio de seguridad ampliamente comprobado. Partes relacionadas con la seguridad deben diseñarse de acuerdo con lo siguiente: Fallo único no pierde función de seguridad. Se detecta fallo único en la medida de lo posible	Función de seguridad se mantiene incluso cuando se produce fallo único, aunque cierto tipo de fallos únicos no pueden detectarse por lo que la función de seguridad se pierde debido a la acumulación de fallos.		De bajo a alto	De bajo a medio	
4	Además de requerimientos de categoría B, debe usarse principio de seguridad ampliamente comprobado. Partes relacionadas con la seguridad deben diseñarse de acuerdo con lo siguiente: Fallo único no pierde función de seguridad. Se detecta fallo único antes de la operación de la siguiente función de seguridad. La función de seguridad no se pierde debido a la acumulación de fallos únicos no detectables	Función se seguridad se mantiene incluso cuando se produce fallo único. Probabilidad de acumulación de fallos es baja debido a CC alta. Para prevenir pérdida de función de seguridad, se detecta fallo en un tiempo determinado.		Alto	Alto, incluida acumulación de defectos	

BAJO

ALTO

FIG.17

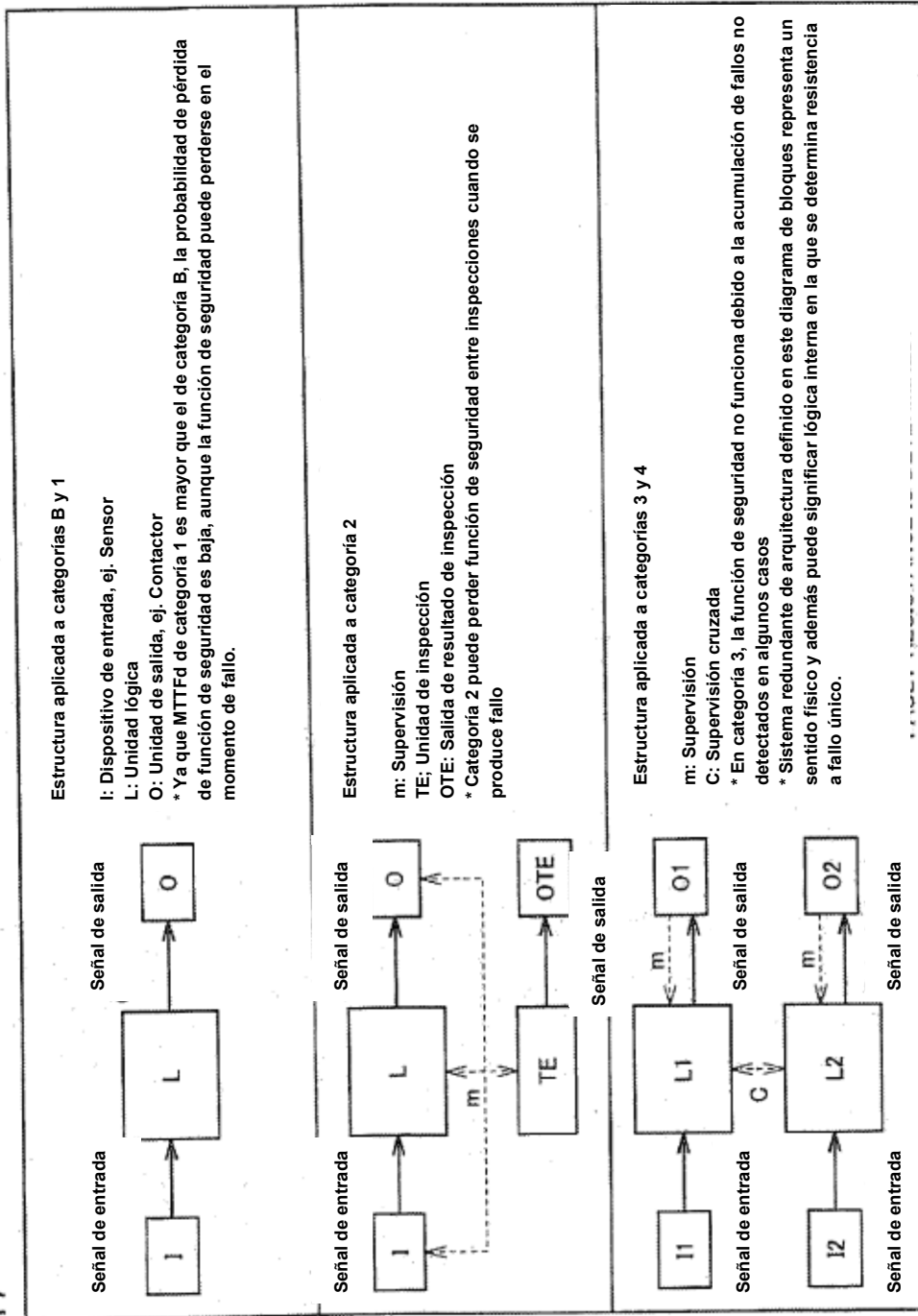


FIG.18

