(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 649 062**

(51) Int. CI.:

F16L 55/045 (2006.01)
F16L 55/04 (2006.01)
F16L 55/05 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2011 PCT/US2011/023794**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2011 WO11097516**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2011 E 11740452 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2531768**

(54) Título: **Procedimiento y aparato para atenuar una vibración de fluido no deseada**

(30) Prioridad:

04.02.2010 US 301473 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2018

(73) Titular/es:

COORSTEK INC. (100.0%)
16000 Table Mountain Parkway
Golden, CO 80403, US

(72) Inventor/es:

BAKER, FREDERICK y
DENNEY, RUSTY

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Procedimiento y aparato para atenuar una vibración de fluido no deseada

Antecedentes

En determinadas aplicaciones de flujo de fluidos, se genera una onda de propagación de energía debido a una detención repentina del flujo de fluido. Esto puede deberse a una parada repentina de la bomba o a un cierre rápido de la válvula. Esto crea una variación rápida hacia atrás o un pulso de energía que puede incrementarse a medida que se desplaza. Esta variación rápida hacia atrás conlleva una sobrepresión y una energía que provocan una vibración a través del sistema algunas veces conocida como "golpe de ariete". El golpe de ariete puede dañar el sistema de tuberías y puede provocar una fatiga prematura en las tuberías, los componentes y las juntas. Cuanto más lejos se desplace la onda, más perjudicial resulta la energía generada.

Una solución intentada consiste en un amortiguador de tipo cilíndrico fijado al tubo dentro del cual se está desplazando el pulso de energía hacia atrás. Sin embargo, estas soluciones tienen el inconveniente de que, con el fin de crear una solución mínima o para atenuar el pulso, el sistema tiene que ser enteramente presurizado para cambiar la dirección con pulso o la atenuación rápida dentro del amortiguador. La sobrepresión o la variación rápida de la presión hacia atrás encontrará la vía de menor resistencia, lo que generalmente no implica un cambio en la dirección hacia el interior del amortiguador hasta que el sistema haya sido presurizado. Pero, en ese punto, la variación rápida ha incidido en todos los tubos, juntas, válvulas, etc., y unas 25 averías se habrán ya producido.

Algunas soluciones convencionales consisten en unos dispositivos de estrangulamiento fijos situados en línea dentro del tubo. Sin embargo, estos dispositivos solo atenuarán un pequeño porcentaje de la variación rápida o pulso hacia atrás. Asi mismo, estos dispositivos a menudo provocan una caída de la presión dentro del sistema lo que podría afectar negativamente el aporte del flujo que fluye dentro del tubo. Por ejemplo, en un sistema de bombeo para propano líquido (LP), si el dispositivo de golpe de ariete provoca una caída de la presión demasiado grande en la dirección hacia delante, entonces simplemente el fluido podría detenerse.

El documento US 5 265 645 A se refiere a unas válvulas de alivio de las variaciones rápidas de líquido para proporcionar alivio a los incrementos de la presión de fluido asociados con condiciones de flujo inestables. La válvula de alivio de las variaciones rápidas comprende una sección de tubo con forma de "T" que define un cuerpo de la válvula que incorpora una aleta de admisión, una aleta de salida y una tercera aleta, sobre la cual están montados los componentes mecánicamente activos de la invención. La sección o cuerpo de la válvula en "T" incluye además una barrera que cruza el cuerpo de la válvula y separa la porción de admisión de la porción de salida de la válvula. El documento FR 366 945 A se refiere a un aparato convencional que impide el golpe de aire dentro de la distribución de agua. El documento US 2 864 403 A se refiere a unos sistemas de contención de líquido y a unos medios para eliminar las variaciones rápidas de la presión dentro de dichos sistemas. El documento US 4 585 400 A se refiere a un amortiguador de pulsación de la presión para su uso en conexión con el desplazamiento positivo de unas bombas de pistón en vaivén que comprende una vasija esférica de presión que incorpora unos orificios de entrada y salida opuestos a lo largo de una línea diametral de la esfera de la vasija y que incorpora un miembro tubular flexible genéricamente cilíndrico que forma parte de un cartucho sustituible dispuesto dentro de la cámara interior de la vasija de presión esférica. El documento EP 0 584 746 A1 se refiere a una válvula de reducción de la presión en la que la reducción de la presión estática se lleva a cabo produciendo un único chorro libre con la ayuda de la diferencia de presión que tiene que ser reducida, siendo a continuación sometido a chorro a la fuerza centrífuga de unas palas de deflexión alternadas, unos vórtices internos cada uno de los cuales rota en la dirección opuesta en cada pala, que proporcionan la mayoría de la reducción de presión, reduciendo estos vórtices aproximadamente en menor medida por la fricción de pared que por el intercambio continuo de los perfiles de seguridad de la película de fluido.

Sumario

Se describen formas de realización de un aparato. En una forma de realización, el aparato es un dispositivo de atenuación para atenuar el golpe de ariete según se define en la reivindicación 1. Una forma de realización del dispositivo de atenuación del golpe de ariete, incluye una entrada, una salida, una carcasa de expansión y un deflector. La entrada recibe fluido de una fuente. La salida hace pasar el fluido hasta un destino. La carcasa de expansión está dispuesta entre la entrada y la salida. La carcasa de expansión define una cámara de expansión interna con un volumen de expansión suficiente para contener una pluralidad de unidades de volumen del fluido. Cada unidad de volumen está definida por un volumen del flujo de fluido durante un periodo de tiempo. El deflector está dispuesto dentro de la cámara de expansión. El deflector 10 sustancialmente redirige un pulso de energía hacia atrás que entra en la cámara de expansión a través de la salida, alejándose de la entrada. También se describen unos procedimientos correspondientes.

Otros aspectos y ventajas de formas de realización de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada subsecuente, tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, ilustrados a modo de ejemplo de los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una forma de realización de un dispositivo de atenuación mostrado en el contexto de un sistema de tubos.

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de otra forma de realización de un dispositivo de atenuación mostrado dentro de un sistema de tubos.

La Fig. 3 muestra una vista en sección lateral del dispositivo de atenuación de la Fig. 2.

La Fig. 4 muestra una vista en sección desde arriba de la cámara de expansión y del deflector del dispositivo de atenuación de la Fig. 2.

La Fig. 5 muestra un diagrama de proceso de una forma de realización de un flujo directo de un fluido a través del dispositivo de atenuación de la Fig. 2.

La Fig. 6 muestra un diagrama de proceso de una forma de realización de un flujo hacia atrás 30 de un fluido a través del dispositivo de atenuación de la Fig. 2.

La Fig. 7 muestra una vista en sección lateral de un ejemplo de un dispositivo de atenuación con una carcasa de expansión alargad. Este ejemplo no está amparado por la invención.

A lo largo de la descripción, pueden ser utilizados similares números de referencia para identificar elementos similares.

Descripción detallada

Se comprenderá fácilmente que los componentes de las formas de realización 5, según se describen de forma global en la presente memoria y se ilustran en las figuras adjuntas podrían disponerse y diseñarse en una amplia variedad de configuraciones diferentes. Así, la descripción más detallada subsecuente de diversas formas de realización según se representan en las figuras, no pretende limitar el alcance de la presente divulgación, sino simplemente representar diversas formas de realización. Aunque los diversos aspectos de las 10 formas de realización son presentadas en los dibujos, no están necesariamente trazados a escala a menos que se indique concretamente lo contrario.

El alcance de la invención se indica mediante las reivindicaciones adjuntas y no mediante esta descripción detallada.

La referencia a lo largo de la presente memoria descriptiva a las características, ventajas o términos similares no implica que todas las características y ventajas que pueden ser realizadas con la presente invención deban o se incorporen en cualquier única forma de realización de la invención. Por el contrario, los términos referidos a las referidas ventajas, se entiende que significan que un elemento, ventaja o característica específica descrita en conexión con una forma de realización se incluye en al menos una forma de realización de la presente invención. Así, los análisis de las características y ventajas y términos similares, a lo largo de la presente memoria descriptiva, pueden, pero no de forma necesaria, referirse a la misma forma de realización.

Así mismo, los elementos, ventajas y características descritas de la invención pueden combinarse de manera combinada en una o varias formas de realización.

La referencia a lo largo de la presente memoria descriptiva a "una forma de realización" o términos similares significa que un elemento, estructura o característica particular descrita en conexión con la forma de realización indicada se incluye en al menos una forma de realización de la presente invención. Así, la frase "en una forma de realización", y términos similares a lo largo de la presente memoria descriptiva puede no referirse necesariamente a la misma forma de realización.

Formas de realización de la presente invención se han desarrollado en respuesta al presente estado de la técnica y, en particular, en respuesta a los problemas y necesidades de a técnica que no han todavía sido completamente resueltos por las estructuras y procedimientos actualmente disponibles. Por consiguiente, formas de realización de la invención se han desarrollado para proporcionar estructuras y procedimientos para superar los diversos inconvenientes de la técnica anterior. Las características y ventajas de diversas formas de realización de la invención se pondrán de manifiesto de forma acabada a partir de la descripción subsecuente y de las reivindicaciones adjuntas o pueden conocerse mediante la práctica de la invención según se define en las líneas que siguen de la presente memoria.

Aunque se describen en la presente memoria muchas formas de realización, al menos algunas formas de realización descritas se dirigen, en general, a atenuar la pulsación de fluido no deseada debido a detenciones repentinas del fluido en el flujo de fluido. En una forma de realización específica, una vasija está configurada para retener y redirigir una onda de pulsación provocada por un flujo de fluido hacia atrás dentro de un amortiguador, manteniendo sustancialmente al tiempo la presión operativa en el flujo de fluido directo.

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una forma de realización de un dispositivo 100 de atenuación dentro del contexto del sistema de tubos. El dispositivo 100 de atenuación ilustrado incluye unos componentes que proporcionan una funcionalidad determinada descrita en la presente memoria. Sin embargo, otras formas de realización del dispositivo 100 de atenuación pueden incluir más o menos componentes para obtener más o menos funcionalidad.

El dispositivo 100 de atenuación ilustrado incluye una entrada 102 y una salida 104. En una situación de flujo directo, la entrada 102 es donde entra el fluido en el dispositivo 100 de atenuación y la salida 104 es donde sale el fluido del dispositivo 100 de atenuación. El dispositivo 100 de atenuación incluye una carcasa 106 de expansión dispuesta entre la entrada 102 y la salida 104. En algunas formas de realización, la carcasa 106 de expansión se asienta sobre una base 108 que puede estar fijada a otra estructura (esto es un suelo o una pared). El dispositivo 100 de atenuación también incluye un amortiguador 110. El amortiguador 110 puede estar acoplado a la carcasa 106 de expansión por uno o más tirantes 112 estructurales. El amortiguador 110 ilustrado incluye unos típicos ajustadores 114 y 116. En algunas formas de realización, al menos uno de los ajustadores 114 y 116 es una válvula de sangrado para sangrar el gas procedente de una vesícula interna (véase la Fig. 6). En algunas formas de realización, al menos uno de los ajustadores de los ajustadores 114 y 116 es una válvula de carga para cargar gas dentro de la vesícula. El dispositivo 100 de atenuación también incluye un tapón 118 de drenaje.

En general, el dispositivo 100 de atenuación está acoplado dentro de una tubería para atenuar la energía del flujo hacia atrás, como por ejemplo del golpe de ariete. El dispositivo 100 de atenuación se muestra acoplado entre un tubo 120 de fuente y un tubo 122 de destino. El agua, u otro fluido, típicamente fluye desde el tubo 120 de fuente hasta el tubo 122 de destino.

En la forma de realización ilustrada, la carcasa 106 de expansión es una semiesfera (o una forma sustancialmente semiesférica) con un determinado diámetro. Algunos diámetros ejemplares incluyen, pero no se limitan a, hasta aproximadamente un diámetro de 40,6 cm, hasta aproximadamente un diámetro de 86,4 cm y hasta aproximadamente un diámetro de 129,5 cm.

Podrían ser utilizados diversos materiales para la carcasa 106 de expansión y otras 20 partes del dispositivo 100 de atenuación. Por ejemplo, la cámara de expansión podría estar fabricada a partir de un metal SA516. Debe apreciarse que diversos materiales podrían ser utilizados para ser soldados ligados o de cualquier otra forma fijados a los tubos 120 y 122 de fuente y destino. Por ejemplo, en una forma de realización, la carcasa 106 de expansión podría estar fabricada con fibra de vidrio de alta presión PVC. Así mismo, la carcasa 106 de expansión puede estar fabricada con cualquier número de partes constitutivas. Por ejemplo, la carcasa 106 podría estar fabricada con dos mitades (piezas no simétricas) y sujetas mecánicamente entre sí.

El grosor de pared mínimo y la presión de trabajo permisible máxima debida al esfuerzo circunferencial de la carcasa 106 de expansión y de otros componentes del dispositivo 100 de atenuación se puede determinar mediante fuerzas estándar. De modo similar, los datos y las fórmulas estándar pueden ser utilizadas para aletas y diámetros de tubos que puedan ser utilizados en combinación con formas de realización del dispositivo 100 de atenuación. Así mismo, las eficiencias de juntura pueden determinarse mediante técnicas radiográficas estándar.

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de otra forma de realización de un dispositivo 100 de atenuación mostrado dentro de un sistema de tubos. El dispositivo 100 de atenuación ilustrado de la Fig. 2 es similar en muchos aspectos al dispositivo 100 de atenuación de la Fig. 1, excepto que la entrada 102 y la salida 104 presentan un diámetro menor, para que se correspondan con los tubos 120 y 122 de fuente y destino más pequeños.

La Fig. 2 también ilustra un dispositivo 124 de flujo hacia atrás, representativo de cualquier dispositivo que pueda provocar un pulso de energía de flujo hacia atrás. Algunos ejemplos de dispositivos 124 típicos de flujo hacia atrás incluyen bombas y válvulas. Cuando una bomba se cierra o una válvula se cierra, esta acción puede provocar un flujo de energía de flujo hacia atrás que se desplace hacia atrás hasta el tubo 120 de fuente. Como se expuso anteriormente, la variación rápida o pulso de energía hacia atrás puede provocar vibraciones perjudiciales que pueden debilitar el sistema de tubos o incluso provocar que falle el sistema de tubos.

En general, el dispositivo 100 de atenuación está acoplado dentro del sistema de tubos en dirección relativamente próxima al dispositivo 124 de flujo hacia atrás con el fin de atenuar los efectos del pulso de energía de flujo hacia atrás. En algunas formas de realización, el dispositivo 100 de atenuación está dispuesto a una determinada distancia respecto del dispositivo 124 de flujo hacia atrás dentro del sistema de tubos y ello en aproximadamente varias veces el diámetro en sección transversal del tubo 122 de destino. Sin embargo, las distancias de instalación específicas pueden ser mayores que esta distancia típica, por ejemplo, en situaciones en las que la disposición de los tubos no se acomode a un emplazamiento de montaje adecuado para el dispositivo 100 de atenuación. En otras palabras, la distancia relativa entre el dispositivo 124 de flujo hacia atrás y el dispositivo 100 de atenuación puede variar dependiendo de las condiciones de instalación específicas de cada sistema de tubos.

La Fig. 3 muestra una vista 130 en sección lateral del dispositivo 100 de atenuación de la Fig. 2. Por razones de claridad y conveniencia algunas de las designaciones mostradas en las Figs. 1 y 2 no se repiten en la Fig. 3 o en otras figuras posteriores. El dispositivo 100 de atenuación incluye una cámara 132 de expansión definida dentro de

la carcasa 106 de expansión. Típicamente, las dimensiones en sección transversal de la cámara 132 de expansión son mayores que las dimensiones en sección transversal que la entrada 102 y la salida 104. En algunas formas de realización, la cámara 132 de expansión presenta un determinado porcentaje mayor que el diámetro del tubo al cual está fijada.

El amortiguador 110 fijado a la carcasa 106 de expansión también define una cámara 134 del amortiguador, la cámara 134 del amortiguador está en comunicación de fluido con la cámara 132 de expansión. Así, en algunas circunstancias, el fluido puede fluir entre la cámara 132 de expansión y la cámara 134 del amortiguador.

El dispositivo 100 de atenuación ilustrado incluye también al menos un deflector 136 dentro de la cámara 132 de expansión. En general, el deflector 136 redirige al menos parte de la energía de flujo hacia atrás resultante del episodio de flujo hacia atrás dentro de la cámara 134 del amortiguador. El tipo específico de deflector 136 se muestra en las Figs. 3 y 4, pero otras formas de realización pueden utilizar otras configuraciones físicas de uno o más deflectores 136 para traducirse en la deflexión de un pulso de energía hacia atrás (o de una porción del mismo) hacia la cámara 134 del amortiguador.

En la forma de realización ilustrada, el deflector 136 presenta una superficie convexa que sustancialmente encara la entrada 102 del dispositivo 100 de atenuación. Una correspondiente superficie cóncava del deflector sustancialmente encara la salida 104 del dispositivo 100 de atenuación. La superficie cóncava al menos parcialmente define un volumen 138 cóncavo del deflector 136. En algunas formas de realización, las 20 formas y superficies del deflector 136 facilitan el flujo directo y el flujo hacia atrás redirigido dentro del dispositivo 100 de atenuación.

El tubo de la salida 104 se extiende por dentro del volumen 138 cóncavo del deflector 136. Esta configuración asegura que un pulso de energía de flujo hacia atrás sea sustancialmente controlado por el deflector 136 y contenido dentro del dispositivo 100 de mitigación, sin transferir hacia atrás, a través de la entrada 102 hasta el interior del tubo 120 de fuente.

Así mismo, en la forma de realización ilustrada, el deflector 136 está montado dentro de la cámara 132 de expansión utilizando un o más tirantes 140 estructurales o soportes. Un punto o sección 142 del deflector 136 también puede estar soldado o de cualquier otra forma fijado estructuralmente a la superficie interna de la carcasa 106 de expansión. La cantidad y el tipo de soporte estructural que se disponga para el deflector 136 puede depender de la cantidad y el tipo de la energía de flujo hacia atrás proyectada para que se produzca dentro del dispositivo 100d de atenuación.

La Fig. 4 muestra una vista en sección desde arriba de la cámara 132 de expansión y del deflector 136 del dispositivo 100 de atenuación de la Fig. 2. En particular, se muestra la abertura del volumen 138 cóncavo del deflector 136.

Puede haber una relación en cuanto a volumen y / o área del tubo 120 de fuente (o del tubo 122 de destino), con respecto al volumen y / o área de la cámara 132 de expansión. El volumen de un tubo puede derivarse del caudal del tubo tomando el volumen de fluido que fluye a través de una sección transversal del tubo durante una unidad de tiempo (esto es, un segundo). En una forma de realización, el volumen de la cámara 132 de expansión oscila entre aproximadamente 2 y aproximadamente 6 veces el volumen del tubo 120 de fuente (o del tubo 122 de destino). En otra forma de realización el volumen de la cámara 132 de expansión oscila entre aproximadamente de 3,5 a aproximadamente 4,5 veces el volumen del tubo. En otra forma de realización, el valor de la cámara 132 de expansión es de aproximadamente 4 veces el volumen del tubo. Otras formas de realización pueden realizar otros volúmenes de la cámara 132 de expansión.

En un ejemplo específico, si el caudal del tubo concreto es de 454 litros por minuto, ese valor puede convertirse en su equivalente en decímetros cúbicos por segundo de fluido o de material que se desplaza a través del tubo. En este ejemplo el caudal es de aproximadamente 7,6 decímetros cúbicos por segundo. Multiplicando este número por 4 equivale a 10,3 decímetros cúbicos. Así, utilizando la fórmula para el volumen de una esfera $(4/3)\ \pi r^3$, se puede determinar el correspondiente diámetro de la cámara 132 de expansión, que, en este caso, sería de aproximadamente 38,66 cm. En una forma de realización, se determina el caudal de un tubo y, a continuación, se utiliza una carcasa 106 de expansión semiesférica comercialmente disponible con un volumen de aproximadamente de 2 a 6 veces o, más concretamente, cuatro veces (derivado del caudal). En otra forma de realización, el diámetro cúbico de semiesferas comercialmente disponible se determina junto con los flujos de una pluralidad de conducciones en decímetros cúbicos y ambos se sitúan en una tabla para su fácil comparación para determinar si la relación del volumen de la cámara de expansión y del volumen del caudal se sitúa dentro de un margen aceptable.

La realización de la cámara 136 de expansión con un volumen mayor que el volumen del caudal del tubo 120 de fuente que conduce al interior del dispositivo 100 de atenuación la cámara 136 de expansión ofrece muy escasa restricción en la operación del sistema de tubos global. En particular, el dispositivo 100 de atenuación sigue permitiendo que el fluido se expanda por dentro de la cámara 132 de expansión. Por tanto, hay una perturbación relativamente escasa o mínima de fluido en el flujo directo porque la cámara 132 de expansión podría contener múltiples veces (por ejemplo, aproximadamente 4 veces) tanto fluido como el tubo 120 de fuente que conduce al

interior de la cámara 120 de expansión. La cámara 132 de expansión está también dimensionada para reducir la caída de la presión debida a la instalación del dispositivo 100 de atenuación. En otras palabras, la cámara 132 de expansión puede estar dimensionada y conformada para evitar una caída de la presión operativa del fluido a medida que atraviesa el dispositivo 100 de atenuación. Si el dispositivo 100 de atenuación se dispusiera para introducir una caída de la presión del fluido, entonces podría ser necesario incrementar un tamaño de la bomba para contrarrestar la caída de la presión, para que la presión resultante del fluido distribuida por el sistema no se modificara. Por ejemplo, si el dispositivo 100 de atenuación tuviera que provocar una caída sustancial de la presión, entonces la adición del dispositivo 100 de atenuación a un sistema existente requeriría probablemente que se instalara también una bomba nueva, de mayor tamaño, lo que podría incrementar el coste relacionado con la instalación del dispositivo 100 de atenuación. Manteniendo una caída de la presión relativamente baja, dentro de un margen aceptable, la adición del dispositivo 100 de atenuación en un sistema existente no requeriría una bomba de mayor tamaño u otro equipamiento para que fuera instalado o se produjera el correspondiente gasto.

Aunque algunas formas de realización descritas en la presente memoria utilizan una cámara 132 de expansión no necesita tener forma esférica. En algunas formas de realización, por ejemplo, la cámara 132 de expansión es alargada. En otras formas de realización, la cámara 132 de expansión es elipsoidal. En otras formas de realización, la cámara 132 de expansión es esferoide. En otras formas de realización, la cámara 132 de expansión puede tener otra forma o una combinación de formas complejas. La cámara 132 de expansión puede tener una entre muchas formas diferentes para adaptarse a diversos criterios como por ejemplo limitaciones de espacio, materiales de construcción o propiedades de los fluidos.

En una forma de realización el área en sección transversal media de la cámara 132 de expansión está configurada para abarcar aproximadamente el doble del área (nr2) de la abertura del tubo 120 de fuente que alimenta la cámara 132 de expansión. Por ejemplo, si el diámetro interior del tubo 1210 de fuente que alimenta la cámara 132 de expansión es de 4,93 cm de diámetro, entonces el área de la abertura del tubo 120 de fuente es de aproximadamente 19,71 centímetros cuadrados. Así, el área interior del área en sección transversal media de la cámara 132 de expansión puede ser de aproximadamente 138,13 centímetros cuadrados. En otras formas de realización, el área en sección transversal media de la cámara 132 de expansión puede ser más del doble del área en sección transversal del tubo 120 de fuente (o del tubo 122 de destino).

Como se indicó anteriormente, el deflector 136 está configurado para captar la variación rápida o pulso de energía hacia atrás dentro de la cámara 132 de expansión. Se permite que el fluido que fluye de retorno hasta el interior de la cámara 132 de expansión se expanda y presurice, hasta un determinado punto, y la fuerza ascendente de la presión hacia el interior de la cámara 134 del amortiguador, permitiendo la amortiguación del pulso. De esta manera, el pulso de energía hacia atrás queda sustancialmente capturado y no se permite que se propague más todavía de retorno corriente arriba (esto es, dentro del tubo 120 de fuente) donde puede provocar daños o fatiga.

El deflector 136 puede estar fijado de muchas maneras dentro de la carcasa 106 de expansión. En una forma de realización, el deflector 136 está soldado a una superficie interior de la carcasa 106 de expansión. El deflector 136 puede estar también ligado química o electromecánicamente a la superficie interior de la carcasa 106 de expansión. En algunas realizaciones, en las que la carcasa 106 de expansión es moldeable, el deflector 136 puede estar formado o moldeado como una pieza integral con la carcasa 106 de expansión.

El deflector 136 puede ser sustancialmente planar o presentar una superficie curvada continua o irregular. En otras formas de realización, el deflector 136 puede ser angular. En una forma de realización, el deflector 136 es sustancialmente semiesférico. La semiesfera es cóncava respecto del flujo de fluido por dentro de la cámara 132 de expansión desde la salida 104 (también designada como entrada del flujo hacia atrás en algunos casos) y convexa con respecto al flujo del fluido dentro de la cámara 132 de expansión desde la entrada 102 (también designada como entrada del flujo directoI).

En esta configuración, el fluido o energía que entra en la cámara 132 de expansión a través de la salida 104 (esto es, el fluido o la energía que se desplaza de retorno corriente arriba debido a una detención o interrupción del flujo de fluido corriente abajo) es sustancialmente redirigido por el deflector 136 al interior de la cámara 134. Sin embargo, el flujo de fluido que entra en la cámara 132 de expansión a través de la entrada de flujo directo, durante el flujo de fluido operacional regular, es afectado de manera relativamente escasa o mínimamente.

En la dirección del flujo directo, el deflector 136 presenta una superficie convexa o mínima para que el fluido en esa dirección corriente abajo simplemente fluya alrededor del deflector 136. Se debe apreciar que esto reduce la deformación de la bomba, y con ello reduce los costes. En un ejemplo, el fluido es una presión operativa de 1,055 MPa dentro del tubo 120 de fuente, y hay solo aproximadamente una caída de presión de 0,010 MPa que atraviese el deflector 136 a través de la cámara 132 de expansión. Esto supone aproximadamente un cambio de un 1% de la presión debido a la presencia del dispositivo 100 de atenuación. En otras formas de realización, el dispositivo 100 de atenuación puede suponer un cambio de la presión mayor o menor, o posiblemente incluso un cambio imperceptible de la presión. En algunas formas de realización, el dispositivo 100 de atenuación puede introducir una caída de la presión de aproximadamente entre un 3 o un 4%. Para la mayoría de los sistemas convencionales de tubos, una caída de la presión de 3 - 4 % (o hasta de aproximadamente un 4 - 5%) es aceptable porque esa cantidad de caída de la presión no requeriría un cambio en el tamaño de la bomba o solo requeriría un pequeño cambio en el tamaño

de la bomba. Esta cantidad relativamente pequeña de la caída de la presión de un 3 - 4% es mucho más aceptable que los dispositivos de atenuación en línea convencionales que típicamente provocan una caída de la presión de 18 - 25% o más.

El deflector 136 puede estar situado en un ángulo relativo con la salida 104 de la cámara 132 de expansión. En una forma de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la salida 104 oscila entre aproximadamente 15 y 75 grados. En otras formas de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la salida 104 oscila entre aproximadamente 30 y 60 grados. En una forma de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la salida es de aproximadamente 45 grados. Cuando el deflector 136 es una semiesfera, la abertura circular del deflector define un plano con un ángulo de aproximadamente 45 grados desde la dirección del flujo de la salida 104.

El deflector 136 puede también estar situado en un ángulo con respecto a la abertura de la cámara 134 del amortiguador. En una forma de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la abertura de la cámara 134 del amortiguador oscila entre aproximadamente 15 y 175 grados. En otras formas de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la abertura de la cámara 134 del amortiguador oscila entre aproximadamente 30 y 120 grados. En otra forma de realización, el ángulo del deflector 136 con respecto a la abertura de la cámara 134 del amortiguador oscila entre aproximadamente 45 grados y aproximadamente 90 grados. En otras formas de realización, el deflector 136 puede estar situado dentro de la cámara 132 de expansión en cualquier tipo de configuraciones para redirigir de manera eficiente y / o de forma óptima el fluido o la energía de flujo hacia atrás desde la salida 104 hasta la abertura de la cámara 134 del amortiguador.

En algunas formas de realización, la posición del deflector 136 dentro de la cámara 132 de expansión crea de forma óptima la cantidad precisa de turbulencia de fluido o energía de retorno al interior de la cámara 132 de expansión a través de la salida 104 tratando de mantener una rotación del fluido o energía del flujo de salida en un movimiento ascendente, de manera que, la mayoría de la energía del fluido sea forzada hacia arriba. Si hay demasiada turbulencia, entonces el fluido y la energía de fluido está menos controlada e intenta encontrar su propia vía y puede no encontrar su vía hacia arriba hasta el interior de la cámara 134 del amortiguador. Si hay demasiada poca turbulencia, entonces el fluido y la energía del fluido puede únicamente fluir alrededor del deflector 136.

En algunas formas de realización, el dispositivo 100 de atenuación también incluye un extensor de salida, que es una tubería o tubo que se extiende desde la salida 104 hasta el interior del volumen 138 cóncavo del deflector 136. En esta forma de realización, el extensor dirige el pulso de energía de flujo hacia atrás directamente al interior del deflector 136 para una operación y alineación más eficiente. En algunas formas de realización, sin el extensor, el pulso de energía de flujo hacia atrás podría entrar en la cámara 132 de expansión en el borde donde el pulso de energía de flujo hacia atrás sería habilitado para su dispersión hasta un grado antes de tropezar con el deflector 136.

Formas de realización del deflector 136 están diseñadas para producir un efecto relativamente escaso o mínimo sobre el caudal del fluido. Por ejemplo, si el fluido está fluyendo a través de un tubo de 5,08 cm y entra en la cámara 132 de expansión con un caudal directo de aproximadamente 454 litros por minuto, entonces la posición y la configuración del deflector 136 dentro de la cámara puede ser tal que el fluido que abandona la cámara 132 de expansión también esté fluyendo a sustancialmente 454 litros por minuto. Así, determinadas geometrías y configuraciones de la cámara 132 de expansión y del deflector 136 pueden influir o modificar el caudal en comparación con un sistema de tubos similar que excluya el dispositivo 100 de atenuación. Si se define un flujo constante para caracterizar el caudal a través del sistema de tubos, la inclusión o exclusión del dispositivo 100 de atenuación del sistema de tubos puede responder a una diferencia en el valor del caudal. En algunas formas de realización, que incluyan el dispositivo 100 de atenuación del sistema de tubos solo reduce el valor del caudal en un 5% o menos. En otra forma de realización, el dispositivo 100 de atenuación solo reduce el valor del caudal del sistema de tubos de al menos aproximadamente un 2%. Otras formas de realización pueden traducirse en unos cambios del caudal más elevados cuando el dispositivo 100 de atenuación se añada al sistema de tubos.

La Fig. 5 muestra un diagrama 160 de proceso de una forma de realización de un flujo directo de un fluido a través del dispositivo 100 de atenuación de la Fig. 2. El flujo directo del fluido a través del dispositivo 100 de atenuación se muestra mediante una flecha en línea de puntos. A medida que el fluido fluye a través de la entrada 102 hasta el interior de la cámara 132 de expansión, el fluido fluye alrededor del deflector 136 aunque solo se muestra una sola flecha que puentea la parte superior del deflector 136, el fluido puede fluir alrededor de varios bordes del deflector 136, dependiendo de dónde y cómo el deflector 136 pudiera quedar fijado a la carcasa 106 de expansión. Una vez sobre el otro lado del deflector 136, parte del fluido (u otro fluido ya dispuesto dentro de la cámara 132 de expansión) sale de la cámara 132 de expansión a través de la salida 104.

La Fig. 6 muestra un diagrama 170 de proceso de una forma de realización del flujo hacia atrás de un fluido a través del dispositivo 100 de atenuación de la Fig. 2. Por razones de conveniencia, la descripción del flujo hacia atrás (o del flujo de fluido hacia atrás) puede referirse al flujo de fluido real o a la propagación de energía a través del fluido, o a ambos. El flujo hacia atrás del fluido a través del dispositivo 100 de atenuación se muestra mediante la flecha en línea de puntos. En respuesta al episodio de flujo de fluido corriente abajo del dispositivo 100 de atenuación, el fluido fluye de retorno hasta el interior de la cámara 132 de expansión a través de la salida 104. En vez de fluir alrededor del deflector 136 y corriente arriba hacia el tubo 120 de fuente (véase la Fig. 2) conectado a la entrada 102, el deflector 136 redirige el fluido o el pulso de energía hacia la cámara 134 del amortiguador. Aunque solo se muestra

una única flecha que se desvía hacia arriba hasta el interior de la cámara 134 del amortiguador, el fluido o el pulso de energía puede fluir en cualquier vía hacia la cámara 134 del amortiguador. Así mismo, aunque parte del fluido o del pulso de energía puede fluir alrededor de varios bordes del deflector 136, una porción considerable del flujo hacia atrás es desviada hacia la cámara 134 del amortiguador.

El amortiguador 110 ilustrado incluye un material 172 del amortiguador. El material 172 del amortiguador puede incluir un medio comprimible. El deflector 136 dentro de la cámara 132 de expansión dirige la sobrepresión o la variación rápida hasta el interior de la cámara 134 del amortiguador, permitiendo que el medio comprimible sea comprimido. Así, el amortiguador 110 sirve para amortiguar el pulso hacia atrás o la sobrepresión provocada por la detención repentina del flujo. El medio comprimible absorbe al menos parte de la energía de la variación rápida hacia atrás para atenuar el daño debido al golpe de ariete. En una forma de realización, el medio comprimible es gas. El gas podría ser aire, hidrógeno, oxígeno, helio o un gas similar, o una combinación de gases. En una forma de realización, el material 172 del amortiguador es una vesícula cargada de gas en la que el gas sustancialmente consiste en hidrógeno. En otras formas de realización pueden ser utilizados diversos gases o combinaciones de gases en base a su compresibilidad, estabilidad, inercia, etc.

En otra forma de realización, el material 172 del amortiguador es un gel o un sólido. En otra forma de realización, el material 172 del amortiguador puede ser una suspensión de sólidos. En una forma de realización, el medio comprimible es espuma. La espuma puede presentar un gas incorporado dentro de ella para que se comprima hasta un punto determinado. El material 172 del amortiguador también puede ser un sólido con un gas atrapado dentro de él. Podría utilizarse otro material comprimible para absorber la energía de la sobrepresión dentro del amortiguador 110. Por ejemplo, en una forma de realización, un dispositivo mecánico, por ejemplo un resorte almacena la energía para una posterior liberación de una forma que no provoque daños al sistema.

En una forma de realización, el volumen de la cámara 134 del amortiguador está determinado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V = [ConstanteA \times F \times Pmax \times ((ConstanteB \times L) - T)] / (Pmax - P)$$

En la que:

La ConstanteA es un valor, de modo preferente, entre aproximadamente 0,1 - 2,0 (por ejemplo aproximadamente 0,924).

La ConstanteB es un valor entre aproximadamente 0,001 - 0,01 (por ejemplo, aproximadamente 0,005).

F es el volumen del caudal a través del tubo de fuente o de destino.

Pmax es la sobrepresión existente (esto es, la presión máxima nueva del fluido en el tubo debido al impulso de retorno o al golpe de ariete).

P es la presión operativa normal del fluido en el tubo de fuente.

L es la distancia desde la fuente hasta la detención del flujo de retorno al dispositivo.

T es el tiempo que invierte el flujo para detenerse.

En un ejemplo, los siguientes parámetros pueden describir las condiciones operativas del sistema de tubos:

ConstanteA = 0,924 (pulgadas cúbicas por minuto por galones por segundo)

ConstanteB = 0,005 (segundos/pie)

F = 178,5 litros por minuto

Pmax = 0,21 MPa

P = 0,14 MPa

L = 61 metros

T = 0,25 (segundos)

Para estos parámetros, el volumen de la cámara del amortiguador se calcula en aproximadamente 3,407 diámetros cúbicos.

En algunas formas de realización, el amortiguador 110 presenta un perfil relativamente bajo para acomodar la colocación del dispositivo 100 de atenuación en diversos lugares. En otras formas de realización, varios

amortiguadores 110 diferentes son fijados a una carcasa 106 de expansión. El grosor potencial del amortiguador 110 y el cizallamiento de rosca para las tapas roscadas sobre el amortiguador 110 se peude determinar mediante fórmulas estándar.

La Fig. 7 muestra una vista 180 en sección lateral de un ejemplo de un dispositivo 100 de atenuación con una carcasa 106 de expansión alargada. El dispositivo 100 de atenuación ilustrado incluye múltiples deflectores 136 que están situados en diversos puntos dentro de la cámara 132 de expansión. Algunos de los deflectores 132 (por ejemplo los deflectores angulares de la Fig. 7) están fijados en serie a las superficies internas de la carcasa 106 de expansión. Otras deflexiones 132 (por ejemplo, los deflectores elípticos de la Fig. 7) abarcan de uno a otro lado de la anchura de la carcasa 106 de expansión y se fijan a las superficies internas opuestas de la carcasa 106 de expansión. El número y el tipo de deflectores 106 que podría disponerse en una particular forma de realización no está limitada a los tipos y cantidades ilustradas.

Desarrollando configuraciones exclusivas del dispositivo 100 de atenuación, formas de realización de la cámara 132 de expansión aíslan la variación rápida de la energía de flujo hacia atrás y / o impiden que la variación rápida de energía de flujo hacia atrás fluya hacia atrás corriente arriba para provocar daños debidos al golpe de ariete. En vez de ello, la cámara 132 de expansión contiene la variación rápida de energía de flujo hacia atrás y, en algunos casos, redirigir la variación rápida de energía de flujo hacia atrás hacia la cámara 134 del amortiguador en la que la variación rápida es absorbida y reducida. Formas de realización del dispositivo 100 de atenuación atenúan la sobrepresión debida al flujo hacia atrás hasta aproximadamente un 85%. En consecuencia, solo aproximadamente un 15% de la onda de pulso debida a la detención repentina del flujo se propaga corriente arriba más allá del dispositivo 100 de atenuación. Otras formas de realización proporcionan más o menos atenuación dependiendo del diseño y de la especificación de rendimiento para cada sistema de tubos.

Una forma de realización de un procedimiento para realizar un dispositivo 100 de atenuación, según se describe en la presente memoria, incluye la determinación del tamaño del tubo en el que tiene que estar situado el dispositivo. La relación del volumen de la cámara 132 de expansión con el volumen del caudal del tubo se determina entonces. En una forma de realización, esta relación oscila entre aproximadamente 2 y 6. En otra forma de realización, la relación oscila entre aproximadamente 3,5 y 4,5. En otra forma de realización adicional, la relación es de aproximadamente 4. El deflector 136 puede entonces quedar fijado dentro de la cámara 132 de expansión en un ángulo apropiado. La entrada, la salida, el extensor de salida (opcional), y el amortiguador (opcional) están combinados con la cámara de expansión. Así mismo, el grosor de pared, el tubo, la aleta, y las dimensiones y tolerancias de la rosca pueden ser comprobadas, y las presiones operativas y las caídas de presión se pueden determinar. En base a estos resultados pueden llevarse a cabo ajustes.

Una ventaja de determinadas formas de realización del dispositivo 100 de atenuación es que el dispositivo 100 de atenuación captura el pulso o la variación rápida de energía de flujo hacia atrás en un determinado punto y atenúa los efectos de la sobrepresión antes de que se propague corriente arriba a través del sistema de tubos. Así mismo, en contraste con algunos dispositivos de atenuación convencionales, formas de realización del dispositivo 100 de atenuación descritos en la presente memoria reducen de manera significativa o minimizan la caída de la presión en la dirección directa. Muchos fluidos de los tubos requieren una presión constante dentro de un margen determinado para impedir que el fluido cambie estados físicos. Otra ventaja de algunas formas de realización del dispositivo 100 de atenuación es que la adición del dispositivo 100 de atenuación al sistema de tubos ofrece un efecto relativamente escaso o mínimo sobre la presión operativa regular del sistema de tubos. Así mismo, formas de realización del dispositivo 100 de atenuación reducen o minimizan todo cambio físico en el fluido que está siendo bombeado. Así mismo, formas de realización del dispositivo 100 de atenuación no requieren un incremento sustancial en el trabajo requerido para bombear el fluido a través del sistema de tubos del dispositivo. Como resultado de ello, el coste o la energía para desplazar la misma cantidad de producto a través del tubo no se incrementa.

En la descripción anterior, se han ofrecido detalles específicos de diversas formas de realización. Sin embargo, algunas formas de realización pueden llevarse a la práctica con menos que todos estos detalles específicos. En otros casos, determinados métodos, procedimientos, componentes, estructuras y / o funciones son descritos con mayor no detalle del necesario para hacer posible las diversas formas de realización de la invención, en aras de la brevedad y claridad.

Aunque las operaciones del (de los) procedimiento(s) de la presente memoria se muestran y describen en un concreto orden, el orden de las operaciones de cada procedimiento puede ser alterado para que determinadas operaciones puedan llevarse a cabo en un orden inverso o de manera que determinadas operaciones puedan llevarse a cabo, al menos en parte, de manera concurrente con otras operaciones. En otra forma de realización, pueden realizarse instrucciones o suboperaciones de operaciones diferenciadas de una manera intermitente y / o alternada.

REIVINDICACIONES

1.- Un dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete, que comprende:

una entrada (102) para recibir fluido de una fuente;

una salida (104) para hacer pasar el fluido hacia un destino;

una carcasa (106) de expansión dispuesta entre la entrada (102) y la salida (104), en el que la carcasa (106) de expansión define una cámara (132) de expansión interna con un volumen de expansión suficiente para contener una pluralidad de unidades de volumen del fluido, en el que cada unidad de volumen está definida por un volumen de flujo de fluido durante un periodo de tiempo, de manera que las dimensiones en sección transversal de la cámara (132) de expansión sean mayores que las dimensiones en sección transversal de la entrada (102) y de la salida (104) y la cámara (132) de expansión pueda contener un mayor volumen de fluido que la entrada (102) y la salida (104); y

un deflector (136) dentro de la cámara (132) de expansión, en el que el deflector (136) está configurado para sustancialmente redirigir un pulso de energía hacia atrás, que entra en la cámara (132) de expansión a través de la salida (104) alejándose de la entrada (102), **caracterizado porque** el deflector (136) comprende una superficie cóncava para definir un volumen (138) cóncavo, en el que el volumen (138) cóncavo se abre sustancialmente a la salida (104), en el que un extremo de la salida (104) se extiende por el interior del volumen (138) cóncavo del deflector (136).

2.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, que comprende además un amortiguador (110) acoplado a la cámara (132) de expansión, en el que el deflector (136) está además configurado para redirigir el pulso de energía hacia atrás en dirección al amortiguador (110) para absorber al menos una porción del pulso de energía hacia atrás.

3.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 2, en el que un extremo proximal del amortiguador (110) está acoplado a la cámara (132) de expansión, y un extremo distal del amortiguador (110) está más alejado de la cámara (132) de expansión.

4.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 3, en el que el amortiguador (110) comprende un medio comprimible dispuesto en aproximadamente el extremo distal del amortiguador (110), en el que el medio comprimible está configurado para comprimirse en respuesta al pulso de energía hacia atrás.

5.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 4, en el que el medio comprimible comprime un gas encerrado dentro de una vesícula, en el que el gas comprende nitrógeno.

6.- El dispositivo (100) de atenuación del de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que el deflector (136) está también configurado para difundir dentro de la cámara (132) de expansión un flujo de fluido directo del fluido desde entrada (102) hasta la salida (104).

7.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 6, en el que el deflector (136) comprende una superficie convexa, en el que la superficie convexa está sustancialmente enfrentada a la entrada (102).

8.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que el volumen (138) cóncavo también se abre, al menos parcialmente, al amortiguador (110) acoplado a la cámara (132) de expansión.

9.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que el deflector (136) tiene una forma sustancialmente cuadrada.

10.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que el deflector (136) es semiesférico.

11.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, con un fluido que fluye a través del mismo, en el que el volumen de expansión de la cámara (132) de expansión es suficiente para contener aproximadamente de 2 a 6 unidades de volumen y, de modo preferente, aproximadamente de 3,5 a 4,5 unidades de volumen del fluido, en el que cada unidad de volumen se define también como el volumen del flujo de fluido a través de la entrada (102) durante un segundo de tiempo.

12.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, con un fluido que fluye a través del mismo, en el que el volumen de expansión de la cámara (132) de expansión contiene aproximadamente 4,0 unidades de volumen de fluido, en el que cada unidad de volumen se define también como el volumen del flujo de fluido a través de la entrada (102) durante un segundo de tiempo.

13.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que un área en sección transversal media de la cámara (132) de expansión es al menos dos veces un área en sección transversal de la entrada (102).

14.- El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que la cámara (132) de expansión es sustancialmente esférica.

15. El dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete de la reivindicación 1, en el que la cámara (132) de expansión es sustancialmente alargada.

16.- Un procedimiento de instalación de un dispositivo (100) de atenuación de un golpe de ariete, comprendiendo el procedimiento:

el acoplamiento de una entrada (102) del dispositivo (100) de atenuación a un tubo (120) de fuente para recibir un fluido de una fuente; y

el acoplamiento de una salida (104) del dispositivo (100) de atenuación a un tubo (122) de destino para hacer pasar el fluido hasta un destino;

en el que el dispositivo (100) comprende:

una carcasa (106) de expansión dispuesta entre la entrada (102) y la salida (104), en el que la carcasa (106) de expansión define una cámara (132) de expansión interna con un volumen de expansión suficiente para contener una pluralidad de unidades de volumen del fluido, en el que cada unidad de volumen se define por un volumen del flujo de fluido durante un periodo de tiempo, de manera que las dimensiones en sección transversal de la cámara (132) de expansión sean mayores que las dimensiones en sección transversal de la entrada (102) y de la salida (104) y la cámara (132) de expansión pueda contener un volumen mayor de fluido que la entrada (102) y que la salida (104); y

un deflector (136) dentro de la cámara (132) de expansión, en el que el deflector (136) está configurado para sustancialmente redirigir un impulso de energía hacia atrás que entra en la cámara de expansión a través de la salida (104), alejándose de la entrada (102), **caracterizado porque** el deflector (136) comprende una superficie cóncava para definir un volumen (138) cóncavo,

en el que el volumen (138) cóncavo se abre sustancialmente a la salida (104),

en el que un extremo de la salida (104) se extiende por el interior del volumen (138) cóncavo del deflector (136).

17.- El procedimiento de la reivindicación 16, en el que el acoplamiento de la salida (104) del dispositivo (100) de atenuación con el tubo (122) de destino comprende además el acoplamiento de la salida (104) a una distancia predeterminada de un dispositivo (124) de flujo hacia atrás que, tras la detención del flujo de fluido, provoca el pulso de energía hacia atrás.

18.- El procedimiento de la reivindicación 16, en el que la distancia predeterminada es aproximadamente treinta veces una dimensión en sección transversal del tubo (122) de destino.

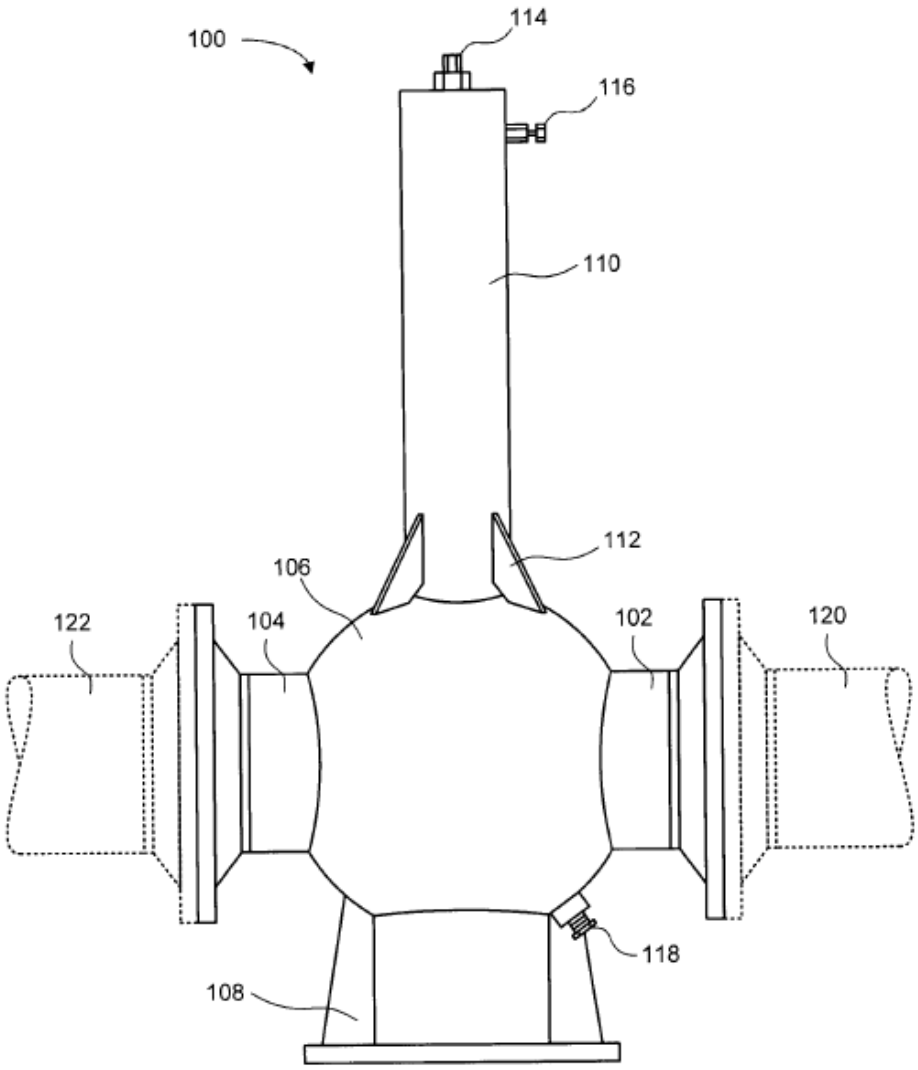

FIG. 1

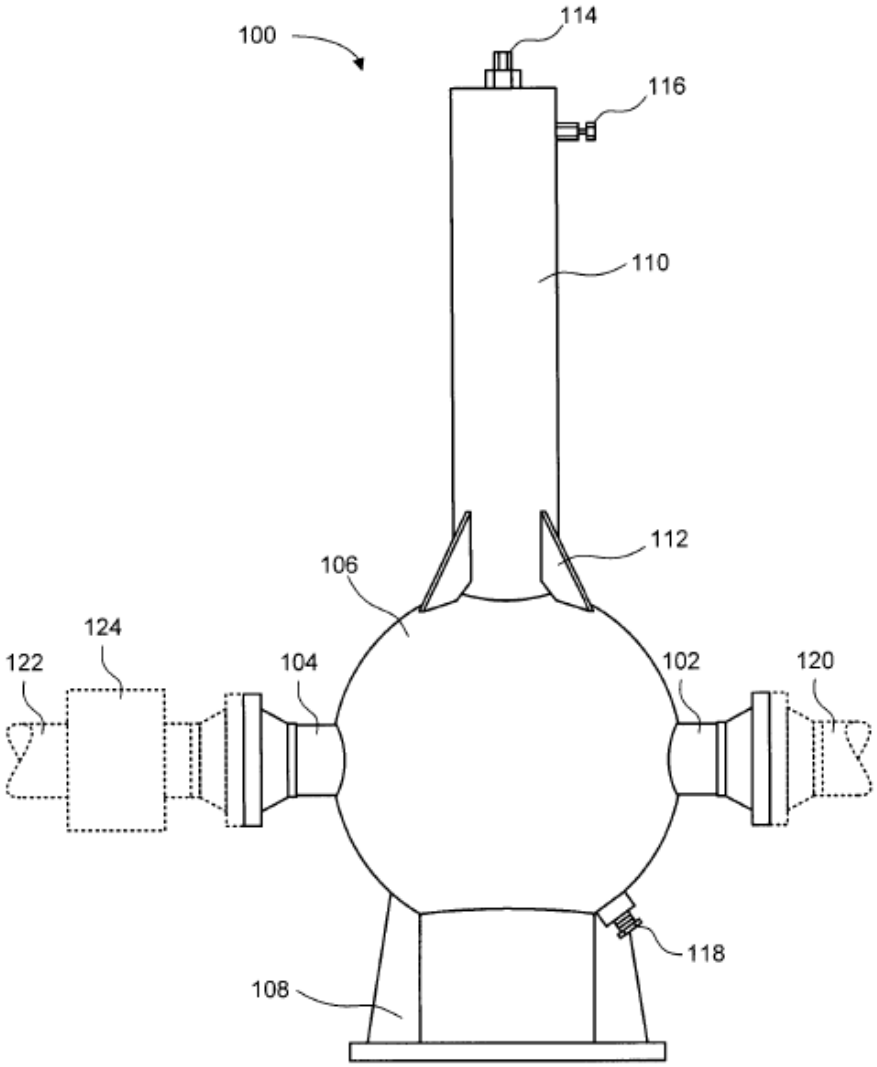

FIG. 2

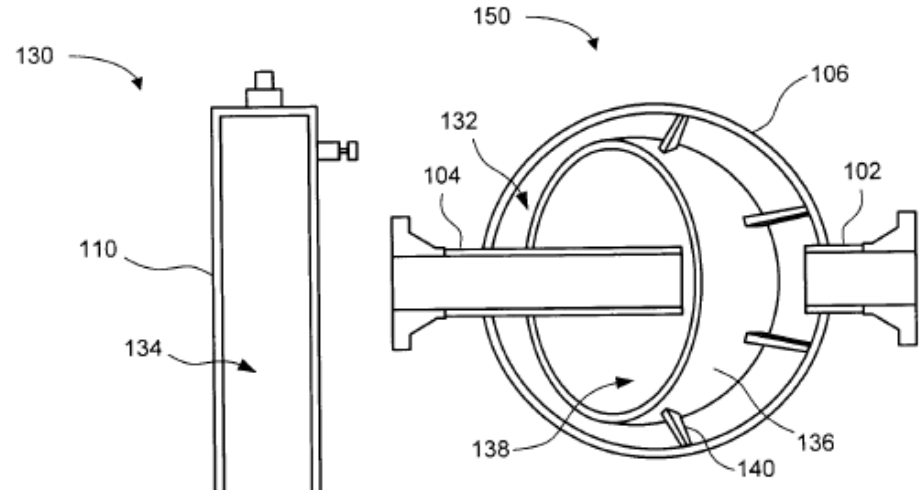
150
106
132
104
102
138
136
140

FIG. 4

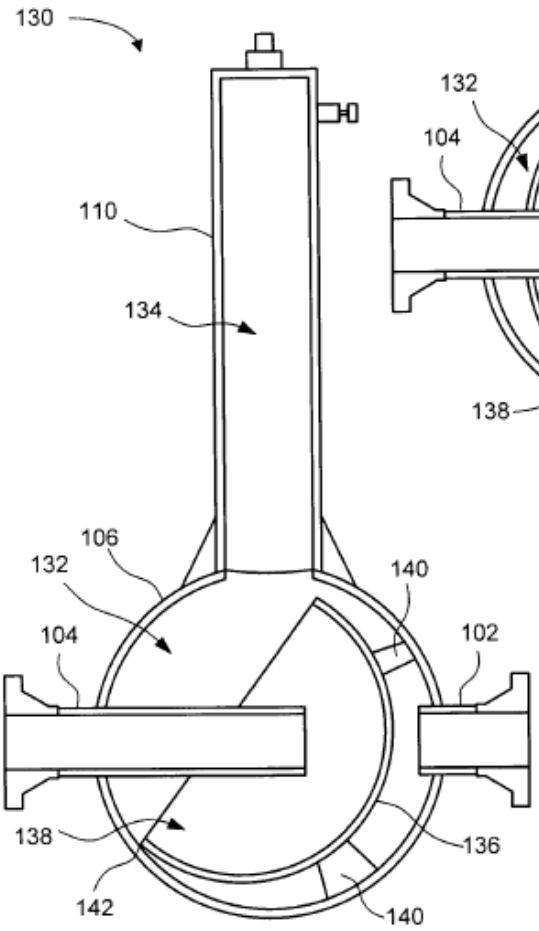
130
110
134
106
132
140
104
102
138
136
142
140

FIG. 3

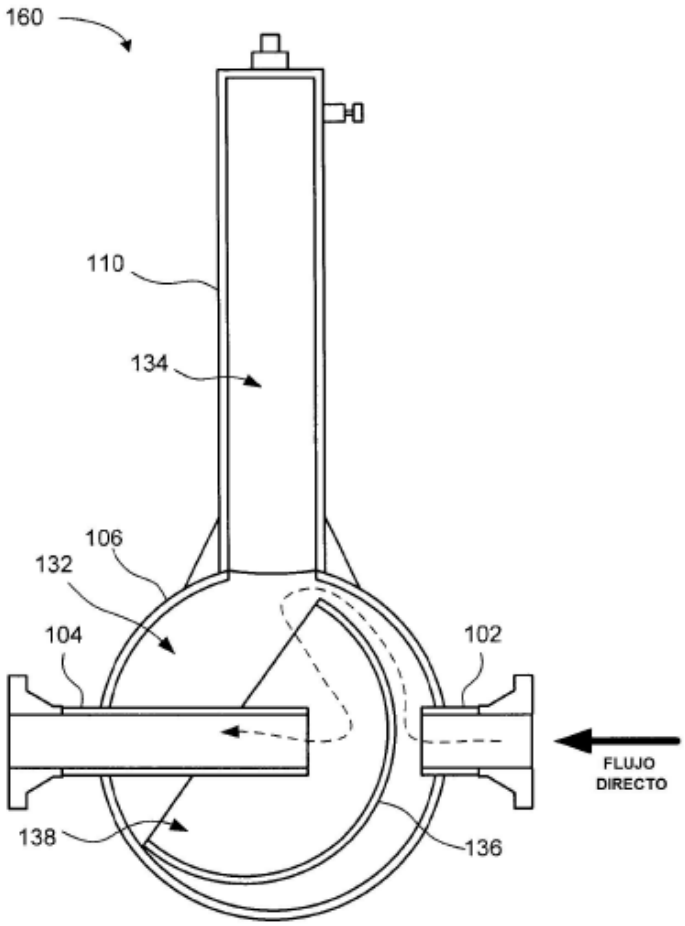

FIG. 5

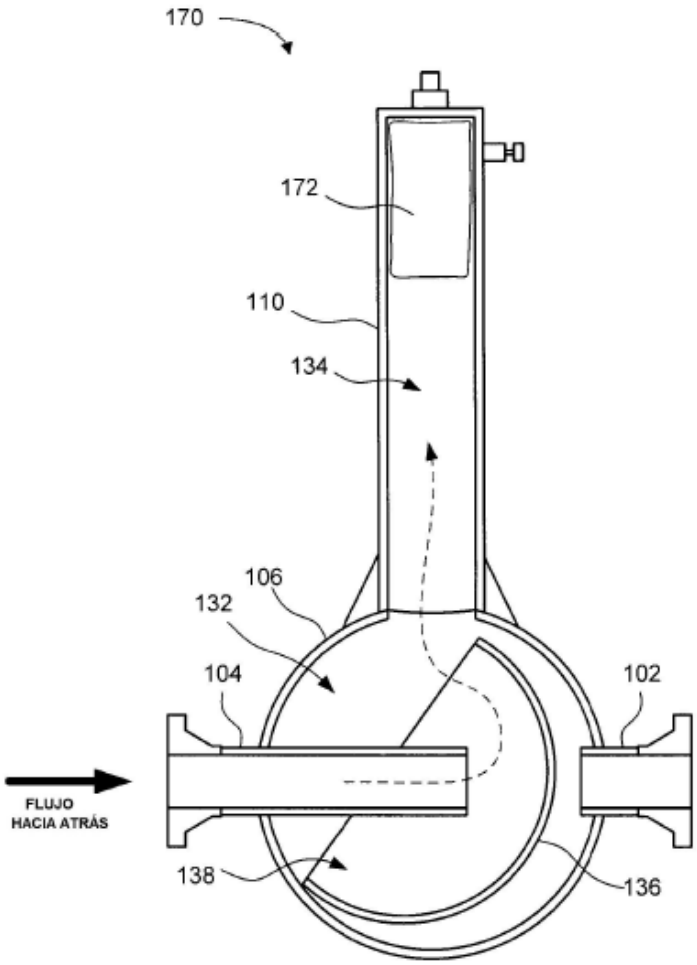

FIG. 6

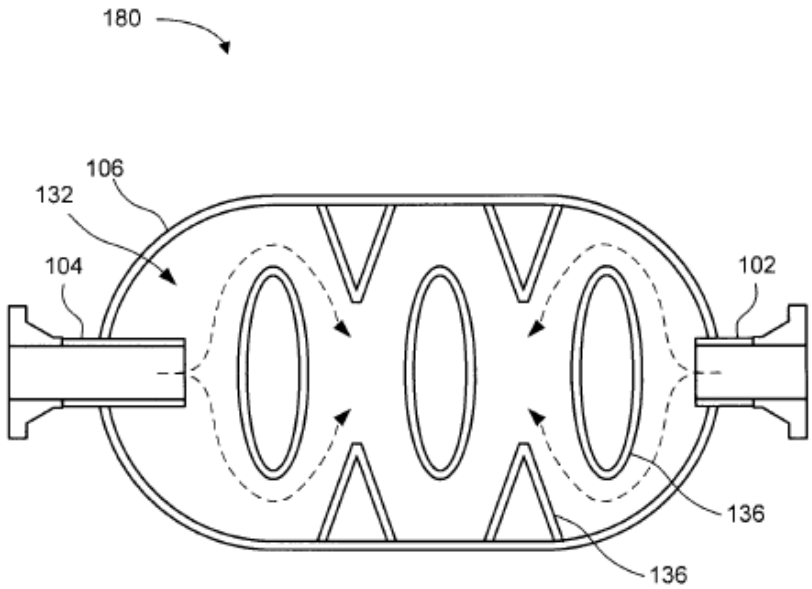

FIG. 7