

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 020 017**

51 Int. Cl.:

F16K 31/00 (2006.01)
F16K 17/38 (2006.01)
F16K 31/02 (2006.01)
F16K 1/12 (2006.01)
F16K 15/06 (2006.01)
F16K 15/18 (2006.01)
F16K 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2020** **PCT/EP2020/084974**
87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2021** **WO21116053**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2020** **E 20817027 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 4073408**

54 Título: **Válvula de cierre para su instalación en una tubería, en particular en una tubería de una instalación nuclear**

30 Prioridad:

09.12.2019 EP 19214504

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2025

73 Titular/es:

KERNKRAFTWERK GÖSGEN-DÄNIKEN AG
(100.00%)
Kraftwerkstrasse
4658 Däniken, CH

72 Inventor/es:

ORNOT, LEO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 020 017 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

Válvula de cierre para su instalación en una tubería, en particular en una tubería de una instalación nuclear

La presente invención se refiere a una válvula de cierre para su instalación en una tubería, en particular en una tubería de una instalación nuclear, tal como una central nuclear, o en un reactor químico convencional y en una central eléctrica convencional, con el fin de detener un flujo de fluido a través de la tubería en caso de fallo operativo.

En muchas instalaciones industriales, las tuberías que atraviesan diferentes zonas de la instalación pueden estar equipadas con las denominadas válvulas de cierre para detener inmediatamente un flujo de fluido a través de la tubería en caso de fallo operativo y, de este modo, evitar una fuga de fluido no deseada en zonas situadas aguas abajo de la válvula. Por ejemplo, en las centrales nucleares, las tuberías pueden atravesar la contención del reactor para acoplar de forma fluida el circuito de refrigerante primario dentro de la contención con un dispositivo de medición o muestreo fuera de la contención. Como norma, dichas tuberías pueden estar equipadas con válvulas de cierre para evitar que la radiactividad, la humedad, la pérdida de fluido refrigerante y la pérdida de presión del sistema se escapen en zonas fuera de la contención en caso de una temperatura y/o caudal de fluido excesivos en la tubería. Estas condiciones de temperatura y/o caudal excesivos pueden deberse a un fallo operativo, tal como una fuga en una tubería dentro o fuera de la contención del reactor.

En su mayoría, las válvulas de cierre se controlan y accionan activamente para cerrarse correctamente en caso de fallo operativo. Sin embargo, en caso de que falle el suministro eléctrico para el control activo y el accionamiento, ya no se garantiza el correcto funcionamiento de la válvula controlada activamente. Alternativamente, las válvulas de cierre pueden estar configuradas para cerrarse de forma pasiva en caso de fallo operativo. Dichas válvulas pueden comprender un mecanismo de accionamiento para transferir un miembro de cierre de la válvula a una posición cerrada que se activa automáticamente a una temperatura crítica o a una presión máxima del fluido que fluye a través de la válvula. Por ejemplo, como se describe en el documento WO 2017/042189 A1, el mecanismo de activación puede comprender un ensamblaje de resorte actuador que comprende un material con memoria de forma que cambia su forma al alcanzar o superar una temperatura de conmutación debido al calentamiento por el fluido y, de este modo, transfiere un miembro de cierre de una posición abierta a la posición cerrada.

Para determinar si la válvula está en una posición cerrada o en una posición abierta, pueden proporcionarse sensores de posición en la válvula que determinan la posición actual del miembro de cierre. Normalmente, estos sensores de posición son capacitivos o inductivos. Ventajosamente, los sensores capacitivos o inductivos pueden leerse a distancia desde un centro de control. Sin embargo, estos tipos de sensores requieren necesariamente una fuente de alimentación eléctrica y, por tanto, también son propensos a fallar en caso de corte del suministro. Además, estos tipos de sensores requieren algunos medios para el procesamiento de datos, en particular para la conversión y visualización de la señal del sensor, con el fin de ser capaz de indicar la posición real de la válvula en absoluto.

El documento US 2016/069472 A1 se refiere a aparatos configurados para proporcionar una indicación visual fuera de un preventor de reventones (BOP), relativa a una posición actual de bloques de ariete dentro del BOP.

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar una válvula de cierre para su instalación en una tubería que se cierre de manera fiable de forma pasiva y permita determinar de manera fiable si la válvula está en una posición cerrada o en una posición abierta. Este objeto se consigue mediante una válvula de cierre de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Las realizaciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una válvula de cierre para su instalación en una tubería, en particular en una tubería de una instalación nuclear, tal como una central nuclear, o en un reactor químico convencional y en una central eléctrica convencional, con el fin de detener un flujo de fluido a través de la tubería en el caso de un fallo operativo, por ejemplo, en el caso de una fuga en la tubería. La válvula de cierre comprende una carcasa de válvula que incluye un canal de flujo que pasa a través de la carcasa de válvula. La válvula de cierre comprende además un miembro de cierre dispuesto al menos parcialmente en el canal de flujo y reversiblemente transferible entre una posición abierta y una posición cerrada para abrir o cerrar el canal de flujo a través de la carcasa de la válvula. Además, la válvula de parada comprende un mecanismo actuador no accionado eléctricamente acoplado operativamente al miembro de cierre para transferir el miembro de cierre al menos desde la posición abierta a la posición cerrada. El mecanismo de accionamiento está configurado para activarse cuando el flujo de fluido a través del canal de flujo alcanza o supera una temperatura de conmutación y/o un caudal de conmutación durante el funcionamiento. El mecanismo de accionamiento está configurado para activarse automáticamente en caso de que un flujo de fluido a través del canal de flujo alcance o supere una temperatura de conmutación y/o un caudal de conmutación durante el funcionamiento. Además, la válvula de cierre comprende al menos un indicador de posición para indicar si el miembro de cierre está en posición abierta o cerrada. El indicador de posición comprende al menos un miembro indicador dispuesto de forma móvil en la carcasa de la válvula entre una primera posición y una segunda posición. El miembro indicador se acopla magnéticamente al miembro de cierre de tal manera que el miembro indicador se transfiere magnéticamente a la primera posición cuando el miembro de cierre se transfiere a la posición abierta y a la segunda posición cuando el miembro de cierre se transfiere a la posición cerrada.

De acuerdo con la invención, una indicación fiable de la posición de la válvula (abierta/cerrada) estado cerrado) se realiza mediante un miembro indicador que está acoplado magnéticamente al miembro de cierre y, de este modo, sigue pasivamente el movimiento del miembro de cierre entre la posición cerrada y abierta. El acoplamiento magnético entre el miembro indicador y el miembro de cierre es de naturaleza permanente y sin interferencias. Ventajosamente, esto permite un funcionamiento fiable y sin fallos en cualquier circunstancia. En particular, el acoplamiento magnético no requiere ninguna fuente de alimentación externa. Por esta razón, el indicador sigue indicando correctamente la posición de la válvula incluso en caso de corte total de la corriente eléctrica en la instalación.

Lo mismo ocurre con el propio mecanismo de accionamiento no eléctrico, que también funciona independientemente de cualquier fuente de energía eléctrica. La energía mecánica proporcionada por el mecanismo de accionamiento para transferir el miembro de cierre de la posición abierta en la posición cerrada puede resultar de la energía mecánica almacenada en el propio mecanismo de accionamiento, por ejemplo, por medio de una precarga del resorte, es decir, la energía almacenada en un resorte de accionamiento precargado o un ensamblaje de resorte de accionamiento precargado. Alternativa o adicionalmente, la energía puede ser el resultado de una transformación de fase inducida por la temperatura de un material que forma al menos una parte del mecanismo actuador, por ejemplo, de una transformación de fase inducida por la temperatura de un material con memoria de forma. Alternativa o adicionalmente, la energía puede ser el resultado de una reacción química inducida por la temperatura. La energía también puede proceder, al menos parcialmente, de la energía almacenada o transportada por el fluido que circula por la válvula de cierre, en particular en forma de energía térmica y/o de impulso de presión. Es decir, una fuerza de accionamiento del mecanismo de accionamiento ejercida sobre el miembro de cierre puede estar dada por la fuerza de resorte de un resorte de accionamiento o un ensamblaje de resorte de accionamiento que actúa sobre el miembro de cierre. Asimismo, una fuerza de accionamiento puede ser causada por el flujo de fluido (flujo másico) a través del canal de flujo que actúa sobre el miembro de cierre, en particular cuando el flujo de fluido alcanza o supera el caudal de conmutación.

En esta medida, la válvula de cierre de acuerdo con la presente invención puede denotarse como una válvula de cierre pasiva, sensible a la temperatura y/o a la presión, autoaccionada y de funcionamiento automático. La válvula de cierre de acuerdo con la presente invención también puede denominarse válvula de cierre o válvula de retención.

Para la conexión con la tubería, la carcasa de la válvula puede comprender en cada extremo una porción de conector, en particular una porción de conector roscada que tiene una rosca exterior. La porción de conector puede estar configurada para conectarse con los respectivos extremos de acoplamiento de la tubería. Para fijar las porciones de conexión con los extremos de acoplamiento de la tubería, cada extremo de acoplamiento puede comprender un miembro de acoplamiento, por ejemplo, una tuerca de acoplamiento en caso de una porción de conector roscada en cada extremo de la carcasa de la válvula. Alternativamente o además de un tornillo, la válvula de cierre puede soldarse con los correspondientes extremos de acoplamiento de la tubería. Ventajosamente, cualquiera de estos tipos de accesorios permite alcanzar un alto grado de estanqueidad y capacidad de carga.

Preferentemente, el al menos un indicador de posición es un indicador visual de posición. En consecuencia, el miembro indicador preferentemente es un miembro indicador visual. En particular, el miembro indicador es preferentemente visible desde el exterior de la carcasa de la válvula cuando se encuentra en al menos una de la primera posición o la segunda posición. Más preferentemente, el miembro indicador es visible desde el exterior de la carcasa de la válvula cuando está en cada una de la primera posición y la segunda posición. Ventajosamente, esto permite determinar la posición del miembro de cierre mediante una simple inspección de la válvula desde el exterior.

En general, el miembro indicador puede estar acoplado magnéticamente al miembro de cierre directa o indirectamente. Como se utiliza en el presente documento, el acoplamiento magnético directo se refiere a una interacción magnética directa entre al menos una porción del miembro de cierre y al menos una porción del miembro indicador.

A modo de ejemplo, el miembro indicador puede comprender o consistir en un material magnético permanente y el miembro de cierre puede comprender o consistir en un material magnético permanente o un material magnético. Como otro ejemplo, el miembro indicador puede comprender o consistir en un material magnético y el miembro de cierre puede comprender o consistir en un material magnético permanente.

Viceversa, un acoplamiento magnético indirecto se refiere a una configuración en la que un elemento de acoplamiento está acoplado fijamente a al menos uno del miembro de cierre o del miembro indicador que interactúa magnéticamente con el otro miembro respectivo u otro elemento de acoplamiento que está acoplado fijamente al otro miembro respectivo. El elemento de acoplamiento respectivo se fija al miembro indicador o al miembro de cierre, respectivamente, de forma que se mueva con el miembro indicador cuando el miembro indicador se transfiere entre la primera posición y la segunda posición, o de forma que se mueva con el miembro de cierre cuando el miembro de cierre se transfiere entre la posición abierta y la posición cerrada.

A modo de ejemplo, un elemento de acoplamiento del indicador puede estar acoplado fijamente al miembro indicador y puede comprender o consistir en un material magnético permanente, y el miembro de cierre puede comprender o consistir en un material magnético permanente o un material magnético.

Como otro ejemplo, un elemento de acoplamiento indicador puede estar acoplado fijamente al miembro indicador y puede comprender o consistir en un material magnético, y el miembro de cierre puede comprender o consistir en un material magnético permanente.

5 Como otro ejemplo más, un elemento de acoplamiento indicador puede estar acoplado fijamente al miembro indicador y puede comprender o consistir en un material magnético permanente, y un elemento de acoplamiento de cierre puede estar acoplado fijamente al miembro de cierre y puede comprender o consistir en un material magnético permanente o un material magnético.

10 Como todavía otro ejemplo, un elemento de acoplamiento de indicador puede estar acoplado fijamente al miembro de indicador y puede comprender o consistir en un material magnético, y un elemento de acoplamiento de cierre puede estar acoplado fijamente al miembro de cierre y puede comprender o consistir en un material magnético permanente.

Viceversa, el miembro indicador puede comprender o consistir en un material magnético permanente, y un elemento de acoplamiento de cierre puede estar acoplado fijamente al miembro de cierre y puede comprender o consistir en un material magnético permanente o un material magnético.

15 Alternativamente, el miembro indicador puede comprender o consistir en un material magnético, y un elemento de acoplamiento de cierre puede estar acoplado fijamente al miembro de cierre y puede comprender o consistir en un material magnético permanente.

20 Preferentemente, el miembro indicador y/o un elemento de acoplamiento indicador acoplado fijamente al miembro indicador comprende o consiste en un material magnético permanente. Por ejemplo, el miembro indicador y/o el elemento de acoplamiento del indicador acoplado fijamente al miembro indicador pueden comprender o consistir en un imán permanente de neodimio-hierro-boro o un imán permanente de samario-cobalto. Asimismo, el miembro de cierre y/o un elemento de acoplamiento de cierre acoplado fijamente al miembro de cierre comprende o consiste preferentemente en un material magnético.

25 Tal como se utiliza en el presente documento, el término material magnético se refiere a un material ferromagnético o ferrimagnético que es magnetizable en un campo magnético externo campo magnético. Aquí, el campo magnético externo resulta del material magnético permanente del miembro indicador, del miembro de cierre o de uno de los elementos de acoplamiento del indicador o del elemento de acoplamiento del cierre que están acoplados fijamente al miembro indicador o al miembro de cierre, respectivamente. Preferentemente, el material magnético tiene una temperatura de Curie superior a una posible temperatura máxima del fluido que circula por la válvula de cierre. De lo contrario, podría existir el riesgo de que el material magnético perdiera su carácter magnético, lo que provocaría la
30 ruptura del acoplamiento magnético entre el miembro de cierre y el miembro indicador. Consiguientemente, el material magnético puede tener una temperatura de Curie encima 400 grado Celsius, preferentemente encima 500 grado Celsius, más preferentemente encima 600 grado Celsius, incluso más preferentemente encima 700 grado Celsius.

Por ejemplo, el material magnético puede comprender o puede ser acero inoxidable martensítico del tipo EN 1.4122 (DIN: X39CrMo17-1).

35 Por el contrario, la carcasa de la válvula está hecha preferentemente de un material no magnético, en particular de un acero inoxidable austenítico. Ventajosamente, esto permite un movimiento libre del miembro indicador entre la primera y la segunda posición sin ningún acoplamiento magnético del miembro indicador y la carcasa de la válvula. Es decir, tener la carcasa de la válvula hecha de un material no magnético evita la interferencia magnética de la carcasa de la válvula con el miembro indicador y el miembro de cierre, y por lo tanto una atracción magnética del miembro indicador
40 por la carcasa de la válvula.

Preferentemente, el miembro indicador tiene forma de bola. Ventajosamente, una forma esférica permite un movimiento de baja fricción del miembro indicador entre la primera y la segunda posición sin riesgo de peralte.

45 El miembro indicador puede guiarse de forma móvil entre la primera posición y la segunda posición en una jaula de guía. La jaula guía puede formar parte de la carcasa de la válvula. Alternativamente, la jaula guía puede ser una parte separada de la carcasa de la válvula. En este último caso, es preferible que la jaula guía esté fijamente unida a la carcasa de la válvula, por ejemplo, mediante al menos un tornillo.

50 La jaula de guía puede comprender una cavidad alargada que define una pista de guía para el miembro indicador respectivo. La pista guía puede alinearse paralelamente a la trayectoria del miembro de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Además, la longitud de la pista guía, en particular la longitud de la cavidad alargada, puede corresponder sustancialmente a la longitud de carrera del miembro de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Los extremos respectivos de la pista guía pueden definir la primera y segunda posición de los miembros indicadores. In particular, cuando el miembro indicador está en la primera posición, puede estar sobre un primer extremo (de aguas arriba) de la pista guía de la jaula guía. Del mismo modo, cuando el miembro indicador está en la segunda posición, puede apoyarse en un segundo extremo (de abajo) de la pista guía de la respectiva jaula guía.

55 Al igual que la carcasa de la válvula, la jaula guía preferentemente también está hecha de un material no magnético, en particular un acero inoxidable austenítico. Ventajosamente, esto permite el libre movimiento del miembro indicador dentro de la jaula guía.

Para determinar la posición del miembro de cierre mediante una mera inspección de la válvula desde el exterior, la jaula guía puede comprender al menos una ventana de inspección. La ventana de inspección puede ser una ventana de inspección abierta, en particular una abertura de inspección a través de un miembro de la pared de la jaula guía hacia el interior de la jaula guía. La al menos una ventana de inspección preferentemente está configurada y dispuesta para liberar una vista sobre el miembro indicador desde fuera de la carcasa de la válvula cuando el miembro indicador está en al menos una de la primera posición o la segunda posición. Como ejemplo, la jaula de guía puede comprender una primera ventana de inspección configurada y dispuesta para liberar una vista sobre el miembro indicador desde fuera de la carcasa de la válvula cuando el miembro indicador está en la primera posición. Además, la jaula de guía puede comprender una segunda ventana de inspección configurada y dispuesta para liberar una vista sobre el miembro indicador desde fuera de la carcasa de la válvula cuando el miembro indicador está en la segunda posición. Alternativamente, la jaula de guía puede comprender una sola ventana de inspección configurada y dispuesta para liberar una vista sobre el miembro indicador desde el exterior de la carcasa de la válvula cuando el miembro indicador está en la primera posición, así como cuando el miembro indicador está en la segunda posición. En particular, la (única) ventana de inspección puede extenderse a lo largo de todo el carril guía. Por ejemplo, la (única) ventana de inspección puede ser una ventana de inspección alargada que se extiende a lo largo de todo el carril guía. El tamaño y la forma, en particular la sección transversal, de la ventana de inspección se eligen de forma que el miembro indicador quede atrapado dentro de la jaula, pero no pueda escapar a través de la ventana de inspección. La sección transversal de la ventana de inspección -vista a lo largo de una línea de visión a través de la ventana de inspección- puede ser circular, elíptica, ovalada, rectangular o cuadrática. En estas dos últimas configuraciones, las esquinas de la sección transversal rectangular o cuadrada pueden estar redondeadas.

Como se ha mencionado más arriba, la energía requerida para transferir el miembro de cierre desde la posición abierta en la posición cerrada puede resultar de una transformación de fase inducida por la temperatura de un material que forma al menos una parte del mecanismo de accionamiento. En consecuencia, el mecanismo de accionamiento no eléctrico puede comprender un ensamblaje de resorte de accionamiento que comprenda o esté hecho de un material con memoria de forma. El ensamblaje de resorte actuador puede estar acoplado operativamente al miembro de cierre y dispuesto al menos parcialmente en el canal de flujo de tal manera que esté en contacto directo con un fluido que fluye a través del canal de flujo durante la operación. Debido a ello, el ensamblaje de resorte actuador está en contacto térmico directo con el fluido, lo que permite transferir energía térmica del fluido al ensamblaje de resorte actuador, en particular al material con memoria de forma, o viceversa. De este modo, la temperatura del ensamblaje de resortes del actuador, en particular del material con memoria de forma, sigue la temperatura del fluido que circula por el canal de flujo. El ensamblaje de resorte actuador que comprende el material de memoria de forma puede estar configurado para cambiar su forma al alcanzar o superar una temperatura de conmutación debido al intercambio de calor con el fluido, transfiriendo así el miembro de cierre de la posición abierta en la posición cerrada.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término material con memoria de forma se refiere a un material que puede deformarse cuando está frío pero que vuelve a su forma predeformada ("recordada") cuando se calienta. El efecto de memoria de forma (SME) se produce porque una transformación de fase inducida por la temperatura invierte la deformación.

Preferentemente, el material con memoria de forma es un material con memoria de forma bidireccional. Un material con memoria de forma bidireccional muestra un efecto de memoria de forma tanto durante el calentamiento como durante el enfriamiento. Un material con memoria de forma bidireccional recuerda dos formas diferentes: una a baja temperatura y otra a alta temperatura.

Por ejemplo, el material con memoria de forma puede ser una aleación austenítica de titanio, en particular una aleación austenítica de níquel-titanio, por ejemplo, una aleación de níquel-titanio con aproximadamente 55-60 por ciento en peso de níquel, o una aleación de níquel-titanio-hafnio. Las aleaciones de níquel-titanio pasan de austenita a martensita al enfriarse. La transición de la fase martensita a la fase austenita sólo depende de la temperatura y la tensión, pero no del tiempo.

La temperatura de conmutación del material con memoria de forma es preferentemente un rango entre 160 grados Celsius y 350 grados Celsius, preferentemente alrededor de 220 grados Celsius, dependiendo de la aplicación específica. Preferentemente, la temperatura de cambiar es encima 160 grado Celsius, en particular encima 180 grado Celsius o encima 200 grado Celsius o encima 215 grado Celsius.

De acuerdo con una realización preferida, el ensamblaje de resorte de actuador puede comprender una pila de arandelas de estrella cada una de las cuales comprende un anillo de arandela y una pluralidad de brazos de resorte que se extienden en forma de estrella radialmente hacia fuera desde el anillo de arandela. Preferentemente, cada arandela de estrella comprende al menos tres brazos de resorte, en particular tres, cuatro cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez once, doce o más de doce brazos de resorte. Preferentemente, los brazos del resorte están igualmente perturbados alrededor de la circunferencia exterior del anillo de la arandela.

Cada arandela de estrella comprende o está hecha de un material con memoria de forma. Preferentemente, cada arandela de estrella está configurada de tal manera que al alcanzar o superar la temperatura de conmutación, la arandela de estrella experimenta una expansión axial específica a lo largo de un eje de longitud de la pila debido a que sus brazos se doblan en una dirección transversal a un plano definido por el anillo de la arandela. Debido a esto,

el ensamblaje de resorte actuador experimenta una expansión axial a lo largo de un eje de longitud de la pila que causa la transferencia del miembro de cierre de la posición abierta en la posición cerrada.

Por debajo de la temperatura de conmutación, cada estrella que está preferentemente en una configuración plana en la que los brazos de resorte están dentro de un plano definido por el anillo de arandela. En la configuración plana, cada arandela de estrella tiene una dimensión axial, es decir, un espesor comprendido entre 0,5 mm y 2 mm, en particular entre 0,5 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,6 mm y 0,8 mm.

Cada arandela de estrella puede estar configurada de tal manera que la expansión axial libre específica, es decir, el aumento de la dimensión axial de la arandela de estrella al pasar de la configuración plana a una configuración de flexión -en la que los brazos de resorte se doblan en una dirección transversal al plano definido por la arandela- se encuentre en un intervalo comprendido entre 0,2 mm y 1 mm, en particular entre 0,3 mm y 0,7 mm, preferentemente aproximadamente de 0,5 mm. En general, la dilatación axial libre específica depende de una pluralidad de factores, tal como el tipo específico del material con memoria de forma, la longitud de los brazos elásticos y el grosor de la arandela de estrella.

Preferentemente, el número de arandelas de estrella que forman la pila se elige de tal manera que una suma sobre las dilataciones axiales libres específicas de todas las arandelas de estrella, que corresponde la dilatación axial libre total de la pila, es al menos 105 por ciento en particular al menos 110 por ciento de una longitud de carrera del miembro de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Tal como se utiliza en el presente documento, la expansión axial libre específica de cada resorte en estrella y la expansión axial libre de la pila, respectivamente, se refieren a la expansión axial específica de cada resorte en estrella y a la expansión axial de la pila sin ningún confinamiento externo, en particular cuando no están dispuestos en la carcasa de la válvula. Debido a la expansión axial libre total de la pila, que es más grande que la longitud de carrera del elemento de cierre, la pila de arandelas en estrella se desvía al expandirse y transfiere el elemento de cierre a la posición cerrada. De este modo, la pila de arandelas de estrella ejerce una fuerza de resorte sobre el miembro de cierre que se utiliza para presionar con seguridad el miembro de cierre contra un asiento de válvula y así detener con seguridad un flujo de fluido a través de la válvula y la tubería instalada en ella.

Con el fin de evitar una tensión excesiva sobre el ensamblaje de resorte de accionamiento y el asiento de válvula, el número de arandelas de estrella que forman la pila se elige preferentemente de tal manera que una suma sobre las expansiones axiales libres específicas de todas las arandelas de estrella es como máximo el 150 por ciento de una longitud de carrera del miembro de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada.

Preferentemente, las arandelas de estrella dispuestas de tal manera que los brazos de las arandelas de estrella vecinas se doblan en direcciones opuestas. Ventajosamente, esto permite lograr una gran longitud de carrera utilizando un pequeño número de arandelas de estrella en la pila. Esta configuración puede observarse como un saco de arandelas de estrella en una conexión en serie.

Además, la válvula de cierre puede comprender al menos un anillo de soporte entre cada par de arandelas de estrella vecinas. En particular, la válvula de cierre puede comprender al menos un anillo de soporte entre cada par de arandelas de estrella vecinas cuyos brazos se doblan entre sí al alcanzar o superar la temperatura de conmutación. Ventajosamente, los anillos de soporte impiden que los brazos opuestos que se doblan uno hacia el otro se encajen entre sí. Preferentemente, los anillos de soporte están hechos de un material no magnético, en particular un acero inoxidable austenítico.

Además del mecanismo de accionamiento utilizado para transferir el miembro de cierre desde la posición abierta en la posición cerrada, la válvula de cierre puede comprender además un mecanismo de retorno que está dispuesto y configurado para transferir el miembro de cierre desde la posición cerrada de nuevo en la posición abierta. El mecanismo de retorno puede estar dispuesto en sentido opuesto al mecanismo de accionamiento, de modo que actúe en una dirección opuesta al funcionamiento efectivo del mecanismo de accionamiento. Por ejemplo, el mecanismo de retorno y el mecanismo de accionamiento pueden estar dispuestos en lados opuestos de un elemento estructural del miembro de cierre, por ejemplo, un disco de guía del elemento de cierre, que forma un tope para ambos, el mecanismo de accionamiento y el mecanismo de retorno, en lados opuestos respectivos. El mecanismo de retorno puede comprender un resorte de retorno, en particular un resorte de retorno helicoidal, que ejerce una fuerza de resorte de contrarresto dirigida en la posición abierta del miembro de cierre. La fuerza de resorte de contrapeso del resorte de retorno es preferentemente menor que la fuerza de accionamiento del mecanismo de accionamiento dirigido en la posición cerrada. Por ejemplo, la fuerza del resorte de retorno es aproximadamente el 50 % de la fuerza de accionamiento del mecanismo de accionamiento, de modo que la fuerza dirigida en la posición cerrada supera cualquier fuerza dirigida en la posición abierta. En particular, la fuerza del resorte de retorno puede ser inferior a la fuerza del resorte del ensamblaje de resortes del actuador cuando se activa el mecanismo del actuador. Como se ha descrito anteriormente, la fuerza de accionamiento ejercida sobre el miembro de cierre por el mecanismo de accionamiento puede venir dada por la fuerza de resorte de un resorte de accionamiento o de un ensamblaje de resortes de accionamiento que actúan sobre el miembro de cierre. Del mismo modo, como también se ha descrito anteriormente, una fuerza de accionamiento puede ser causada por el flujo de fluido (flujo másico) a través del canal de flujo que actúa sobre el miembro de cierre, en particular cuando el flujo de fluido alcanza o supera el caudal de conmutación.

El mecanismo de retorno también puede estar configurado para mantener el miembro de cierre en la posición abierta, o al menos para transferir inmediatamente el miembro de cierre desde la posición cerrada de nuevo a la posición abierta, en caso de un aumento (repentino) de presión en el lado aguas arriba de la válvula de cierre.

5 Por supuesto, el mecanismo de actuador no accionado eléctricamente también puede configurarse y acoplarse operativamente al miembro de cierre tal como para transferir el miembro de cierre desde la posición cerrada en la posición abierta.

10 Preferentemente, la válvula de cierre está configurada de tal manera que la válvula no se abre automáticamente por sí misma, es decir, que el miembro de cierre permanece en la posición cerrada una vez que el miembro de cierre se ha transferido a la posición cerrada. Esto puede deberse a una diferencia de presión que se acumula entre el lado
15 En la posición cerrada, el fluido se acumula en el lado aguas arriba del miembro de cierre, lo que provoca un aumento de la presión del fluido en el lado aguas arriba. Si la presión en el lado aguas abajo es menor, por ejemplo, como resultado de un vaciado o despresurización de la tubería aguas abajo de la válvula, la fuerza de cierre que presiona el miembro de cierre contra el asiento de la válvula aumenta aún más. Este efecto de cierre se hace mayor con una
20 diferencia de presión creciente entre el lado aguas abajo y el lado aguas arriba del miembro de cierre. De este modo, la válvula de cierre permanece cerrada, incluso si, en el caso de un mecanismo de accionamiento que incluya un material con memoria de forma, la temperatura desciende de nuevo por debajo de la temperatura de conmutación.

25 Además, la válvula de cierre puede estar configurada para ser reajutable/abrible manualmente, en particular sólo manualmente. Es decir, la válvula de cierre puede estar configurada de tal manera que el miembro de cierre es manualmente, en particular sólo manualmente, transferible desde la posición cerrada en la posición abierta después de haber sido activado y transferido a la posición cerrada. Esto puede lograrse invirtiendo la diferencia de presión entre el lado aguas abajo y el lado aguas arriba del miembro de cierre, por ejemplo, aliviando la presión en el lado
30 aguas arriba y/o aplicando presión en el lado aguas abajo.

35 Dependiendo de la aplicación preferida, la válvula de cierre puede ser adecuada para su uso en un rango de temperatura ambiente de 0 grados Celsius a al menos 450 grados Celsius y para temperaturas de fluido de hasta 400 grados Celsius y diseñada para presiones máximas de hasta 170 bar. La velocidad de flujo del fluido puede alcanzar o superar la velocidad del sonido.

40 Las aplicaciones de la válvula de cierre y su principio de invención inherente son concebibles en áreas de instalaciones en las que una tubería debe cerrarse automática y pasivamente de forma activada por temperatura. Preferentemente, la válvula de cierre está configurada para su uso en una instalación nuclear, en particular en una central nuclear. Alternativamente, la válvula de cierre puede utilizarse en un reactor químico convencional y en una central eléctrica convencional. Los parámetros de funcionamiento y diseño mencionados pueden variar mucho en función de la aplicación. Los ajustes necesarios pueden realizarse, en particular, mediante la selección adecuada del material, el dimensionamiento de los componentes, el tipo de resorte y el tratamiento termomecánico del material con memoria
45 de forma.

50 Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a una válvula de cierre para su instalación en una tubería, en particular, en una tubería de una instalación nuclear, o en un reactor químico convencional y en centrales eléctricas convencionales, tal como una central nuclear, o en un reactor químico convencional y en una central eléctrica convencional, con el fin de detener un flujo de fluido a través de la tubería en el caso de un fallo operativo, por ejemplo el caso de una fuga en la tubería. La válvula de cierre comprende una carcasa de válvula que incluye un canal de flujo que pasa a través de la carcasa de válvula. La válvula de cierre comprende además un miembro de cierre dispuesto al menos parcialmente en el canal de flujo y reversiblemente transferible entre una posición abierta y una posición cerrada para abrir o cerrar el canal de flujo a través de la carcasa de la válvula. Además, la válvula de cierre comprende un ensamblaje de resorte actuador acoplado operativamente al miembro de cierre y dispuesto en el canal de flujo de tal manera que está en contacto directo con un fluido que fluye a través del canal de flujo durante el funcionamiento, en el que el ensamblaje de resorte comprende un material con memoria de forma y está configurado para cambiar su forma al alcanzar o superar una temperatura de conmutación debido al calentamiento por el fluido, transfiriendo así el elemento de cierre de la posición abierta en la posición cerrada. El ensamblaje de resorte del actuador comprende una pila de arandelas de estrella, cada una de las cuales comprende un anillo de arandela y una pluralidad de brazos de resorte que se extienden en forma de estrella radialmente hacia fuera desde el anillo de arandela.

Otras características y ventajas del ensamblaje de resorte de actuador se han descrito anteriormente con respecto a la válvula de cierre de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención y, por lo tanto, se aplican igualmente a la válvula de cierre de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. Por lo tanto, no se repetirán estas características y ventajas.

55 Además, la válvula de cierre de acuerdo con este segundo aspecto de la presente invención puede comprender al menos un indicador de posición para indicar si el miembro de cierre está en la posición abierta o en la posición cerrada. El indicador de posición comprende al menos un miembro indicador dispuesto de forma móvil en la carcasa de la válvula entre una primera posición y una segunda posición. El miembro indicador se acopla magnéticamente al miembro de cierre de tal manera que el miembro indicador se transfiere magnéticamente a la primera posición cuando

el miembro de cierre se transfiere a la posición abierta y a la segunda posición cuando el miembro de cierre se transfiere a la posición cerrada.

Otras características y ventajas del indicador de posición se han descrito anteriormente con respecto a la válvula de cierre de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención y, por lo tanto, se aplican igualmente a la válvula de cierre de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. Por lo tanto, no se repetirán estas características y ventajas.

La invención se describirá, además, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Fig. 1 ilustra una realización ejemplar de una válvula de cierre de acuerdo con la presente invención en una vista en sección;

Fig. 2 es una vista parcial ampliada de la válvula de cierre de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 1;

Fig. 3 es una vista en perspectiva de la válvula de cierre de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 1;

Fig. 4 es una vista lateral de la válvula de cierre de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 1;

Fig. 5 ilustra una realización ejemplar de una arandela de estrella utilizada en la válvula de cierre de acuerdo con la Fig. 1 en una vista frontal;

Fig. 6 es una vista lateral de la arandela de estrella de acuerdo con la Fig. 5 que muestra tanto la configuración deformada como la no deformada; y

Fig. 7 es una vista en perspectiva de la arandela de estrella de acuerdo con la Fig. 5.

Las **Figs. 1 - 4** muestran una realización ejemplar de una válvula 1 de cierre de acuerdo con la presente invención. La válvula 1 está configurada para su uso en una tubería 50, en particular en una tubería de una instalación nuclear, para detener un flujo de fluido a través de la tubería 50 en caso de fallo operativo en la instalación. En general, el fluido puede ser un líquido, un gas o una mezcla de ambos, posiblemente en estado supercrítico. Normalmente, el fluido puede estar presurizado en la tubería. A modo de ejemplo, la válvula 1 de cierre puede instalarse en una tubería de una central nuclear que atraviesa la contención del reactor y conecta de forma fluida el circuito de refrigerante primario dentro de la contención con un dispositivo de medición o muestreo fuera de la contención. En esta configuración específica, la válvula 1 de cierre puede servir para evitar que la radiactividad se escape en zonas fuera del confinamiento, por ejemplo, en el caso de un aumento excesivo de la temperatura del fluido y/o del caudal en la tubería.

La válvula 1 de cierre comprende una carcasa 3 de válvula cilíndrica que incluye un canal 5 de flujo que pasa a través de la carcasa 3 de válvula. Para la conexión con la tubería 50, la carcasa 3 de válvula cilíndrica comprende en cada extremo axial una porción 8, 9 de conector que tiene una rosca exterior. Cada porción 8, 9 de conector roscado se fija mediante una tuerca 51 de acoplamiento con un extremo de acoplamiento respectivo de la tubería 50. Como puede verse en particular en la Fig. 1, el canal 5 de flujo a través de las porciones 8, 9 de conector es cónico, de tal manera que la sección transversal del canal 5 de flujo aumenta hacia el respectivo extremo axial de la carcasa 3 de válvula. Ventajosamente, las secciones de extremo de las tuberías 50 son también cónicas en el exterior, de tal manera que la sección transversal exterior de las tuberías 50 disminuye hacia los respectivos extremos libres de las tuberías 50. Debido a esto, las secciones de extremo de las tuberías 50 encajan con precisión en las porciones de extremo ahusadas cónicas del canal 5 de flujo a través de la carcasa 3 de válvula. Los bordes biselados en las caras de los extremos axiales de las porciones 8, 9 de conector facilitan el ajuste de la válvula de cierre con la tubería.

Dentro del canal 5 de flujo, un miembro 10 de cierre es reversiblemente transferible entre una posición abierta y una posición cerrada tal como para abrir o cerrar el canal 5 de flujo a través de la carcasa 3 de válvula. En la posición abierta, como se muestra en las Figs. 1 y 2, el miembro de cierre se retira del asiento de la válvula, despejando así el paso de fluido a través del canal 5 de flujo. Viceversa, en la posición cerrada, el miembro 10 de cierre está en contacto de sellado con un asiento 7 de válvula, cerrando así el paso de fluido a través del canal 5 de flujo (no mostrado). En la presente realización, cuando la válvula 1 de cierre está abierta, se proporciona un flujo de fluido en la tubería 50 de derecha a izquierda, como indica el símbolo de la flecha en la parte superior de la válvula 1 (véase la Fig. 3). En consecuencia, la porción 8 de conector derecha puede denotarse como una entrada o un extremo aguas arriba de la válvula 1, y la porción 9 de conector izquierda puede denotarse como una salida o un extremo aguas abajo de la válvula 1 de cierre. Cuando la válvula 1 de cierre está cerrada, el fluido se acumula a la derecha del miembro 10 de cierre, provocando un aumento de la presión del fluido en el lado aguas arriba del miembro de cierre. Por consiguiente, el lado derecho de la válvula 1 de cierre también puede denominarse lado de alta presión o lado aguas arriba de la válvula, mientras que el lado izquierdo puede denominarse lado de baja presión o lado aguas abajo de la válvula 1.

En la presente realización, el miembro 10 de cierre comprende un cono 11 de cierre redondeado (también denotado a menudo como cono de válvula), que está configurado para interactuar de manera estanca con el asiento 7 de válvula (también denotado como asiento de sellado). El asiento 7 de válvula está formado como una constricción anular en el canal 5 de flujo cilíndrico. El miembro 10 de cierre comprende además un vástago 12 cilíndrico que está formado o conectado rigidamente al cono 11 de cierre en un lado opuesto al asiento 7 de válvula. El vástago 12 tiene una sección transversal menor que el canal 5 de flujo en esta zona, lo que permite que el fluido fluya fácilmente alrededor del

vástago 12. El miembro 10 de cierre comprende además un disco 16 de guía que está formado o conectado rígidamente al vástago 12 opuesto al cono 11 de cierre. El disco 16 de guía está configurado para soportar, guiar y centrar deslizantemente el miembro 10 de cierre dentro del canal 5 de flujo, en particular durante la transferencia entre la posición abierta y la posición cerrada. Además, el disco 16 de guía forma un pilar para un mecanismo 20 de accionamiento en el lado derecho del disco 16, permitiendo que este mecanismo 20 de accionamiento ejerza una fuerza de accionamiento sobre el miembro 10 de cierre con el fin de transferir el miembro 10 de cierre de la posición abierta en la posición cerrada. En la presente realización, el mecanismo 20 de accionamiento es un ensamblaje 21 de resorte de accionamiento, cuyos detalles se describirán más adelante. Además, el disco 16 de guía forma un tope para un mecanismo 40 de retorno que está dispuesto en el lado 16 izquierdo de disco y configurado para transferir el miembro 10 de cierre desde la posición cerrada de vuelta a la posición abierta. En la presente realización, el mecanismo 40 de retorno comprende un resorte 41 de retorno helicoidal que en un extremo hace tope con el disco 16 de guía, y en el otro extremo hace tope con un tope de extremo que está formado por la constricción anular que define el asiento 7 de válvula. La fuerza de resorte del resorte 41 de retorno es menor que la fuerza de resorte del ensamblaje 21 de resorte de actuador cuando el mecanismo 20 actuador está activado. Por ejemplo, la fuerza del resorte 41 de retorno es aproximadamente el 50 % de la fuerza del resorte del ensamblaje 21 de resortes, de modo que la fuerza dirigida en la posición cerrada supera cualquier fuerza dirigida en la posición abierta,

Como se ha indicado anteriormente, el mecanismo 20 de accionamiento de la presente realización se realiza mediante un ensamblaje 21 de resorte de accionamiento. En un extremo, el ensamblaje 21 de resortes hace tope con el disco 16 de guía. En el otro extremo, el ensamblaje 21 de resorte hace tope 14 de extremo axial que está conectado rígidamente a la carcasa 3 de válvula, permitiendo así que una expansión axial del ensamblaje 21 de resorte se transfiera a un movimiento del miembro 10 de cierre con respecto a la carcasa 3 de válvula hacia el asiento 7 de válvula. En la presente realización, el tope 14 de extremo axial está formado por un disco 15 de tope que está dispuesto en una porción de hombro del canal 5 de flujo adyacente a la porción 8 de conector en el lado de entrada. El disco 15 de apoyo está asegurado axialmente por un anillo 19 de seguridad.

Tanto el disco 16 guía como el disco 15 de apoyo comprenden una pluralidad de aberturas tales como para proporcionar un paso de fluido a través de los respectivos discos 15, 16. Por ejemplo, el disco 16 de guía y/o el disco 15 de apoyo pueden tener la forma de una rueda de radios.

El ensamblaje 21 de resorte de acuerdo con la presente realización comprende una pila de arandelas 22 de estrella, cuyos detalles se muestran en la Fig. 5 - 7. Cada arandela 22 de estrella comprende un anillo 23 de arandela y una pluralidad de brazos 24 de resorte que se extienden en forma de estrella radialmente hacia fuera desde el anillo 23 de arandela. En la presente realización, cada arandela 22 de estrella comprende doce brazos 24 de resorte que están igualmente perturbados alrededor de la circunferencia exterior del anillo 23 de arandela. El anillo 23 de arandela define una abertura 25 central. Para facilitar el ensamblaje de la pila, la arandela 22 de estrella puede disponerse a lo largo de una varilla 13 de guía cilíndrica que se extiende a través de las aberturas 25 centrales de cada arandela 22 de estrella a lo largo del eje central del canal 5 de flujo. La varilla 13 de guía cilíndrica puede estar conectada o formada integralmente con el disco 16 de guía del miembro 10 de cierre. Es decir, la varilla 13 de guía puede ser parte integrante del miembro 10 de cierre. Como se muestra en la Fig. 5, la sección transversal de la abertura 25 central de cada arandela 22 de estrella puede comprender una o más porciones planas. Asimismo, la sección transversal de la varilla 13 de guía cilíndrica puede comprender una o más porciones planas que correspondan a las porciones planas de la abertura 25 central, de modo que las arandelas 22 de estrella queden bloqueadas contra la rotación. Además, la varilla 13 de guía también puede estar provista de orificios pasantes para proporcionar un paso de fluido a través de la varilla 13.

De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención, el ensamblaje 21 de resorte está hecho de un material con memoria de forma que hace que el ensamblaje 21 de resorte cambie su forma al alcanzar o superar una temperatura de conmutación. En la presente realización, las arandelas 22 de estrella del ensamblaje 21 de resorte están hechas de un material con memoria de forma bidireccional, por ejemplo, una aleación austenítica de níquel-titanio-hafnio. Por debajo de la denominada temperatura de conmutación, cada arandela 22 de estrella se encuentra en una configuración plana en la que los brazos 24 de resorte se encuentran dentro de un plano 26 definido por el anillo 23 de arandela. La configuración plana de la arandela de estrella se ilustra en la Fig. 6 mediante líneas continuas. En cuanto al efecto de memoria de forma, la configuración plana corresponde a la forma deformada. Al alcanzar o superar la temperatura de conmutación, cada arandela 22 de estrella vuelve a su forma predeformada ("recordada") en la que los brazos 23 de resorte se doblan fuera del plano 26 en dirección transversal al plano 26 (configuración de doblado). Esta configuración se ilustra en la Fig. 6 mediante líneas discontinuas. Debido a la flexión de los brazos 23, cada arandela 22 de estrella experimenta una expansión axial específica a lo largo de un eje de longitud de la pila al alcanzar o superar la temperatura de conmutación. Como resultado, el ensamblaje 21 de resorte de accionamiento experimenta una expansión axial a lo largo de un eje de longitud de la pila que provoca la transferencia del miembro 10 de cierre de la posición abierta en la posición cerrada.

En la configuración plana, cada arandela 22 de estrella tiene una dimensión axial, es decir, un espesor en un intervalo entre 0,5 mm y 2 mm, en particular entre 0,5 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,6 mm y 0,8 mm. Además, cada arandela 22 de estrella está configurada de tal manera que la expansión axial libre específica, es decir, el aumento de la dimensión axial de la arandela 22 de estrella al pasar de la configuración plana a la configuración en curva, está comprendida entre 0,2 mm y 1 mm, en particular entre 0,3 mm y 0,7 mm, preferentemente aproximadamente 0,5 mm.

Por un lado, el número de arandelas 22 de estrella que forman la pila se elige de tal manera que una suma sobre las expansiones axiales libres específicas de todas las arandelas 22 de estrella, que corresponde la expansión axial libre total la pila, es mayor, preferentemente al menos un 5 por ciento mayor que la longitud de carrera del miembro 10 de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Debido a esto, el ensamblaje 21 de resorte está sesgado al haberse expandido y transferido el miembro de cierre en la posición cerrada, ejerciendo así una fuerza de resorte sobre el miembro 10 de cierre que presiona de forma segura el cono 11 de cierre contra el asiento 7 de válvula.

Por otra parte, el número de arandelas de estrella que forman la pila preferentemente se elige de tal manera que una suma sobre las expansiones axiales libres específicas de las arandelas de estrella es como máximo el 150 por ciento de una longitud de carrera del miembro 10 de cierre. Ventajosamente, esto evita una tensión excesiva en el ensamblaje 21 de resorte de actuador y en el asiento 7 de válvula.

En la presente realización, las arandelas 22 de estrella están dispuestas de tal manera que los brazos 23 de las arandelas 22 de estrella vecinas se doblan en direcciones opuestas. Ventajosamente, esto permite lograr una gran longitud de carrera utilizando un pequeño número de arandelas de estrella en la pila.

Además, se proporciona un anillo 27 de soporte entre cada par de arandelas 22 de estrella vecinas cuyos brazos 23 de resorte se doblan uno hacia el otro al alcanzar o superar la temperatura de conmutación con el fin de evitar que los brazos opuestos que se doblan uno hacia el otro se enganchen entre sí. Preferentemente, los anillos 27 de soporte están hechos de un material no magnético, en particular un acero inoxidable austenítico.

A continuación, se proporcionan más detalles sobre la válvula de cierre y su principio de funcionamiento: Durante el funcionamiento normal, la válvula 1 de cierre está abierta ya que cada una de las arandelas 22 de estrella está en configuración plana. De este modo, el fluido puede circular libremente por la tubería 50 y la válvula 1. Por ejemplo, el fluido puede ser refrigerante del reactor que pasa desde el circuito primario de refrigeración de un reactor a través de la tubería 50 y la válvula 1 hacia un dispositivo de medición o muestreo fuera de la contención del reactor. En caso de una fuga accidental del refrigerante del reactor dentro de la contención, la temperatura (y también la presión) del refrigerante hace que el ensamblaje de resortes se caliente debido a que el ensamblaje 21 de resortes está en contacto directo con el refrigerante del reactor. Al alcanzar o superar la temperatura de conmutación, las arandelas de estrella se convierten en la configuración expandida o curva en un tiempo muy corto (típicamente milisegundos a unos pocos segundos), transfiriendo así el miembro 10 de cierre de la posición abierta en la posición cerrada como se describió anteriormente. Una vez que el miembro 10 de cierre está en la posición cerrada, el fluido se acumula en el lado aguas arriba del miembro 10 de cierre, lo que provoca un aumento de la presión del fluido en el lado aguas arriba. Si la presión en el lado aguas abajo es menor, por ejemplo, como resultado de un vaciado o despresurización de la tubería 50 aguas abajo de la válvula, la fuerza de cierre que presiona el miembro 10 de cierre contra el asiento 7 de válvula aumenta aún más. Este efecto de sellado adicional se hace mayor con una diferencia de presión creciente entre el lado aguas abajo y el lado aguas arriba del miembro 10 de cierre. Debido a la diferencia de presión, la válvula 1 de cierre permanece cerrada, aunque la temperatura vuelva a descender por debajo de la temperatura de conmutación. La válvula 1 sólo vuelve a abrirse cuando la diferencia de presión disminuye hacia el valor inicial. Esto puede conseguirse, por ejemplo, aliviando la presión en el lado aguas arriba de la válvula 1 y/o aplicando presión en el lado aguas abajo.

Para controlar de forma fiable la posición real de la válvula (abierta/cerrada), la válvula 1 de cierre de acuerdo con la presente realización comprende un primer y un segundo indicador 30, 34 de posición que indican si el miembro 10 de cierre está en la posición abierta o en la posición cerrada. Tanto el primer indicador 30 de posición como el segundo indicador 34 de posición comprenden un miembro 31, 32 indicador magnético que está acoplado magnéticamente al miembro 10 de cierre para seguir su movimiento entre la posición abierta y la posición cerrada. En la presente realización, cada miembro 31, 32 indicador es una bola hecha de un material magnético permanente, por ejemplo, neodimio-hierro-boro o samario-cobalto. El miembro 10 de cierre está hecho de un material magnético, tal como acero inoxidable ferromagnético. Debido a este emparejamiento específico de materiales, cada uno de los miembros 31, 33 indicadores está acoplado magnéticamente (atracción) al miembro 10 de cierre. Por lo tanto, cuando el miembro 10 de cierre se transfiere entre la posición abierta y la posición cerrada, los miembros 31, 32 indicadores siguen magnéticamente el movimiento del miembro 10 de cierre entre una primera y una segunda posición respectivas.

Como puede verse en particular en las Figs. 1 y 2, cada uno de los miembros 31, 32 indicadores está dispuesto de forma móvil en una jaula 33, 36 de guía respectiva, que están dispuestas últimamente en lados opuestos de la válvula 1 de cierre. Cada una de las jaulas 33, 36 de guía comprende una cavidad alargada que define una pista de guía para el respectivo miembro 31, 32 indicador que se alinea paralelamente a la trayectoria del miembro 10 de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Como puede verse en las Figs. 1 y 2, la longitud de la pista guía, es decir, la longitud de la cavidad alargada, corresponde sustancialmente a la longitud de la carrera del miembro 10 de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada. Por lo tanto, cuando el miembro 10 de cierre está en la posición abierta como se muestra en la Fig. 3 y Fig. 4, cada uno de los miembros 31, 32 indicadores está en su respectiva primera posición en la que se apoya en un primer extremo (aguas arriba) de la respectiva pista guía. Asimismo, cuando el miembro 10 de cierre está en la posición cerrada (no mostrada), cada uno de los miembros 31, 32 indicadores está en su respectiva segunda posición en la que se apoya en un segundo extremo (aguas abajo) de la respectiva pista guía.

5 Para determinar la posición del miembro 10 de cierre por mera inspección de la válvula desde el exterior, la jaula 33 de guía del primer indicador 30 de posición comprende dos ventanas 35 de inspección alargadas. Las ventanas 35 de inspección alargadas están dispuestas en lados opuestos de la jaula 33 de guía paralelos a la pista de guía, de tal manera que permiten ver el miembro 31 indicador desde el exterior a lo largo de toda la pista de guía, en particular cuando el miembro 31 indicador está en la primera posición y en la segunda posición, y por lo tanto cuando el miembro 10 de cierre está en posición abierta o cerrada, respectivamente.

10 Por el contrario, la jaula 36 de guía del indicador de segunda posición 34 comprende dos ventanas 37 de inspección circulares que están dispuestas en lados opuestos de la jaula 36 de guía de tal manera que liberan una vista sobre el miembro 32 indicador desde el exterior solamente cuando el miembro 32 indicador está en la segunda posición y por lo tanto cuando el miembro 10 de cierre está en la posición cerrada. Sin embargo, cuando el miembro 32 indicador no es visible a través de las ventanas 37 de inspección, el segundo indicador 34 de posición todavía indica implícitamente que el miembro indicador debe estar en la primera posición y por lo tanto que el miembro de cierre debe estar en la posición abierta. Por supuesto, es posible que la jaula 36 de guía comprenda una o más ventanas de inspección (circulares) adicionales (no mostradas) que estén dispuestas de tal manera que permitan ver el miembro 32 indicador desde el exterior cuando el miembro 32 indicador esté en la primera posición.

15 También es posible que una o cada una de las jaulas 33, 36 de guía comprenda una ventana de inspección respectiva en un solo lado de las jaulas 33, 36 de guía. Además, es posible que la válvula de cierre comprenda sólo uno de los indicadores 30, 34 de posición primero y segundo.

20 Ventajosamente, la naturaleza permanente del acoplamiento magnético y la posibilidad de determinar la posición del miembro de cierre por mera inspección permiten un funcionamiento fiable y sin fallos en cualquier circunstancia. En particular, este tipo de control de posición no requiere ninguna fuente de alimentación externa, por lo que sigue funcionando con fiabilidad incluso en caso de corte total del suministro eléctrico en la instalación.

REIVINDICACIONES

1. Válvula (1) de cierre para su instalación en una tubería (50) de una instalación nuclear para detener un flujo de fluido a través de la tubería (50) en caso de fallo operativo, comprendiendo la válvula (1) de cierre
una carcasa (3) de válvula que incluye un canal (5) de flujo que atraviesa la carcasa (3) de válvula,
5 un miembro (10) de cierre dispuesto al menos parcialmente en el canal (5) de flujo y reversiblemente transferible entre una posición abierta y una posición cerrada, de forma que abra o cierre el canal (5) de flujo a través de la carcasa (3) de válvula,
un mecanismo (20) actuador de accionamiento no eléctrico acoplado operativamente al miembro (10) de cierre para transferir el miembro (10) de cierre al menos de la posición abierta a la posición cerrada, en el que el mecanismo (20) actuador está configurado para ser activado por un flujo de fluido a través del canal (5) de flujo que alcanza o supera una temperatura de conmutación y/o un caudal de conmutación durante el funcionamiento, y
10 al menos un indicador (30, 34) de posición para indicar si el miembro (10) de cierre está en posición abierta o cerrada,
caracterizado porque el indicador (30, 34) de posición comprende al menos un miembro (31, 32) indicador dispuesto de forma móvil en o sobre la carcasa (3) de válvula entre una primera posición y una segunda posición, en el que el
15 miembro (31, 32) indicador está acoplado magnéticamente al miembro (10) de cierre directamente mediante una interacción magnética directa entre al menos una porción del miembro de cierre y al menos una porción del miembro indicador o indirectamente mediante un elemento de acoplamiento acoplado fijamente a al menos uno del miembro de cierre o del miembro indicador que interactúa magnéticamente con el otro miembro respectivo u otro elemento de acoplamiento que está acoplado fijamente al otro miembro respectivo de tal manera que el miembro (31, 32) indicador
20 se transfiere magnéticamente a la primera posición cuando el miembro (10) de cierre se transfiere a la posición abierta, y a la segunda posición cuando el miembro (10) de cierre se transfiere a la posición cerrada.
2. Válvula (1) de cierre de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el miembro (31, 32) indicador es visible desde el exterior de la carcasa (3) de válvula cuando está en al menos una de las posiciones primera o segunda.
3. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el miembro (31,
25 32) indicador y/o un elemento de acoplamiento indicador acoplado fijamente al miembro (31, 32) indicador comprende un material magnético permanente.
4. Válvula (1) de cierre de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el miembro (31, 32) indicador y/o el elemento de acoplamiento indicador acoplado fijamente al miembro (31, 32) indicador comprende un imán permanente de neodimio-hierro-boro o un imán permanente de samario-cobalto.
- 30 5. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el miembro (31, 32) indicador tiene forma de bola.
6. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el miembro (31, 32) indicador está guiado de forma móvil entre la primera posición y la segunda posición en una jaula (33, 36) de guía.
7. Válvula (1) de cierre de acuerdo con la reivindicación 6, en la que la jaula (33, 36) de guía comprende al menos una
35 ventana (35, 37) de inspección, en particular al menos una ventana (35, 37) de inspección abierta, configurada y dispuesta para liberar una vista sobre el miembro (31, 32) indicador desde el exterior de la carcasa (3) de válvula cuando el miembro (31, 32) indicador está en al menos una de las posiciones primera o segunda.
8. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el miembro (10)
40 de cierre y/o un elemento de acoplamiento de cierre acoplado fijamente al miembro (10) de cierre comprende un material magnético.
9. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la carcasa (3) de válvula está hecha de un material no magnético, en particular un acero inoxidable austenítico.
10. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el mecanismo
45 (20) actuador no eléctrico comprende un ensamblaje (21) de resorte de accionamiento acoplado operativamente al miembro (10) de cierre y dispuesto en el canal (5) de flujo de manera que esté en contacto directo con un fluido que fluye a través del canal (5) de flujo durante el funcionamiento, en el que el ensamblaje (21) de resorte comprende un material con memoria de forma y está configurado para cambiar su forma al alcanzar o superar una temperatura de conmutación debida al calentamiento por el fluido, transfiriendo así el miembro (10) de cierre de la posición abierta a la posición cerrada.
- 50 11. Válvula (1) de cierre de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el ensamblaje (21) de resorte de actuador comprende una pila de arandelas (22) de estrella cada una de las cuales comprende un anillo (23) de arandela y al menos tres brazos (24) de resorte que se extienden en forma de estrella radialmente hacia fuera desde el anillo (23) de arandela, en la que al alcanzar o superar la temperatura de conmutación cada arandela (22) de estrella experimenta

una expansión axial específica a lo largo de un eje de longitud de la pila debido a que sus brazos (24) se doblan en una dirección transversal a un plano definido por el anillo (23) de arandela.

12. Válvula (1) de cierre de acuerdo con la reivindicación 11, en la que las arandelas (22) de estrella están dispuestas de tal manera que los brazos (24) de las arandelas (22) de estrella vecinas se doblan en direcciones opuestas.

5 13. Válvula (1) de cierre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en la que el número de arandelas (22) de estrella que forman la pila se elige de tal manera que una suma sobre las dilataciones axiales libres específicas de todas las arandelas (22) de estrella es al menos el 110 por ciento de una longitud de carrera del miembro (10) de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada y/o como máximo el 150 por ciento de una longitud de carrera del miembro (10) de cierre entre la posición abierta y la posición cerrada.

10 14. Válvula (1) de cierre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende además al menos un anillo (27) de soporte entre cada par de arandelas (22) de estrella vecinas o entre cada par de arandelas (22) de estrella vecinas cuyos brazos (24) se doblan entre sí al alcanzar o superar la temperatura de conmutación.

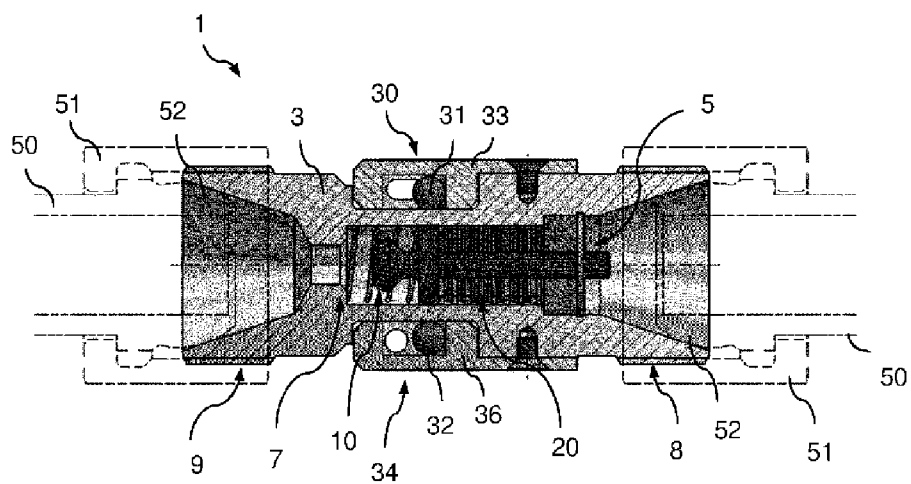


Fig. 1

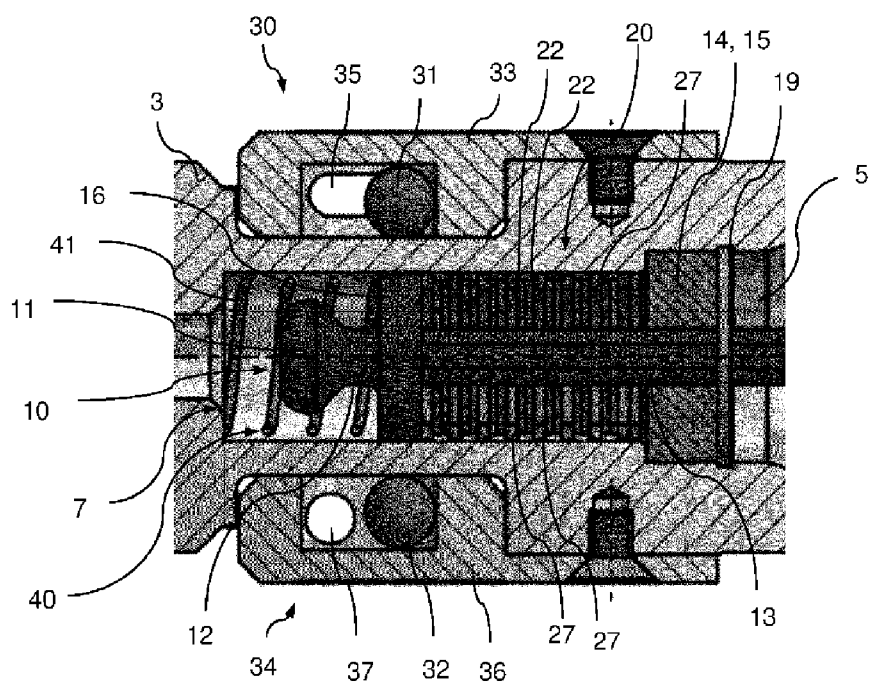


Fig. 2

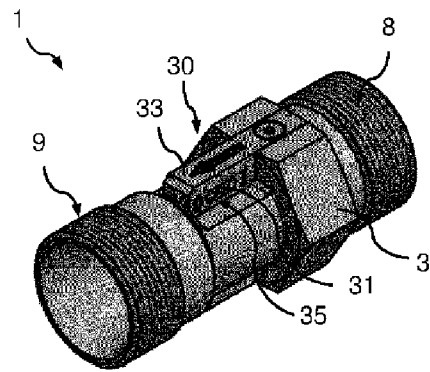


Fig. 3

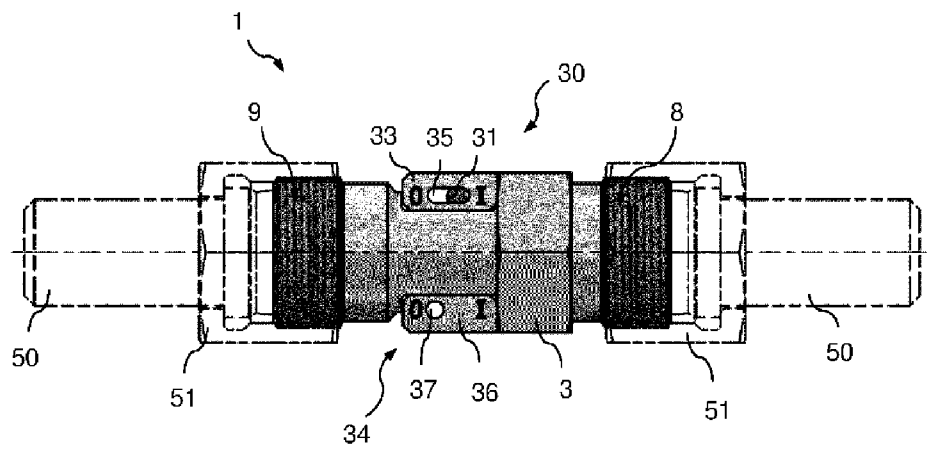


Fig. 4

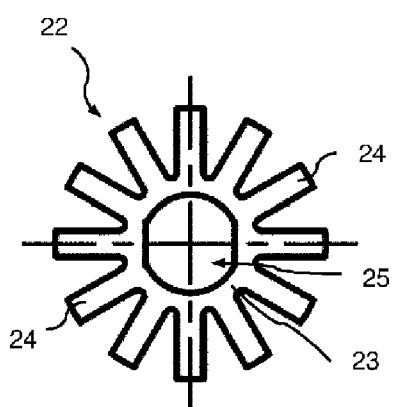


Fig. 5

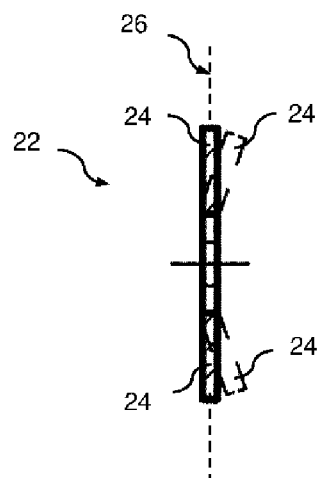


Fig. 6

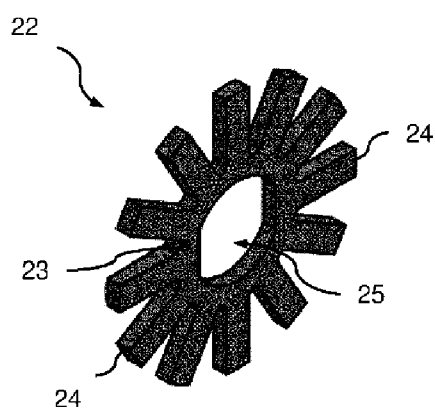


Fig. 7