

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 233**

51 Int. Cl.:

G01F 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.01.2012 PCT/IB2012/000003**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12101490**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2012 E 12722826 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023 EP 2659234**

54 Título: **Dispositivo para medir el caudal de un fluido**

30 Prioridad:

31.12.2010 IT PI20100145

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

04.06.2024

73 Titular/es:

**RESOTECH HOLDING BV (RH) (100.0%)
Gomarusstraat 37
9746BC Groningen, NL**

72 Inventor/es:

RINDI, PIERO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 971 233 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

Dispositivo para medir el caudal de un fluido

5 Ámbito de la invención

La presente invención se refiere en general a un dispositivo para medir el caudal de un fluido que fluye dentro de una tubería. Más en particular, se refiere a un sensor de caudal que es adecuado para su instalación en una tubería de una red extendida, como un acueducto.

10

Antecedentes de la invención

Se siente la necesidad de medir el caudal de un fluido que circula por las tuberías de las redes de distribución de fluidos domésticas e industriales. Estas mediciones son especialmente importantes para controlar redes como los acueductos. En concreto, estas mediciones sirven para observar la tasa de consumo de agua de usuarios individuales y comunidades. Además, estas mediciones son útiles para detectar fugas de fluidos de la red.

15

La supervisión de una red extensa y compleja como la de un acueducto requiere la instalación de un gran número de caudalímetros. Por lo tanto, se prefieren los contadores de bajo coste. Además, es importante que estos instrumentos puedan montarse, inspeccionarse y sustituirse fácil y rápidamente. En particular, es importante que estos instrumentos puedan inspeccionarse y sustituirse sin detener el flujo de fluido dentro de las tuberías.

20

En el caso de redes extendidas, los sensores que se instalan lejos de cualquier red de suministro eléctrico son preferentemente sensores alimentados por batería. En este caso, los sensores deben ser preferentemente de bajo consumo, para que las baterías puedan funcionar durante mucho tiempo, por ejemplo, durante algunos años.

25

La mayoría de los instrumentos conocidos proporcionan una medida fiable en un rango de medida relativamente estrecho. Sin embargo, muchos instrumentos conocidos no pueden utilizarse para medir caudales en acueductos, por ejemplo, es el caso de los rotámetros. Los instrumentos de algunos tipos bien conocidos provocan una caída de presión generalmente intolerable, como en el caso de casi todos los sensores volumétricos y de los sensores de turbina. También existen dispositivos menos sobresalientes, como los sensores térmicos y los sensores de hoja giratoria. Sin embargo, este tipo de sensores proporciona una medición menos precisa y requiere una instalación muy cuidadosa, lo que constituye un factor crítico. También se conocen dispositivos más precisos y fiables, como los sensores magnéticos y los sensores Doppler. Sin embargo, debido al principio físico en el que se basa la medida, el consumo de energía es mayor, y normalmente son demasiado caros para una instalación generalizada en redes extensas como los acueductos.

30

35

Además, la mayoría de los instrumentos disponibles en el mercado deben montarse en una boquilla conectada hidráulicamente con el conducto. Por lo tanto, el flujo de fluido debe detenerse para instalar dichos instrumentos.

40

También se conocen instrumentos que permiten medir el caudal midiendo la deformación elástica de una sonda que está en voladizo dentro del conducto y está en contacto con el fluido que fluye. La deformación elástica está provocada por un empuje fluidodinámico que el fluido que fluye aplica sobre la sonda. Esta fuerza, y luego la deformación, dependen de la densidad del fluido, del cuadrado de su velocidad y de la superficie mojada, y también de la forma de la superficie mojada. Tales dispositivos se describen, por ejemplo, en el documento GB 1.252.433 y en el documento GB 830,211y comprenden un medio para detectar la deformación, por ejemplo, una galga extensométrica, es decir, galgas extensométricas de resistencia, que están dispuestas en la superficie de la sonda. La construcción de estos dispositivos es relativamente fácil y barata. Sin embargo, los componentes eléctricos que se utilizan para medir la deformación, que pueden extenderse sobre una parte relevante de la superficie mojada, deben estar convenientemente protegidos del fluido. El medio de protección está constituido por una funda de resina o cerámica no conductora y eléctricamente inerte, o por una capa de un material resistente a los fluidos y preferentemente al calor. Los medios de protección tampoco deben reducir la conformidad elástica de la sonda. Por lo tanto, el diseño y la construcción de estos dispositivos se complica por el revestimiento y por la alta sensibilidad a la temperatura de la sonda. Además, esto puede limitar el campo de aplicación, es decir, el rango de temperaturas de trabajo y el rango de tipos de fluidos. En cualquier caso, una sonda que incluya un componente eléctrico sumergido en un fluido no puede garantizar la fiabilidad a largo plazo de dicho dispositivo de medición, ya que el líquido puede filtrarse y estancarse bajo el revestimiento en un plazo corto o largo. Por lo tanto, estos sensores no son adecuados para su instalación en lugares remotos o algo impermeables, como suele ser el caso de los acueductos, ni tampoco si el fluido contiene sólidos en suspensión, aunque sea ocasionalmente.

45

50

55

60

Además, cuando cesa el empuje fluidodinámico, los dispositivos de medición del caudal basados en sensores tales como las galgas extensométricas de resistencia vuelven a una configuración prefijada que corresponde a una condición de ausencia de caudal, es decir, vuelven a una condición "cero", tras un retardo significativo.

65

Incluso versiones mejoradas de este tipo de instrumentos, como las descritas en los documentos CN2859465 y US 3 340 733no aportan ninguna solución a estos problemas.

Además, a partir del documento US2007/0114023 se conoce un dispositivo que prevé utilizar una célula de carga que está dispuesta fuera del conducto y que está provista de una conexión mecánica con una sonda que está sumergida en el fluido y que está dispuesta de forma móvil bajo la acción del flujo. Estos dispositivos tienen el inconveniente de requerir un medio de sellado que puede romperse, en particular, en el caso de instalaciones remotas. En consecuencia, es posible que se produzca una fuga del fluido en el espacio que contiene la célula de carga, lo que puede provocar que la célula de carga se corra o se dañe de otro modo.

Además, los sensores de caudal que se basan en la medición de la fuerza ejercida por el fluido que fluye sobre una sonda sumergida proporcionan señales brutas de caudal que se ven afectadas por la forma del perfil de velocidad del fluido que fluye dentro del conducto, en el punto de detección. Esto requiere un medio de proceso para procesar la señal bruta proporcionada por la célula de carga, que sea capaz de integrar el empuje hidrodinámico aplicado a lo largo de la sonda, y/o que sea capaz de comparar la medida con un perfil de referencia, y de corregirla mediante coeficientes adecuados, con el fin de tener en cuenta la distribución real del empuje hidrodinámico, y con el fin de tener en cuenta la desviación entre esta distribución real y la distribución ideal del perfil de referencia. Esto complica aún más la construcción de tales dispositivos basados en la medición de fuerzas.

El documento US2006/248961 divulga una unidad de detección de caudal, es decir, un interruptor de caudal, para montar en un conducto de una instalación de aspersión. La unidad de detección comprende un soporte adaptado para moverse en caso de movimiento del agua dentro del conducto. El soporte lleva un elemento sensor que está adaptado para detectar un movimiento del soporte, y un circuito de detección está conectado al sensor, con el fin de producir una señal de detección cuando el elemento sensor detecta un movimiento del soporte causado por un movimiento de agua dentro del conducto. También se proporciona un circuito de procesamiento de señales adaptado para producir una señal de alarma cuando la señal de detección muestra características específicas. El soporte comprende normalmente una hoja flexible dispuesta dentro del conducto, y el elemento sensor es normalmente una célula de carga. En una realización ejemplar, la célula de carga está dispuesta fuera del conducto. En este caso, la hoja y la célula de carga se montan en una cara interior y en una cara exterior de un elemento base, respectivamente, es decir, de un elemento plano flexible que se monta en un orificio realizado a través de la pared del conducto. Cuando se abre un aspersor, la presión dentro del tubo cae repentinamente, y el elemento plano se dobla hacia el interior del conducto, de tal forma que la célula de carga experimenta una deformación y produce una señal de la caída de presión. Dicho dispositivo tiene el inconveniente de no soportar un gran número de ciclos de deformación del elemento plano flexible, como ocurriría en un intento de utilizar el dispositivo como medidor de caudal, sin dañar el elemento plano flexible y poner en peligro la capacidad de sellado y/o el funcionamiento de la célula de carga.

El documento WO 99/50621 describe un sensor de caudal para su instalación en un conducto de un sistema de riego por goteo que comprende una hoja de arrastre dispuesta pivotantemente en el flujo dentro del conducto, y que está equipada con un primer imán, de tal manera que puede moverse hacia arriba y hacia abajo en respuesta al caudal del fluido. Una palanca de indicación está dispuesta pivotantemente fuera del conducto, y está provista de un segundo imán que está dispuesto para interactuar con el primero. De este modo, la palanca exterior puede disponerse en función del movimiento de la hoja interior. Sobre la palanca se dispone un contrapeso de posición ajustable, de modo que la palanca se alinea con una línea de referencia dada para indicar un valor de caudal dado del fluido dentro del conducto.

El documento GB 2 128 744 A divulga un dispositivo para medir el caudal de un fluido que fluye dentro de un conducto. Se compone de una sonda montada dentro de una funda que sobresale en el conducto transversalmente al flujo, y se sujeta en una porción de extremo propio a la superficie exterior de todo el conducto, de modo que se le permita doblarse bajo la acción del fluido que fluye. Entre la superficie interior de la funda y la sonda hay elementos de empuje para transferir la deformación de flexión a la sonda, que están dispuestos para deslizarse longitudinalmente a fin de compensar las extensiones diferenciales de la funda y la sonda entre sí. La sonda tiene una porción de espesor reducido, perpendicular a la dirección del flujo, cerca de la cual está montada una célula de carga configurada para emitir una señal eléctrica que responde a la deformación por flexión de la sonda, que depende por tanto del caudal. El dispositivo puede funcionar ya que la célula de carga está en contacto con la sonda, más concretamente, la célula de carga está dispuesta en una porción conforme de una prolongación de la propia sonda.

Sumario de la invención

Es por tanto una característica de la presente invención proporcionar un sensor de caudal para un fluido que fluye dentro de un conducto, que tiene una sonda que es elásticamente movable o deformable bajo el empuje dinámico del fluido ejercido por el fluido, que no requiere protecciones tales como tratamientos superficiales de recubrimiento del sensor.

También es una característica de la invención proporcionar un dispositivo barato de este tipo, que permite ventajosamente supervisar la distribución de fluidos redes extendidas tales como acueductos.

También es una característica de la invención proporcionar un dispositivo de bajo consumo de este tipo, que en cualquier caso garantiza la precisión de la medición.

También es una característica de la invención proporcionar un dispositivo de este tipo que comprenda componentes mecánicos y electrónicos fácilmente disponibles.

5 También es una característica de la invención proporcionar un dispositivo de este tipo que permita una instalación fácil y rápida.

10 Es entonces una característica de la presente invención proporcionar un sensor de caudal para un fluido que fluye dentro de un conducto, que se basa en la medida de un empuje que el fluido que fluye produce sobre una sonda inmersa en el flujo, en el que la medida es independiente de la distribución de la velocidad y de la distribución de este empuje a lo largo de la sonda, y que evita el procesamiento complicado de las señales de fuerza brutas.

15 Estos y otros objetos se consiguen, según un aspecto de la invención, mediante un dispositivo para medir el caudal de un fluido, o de una sustancia comparable a un fluido, que fluye dentro de un conducto, comprendiendo el dispositivo:

- una primera porción y una segunda porción que están adaptadas para conectarse al conducto mediante un medio de fijación estanco a los fluidos, en el que la primera porción sobresale dentro del conducto y la segunda porción queda fuera del conducto;
- un medio sensor que comprende:
 - una sonda sujeta a la primera porción de forma que la sonda en uso esté dispuesta dentro del conducto, la sonda equipada con un miembro de enganche de fluido que esté configurado para recibir del fluido un empuje fluidodinámico que responda al caudal y para efectuar un desplazamiento debido al empuje fluidodinámico desde una posición de reposo, cuando el caudal es cero, hasta una posición de medición que responda al caudal;
 - una célula de carga sujeta a la segunda porción, configurada para recibir de la sonda una fuerza que responda a la posición de medición de la sonda y para producir y mantener una señal eléctrica de medición que responda a la posición de movimiento/medición y, por consiguiente, al caudal del fluido;
 - un medio de salida de datos para exportar los datos de caudal obtenidos a partir de la señal eléctrica de medición;

20 en el que la primera porción y la segunda porción están separadas estancas al fluido por una pared estanca al fluido, de forma que la sonda está separada estanca al fluido de la célula de carga, en el que la sonda y la célula de carga comprenden un medio de transmisión de fuerza sin contacto para transferir la fuerza a través de la pared, dicha fuerza responde a la posición de medición, entre la sonda y la célula de carga cuando la sonda realiza el movimiento y hasta que se mantiene la posición de medición, en el que el medio de interacción magnética comprende elementos magnéticos respectivos que están asociados con la sonda y/o con la célula de carga y/o comprende porciones magnéticas de la sonda y/o de la célula de carga.

25 La sonda y la célula de carga se asocian mutuamente sin entrar en contacto. No obstante, es posible transmitir a la célula de carga el empuje del agua que actúa sobre la sonda.

30 La pared estanca al fluido dispuesta entre la primera porción, orientada hacia el interior y sumergida en el fluido, y la segunda porción, orientada hacia el exterior del conducto, permite mantener la célula de carga fuera del fluido que circula por el interior del conducto, incluso manteniendo la sonda sumergida en el fluido. Por lo tanto, la célula de carga no se ve afectada de erosión, abrasión, corrosión, ataque químico y/o galvánico, y similares, por el fluido, y no requiere ningún medio de protección particular de sus propios componentes eléctricos. Por ejemplo, no es necesario un revestimiento mecánica y/o térmicamente y/o químicamente resistente. Un revestimiento de este tipo, además de limitar la vida útil del dispositivo, también podría reducir las prestaciones de la célula de carga y, por tanto, las prestaciones del dispositivo, en particular, al disminuir la elasticidad de los componentes conformes de este último.

35 Según la invención, la pared o la pared divisoria tiene al menos una porción que es permeable a un campo magnético, y el medio de transmisión de fuerza sin contacto para transferir la fuerza a través de la pared es un medio de interacción magnética. En otras palabras, la pared o la pared divisoria no es capaz de bloquear el campo magnético que es generado por los medios de interacción magnética.

40 Según la invención, los medios de interacción magnética comprenden elementos o porciones magnéticas respectivas de la sonda y de la célula de carga.

45 Ventajosamente, los respectivos elementos o porciones magnéticas de la sonda y de la célula de carga están dispuestos con polos opuestos frente a caras opuestas de la pared que está situada entre la primera porción y la segunda porción del dispositivo.

50 Preferentemente, los respectivos elementos o porciones magnéticas de la sonda y/o de la célula de carga están

dispuestos en las respectivas porciones de extremo de la sonda y/o del elemento alargado de la célula de carga.

5 El elemento magnético o los elementos magnéticos pueden ser imanes permanentes unidos integralmente a la sonda y/o a la célula de carga, en el caso de dos imanes permanentes, estos están conectados al segundo extremo del elemento alargado de la célula de carga, que mira hacia la pared, y a un extremo de la sonda opuesto al miembro de enganche de fluido.

10 Ventajosamente, la primera porción y la segunda porción están alojadas dentro de un cuerpo de contenedor hueco alargado configurado de tal manera que una primera parte del cuerpo de contenedor hueco alargado aloja la primera porción y sobresale dentro del conducto, y que una segunda parte del cuerpo de contenedor hueco alargado aloja la segunda porción y sobresale fuera del conducto, siendo las dos porciones integrales entre sí.

15 En una realización ejemplar, la primera y la segunda parte del cuerpo hueco alargado del contenedor comprenden elementos tubulares respectivos que tienen sustancialmente el mismo diámetro, dichos elementos tubulares alineados a lo largo de un eje común y dispuestos para apoyarse entre sí, y la pared es una pared divisoria transversal dispuesta entre los elementos tubulares respectivos.

20 En particular, los elementos tubulares pueden ser elementos tubulares cuyos extremos respectivos están cerrados por porciones de fondo respectivas sustancialmente planas, y la pared divisoria transversal se obtiene uniendo integralmente, en particular soldando las porciones de fondo transversales planas. Alternativamente, los elementos tubulares tienen respectivos extremos abiertos, y la pared divisoria transversal es un disco unido integralmente, en particular soldado entre los extremos abiertos.

25 En particular, la célula de carga comprende un miembro elásticamente conforme que se dispone para ser elásticamente deformado por la fuerza responde a la posición de medición de la sonda, y comprende también medios de detección de la deformación para detectar una deformación de este miembro elásticamente conforme. En una realización ejemplar, los medios de detección de deformaciones comprenden una pluralidad de extensómetros de resistencia eléctrica, es decir, galgas extensométricas. En particular, puede proporcionarse una unidad que comprenda cuatro galgas extensométricas de resistencia eléctrica en las que la resistencia eléctrica esté conectada según un puente de Wheatstone, que es un esquema habitual para amplificar la señal de salida y hacer que la medida sea sustancialmente independiente de la temperatura del entorno en el que se produce la medida.

Alternativamente, los medios de detección de deformación comprenden al menos un extensómetro piezoeléctrico.

35 En particular, la célula de carga comprende un miembro conforme elásticamente alargado, adaptado para deformarse elásticamente bajo el efecto de la fuerza que responde a la posición de medición de la sonda, doblándose con respecto a un eje longitudinal propio, en el que un primer extremo del elemento alargado está fijado a la segunda porción y un segundo extremo del elemento alargado está dispuesto delante de la pared. Preferentemente, los medios de detección de la deformación están adaptados para medir la deformación de al menos una porción del elemento conforme alargado en la que la deformación tiene un valor máximo.

45 En una realización ejemplar, la célula de carga es una célula de carga de eje lineal, es decir, una célula de haz de carga, en la que el elemento alargado tiene una ranura realizada a lo largo de este eje, definiendo la ranura dos porciones longitudinales sustancialmente paralelas entre sí, de tal forma que las porciones longitudinales paralelas realizan un movimiento relativo sustancialmente de traslación entre sí debido a la fuerza que responde a la posición de medición de la sonda. En particular, la ranura tiene porciones de extremo ensanchadas, de tal manera que la deformación del elemento alargado bajo la acción de la fuerza es sustancialmente igual a la deformación de un enganche de cuatro barras. En particular, esta célula de carga es una célula de carga del tipo de viga paralela o una célula de carga de viga binocular.

50 Las células de carga de este tipo proporcionan una señal que no se ve afectada por la distancia del punto de aplicación de la fuerza. Esto facilita la fabricación del dispositivo, ya que hace innecesaria una construcción y montaje de precisión de la célula de carga y de los medios de transmisión de fuerza sin contacto para transmitir la fuerza que responde a la posición de medición de la sonda.

55 Por la misma razón, las células de carga pueden ser de un tipo bien conocido o células de carga comerciales, que están adaptadas para soportar las cargas que se esperan en base a la velocidad del fluido que fluye dentro del conducto.

60 En particular, dichas células de carga pueden ser de aluminio. En este caso, la fabricación es más sencilla, lo que reduce el coste de la célula y, por tanto, el del aparato. La pared de separación estanca al fluido dispuesta entre la célula de carga y el interior del conducto permite la utilización de una célula convencional, en particular de una célula de aluminio, sin riesgos de corrosión ni depósitos. Esto permite limitar la caída progresiva del rendimiento de la célula y también del aparato.

65 En particular, la célula de carga es una célula de carga piezoeléctrica, es decir, la célula de carga puede estar hecha

de un material piezoeléctrico.

En otra realización ejemplar, la célula de carga de tipo de flexión es una célula de carga en forma de lámina.

5 Preferentemente, la forma de lámina tiene una porción más conforme y al menos una porción menos conforme, y los medios de detección de deformación están adaptados para medir la deformación de la forma de lámina en la porción más conforme. El medio de detección de la deformación es típicamente una pluralidad de galgas extensométricas de resistencia en las que las resistencias están conectadas según un circuito de puente de Wheatstone.

10 Preferentemente, la porción más conforme es menos gruesa que la porción o porciones menos conformes.

El diámetro y la longitud de la sonda están limitados por el tamaño del cuerpo hueco contenedor de la sonda y por el diámetro del conducto en el que debe instalarse el dispositivo, respectivamente. Por lo tanto, en una realización preferida ejemplar, el miembro de enganche fluido de la sonda tiene una forma cilíndrica. De este modo, es menos probable que se produzcan vibraciones que en el caso de una forma diferente, en particular, que en el caso de una forma plana y/o angular, por ejemplo, una forma de hoja. En particular, el miembro de enganche de fluido tiene un diámetro fijado entre 2,5 y 22 mm, más en particular, un diámetro fijado entre 2,5 y 10 mm. La longitud del miembro de enganche de la sonda puede fijarse entre 5 y 200 mm, más en particular, puede fijarse entre 25 mm y 100 mm. El rango de la operación y la precisión de la medida del flujo del dispositivo pueden ser ajustadas substituyendo el miembro de enganche fluido de la sonda por uno de diverso tamaño. El principio físico, así como la posibilidad de ajuste, permiten obtener resultados comparables a los que pueden obtenerse con los sensores más avanzados basados en ultrasonidos.

25 Ventajosamente, el dispositivo comprende un medio de coacción pivotante tal como un punto de pivote o una bisagra entre la sonda y la primera parte del cuerpo del contenedor, dicho medio de coacción dispuesto para permitir la rotación de la sonda con respecto a la primera parte del cuerpo del contenedor, de tal manera que el movimiento desde una posición de reposo, cuando el caudal es nulo, hasta una posición de medida que responde al caudal sea una rotación, en particular, según el sentido de circulación del fluido.

30 Los medios de restricción pivotante dividen la sonda en una porción de enganche, que comprende el miembro de enganche de fluido, y una porción libre opuesta a la porción de enganche, en la que la relación entre la longitud de la porción de enganche y la longitud de la porción libre se establece preferentemente entre 0,9 y 2,5.

35 En una realización particular ejemplar, la relación entre la longitud de la porción de enganche y la longitud de la porción libre se establece entre 1,5 y 2,2. Estos valores de la relación de longitudes de las dos porciones que el punto de giro o la bisagra, o un medio equivalente, definen en la sonda, ayudan al movimiento de retroceso de la sonda hasta una posición predeterminada de reposo, es decir, ayudan al retroceso de la carrera hasta la posición predeterminada de reposo. De este modo, se reduce el tiempo de puesta a cero. Más en general, con esta solución el instrumento se adapta más rápidamente a los cambios de caudal, es decir, tiene una mejor disponibilidad de medida.

40 En otra realización ejemplar particular, la relación entre la longitud de la porción de enganche y la longitud de la porción libre se establece entre 0,95 y 1,05, más en particular, está entre 1 y 1,05, es decir, está cerca o es ligeramente superior a uno. Esto crea una condición de equilibrio sustancialmente neutro de la sonda con respecto a la fuerza del peso, incluso si el dispositivo está instalado en una porción no horizontal del conducto y/o si el dispositivo está montado en una disposición no vertical. En este caso, los medios de coacción entre la sonda y la primera parte húmeda del cuerpo hueco del contenedor pueden asociarse ventajosamente a un medio de retorno elástico de la sonda desde una posición de medida actual hacia la posición de reposo, cuando el caudal disminuye.

50 En una realización alternativa ejemplar, el dispositivo comprende un medio de coacción entre la sonda y la primera parte del contenedor, que puede permitir un movimiento de traslación de la sonda con respecto a la primera parte del contenedor, de tal manera que el movimiento desde una posición de reposo, cuando el caudal es nulo, hasta una posición de medida que responde al caudal es un movimiento de traslación, en particular según la dirección de flujo del fluido. Incluso en este caso, los medios de coacción entre la sonda y la primera parte del cuerpo hueco del contenedor pueden estar ventajosamente asociados a un medio elástico para hacer retroceder la sonda hacia la posición de reposo, cuando el caudal disminuye.

Como consecuencia de la acción de retorno, debida a la fuerza del peso o a los medios elásticos, el dispositivo puede detectar la dirección del flujo, así como el caudal.

60 El miembro cilíndrico de compromiso de fluido de la sonda puede tener depresión y/o protuberancias, con respecto a una superficie cilíndrica media. Por ejemplo, dichas depresiones y/o protuberancias pueden ser ranuras y/u ondulaciones y/o salientes que preferentemente están dispuestos uno al lado del otro y/o tienen una dirección sustancialmente longitudinal, en particular a lo largo de una dirección paralela al eje de la forma cilíndrica.

65 Ventajosamente, la sonda está hecha de un material convenientemente compatible con el fluido, es decir, de un material adaptado para soportar un ataque químico, por ejemplo, un ataque por corrosión, y/o un ataque mecánico,

como erosión o abrasión, y/o un ataque térmico, debido al fluido, tal como se espera que ocurra durante una vida útil prefijada de la sonda. Dicho material puede ser un material metálico, en particular un acero inoxidable, o un material plástico, preferentemente un material compuesto principalmente por policloruro de vinilo. Los materiales compuestos principalmente por policloruro de vinilo son especialmente ventajosos porque evitan que se formen depósitos superficiales, como los depósitos calcáreos, en tan gran medida como lo harían en otro material metálico y/o plástico.

Según otro aspecto de la invención, los objetos antes mencionados se consiguen mediante un método para medir el caudal de un fluido que fluye dentro de un conducto que tiene una pared estanca al fluido, que comprende las etapas de:

- fijar un medio sensor dentro de dicho conducto, que comprende una sonda equipada con un miembro de enganche de fluido;
- predisponer un medio de medida para medir dicha fuerza, fuera de dicho conducto; dicha sonda y dicho medio de medida comprenden un medio de transmisión de fuerza sin contacto para transferir una fuerza a través de la pared, en función de la posición de dicha sonda
- mover dicha sonda desde una posición de reposo, cuando el caudal es nulo, hasta una posición de medición que responde al caudal, en la que dicha sonda recibe un empuje fluidodinámico que responde al caudal a través de dicho miembro de enganche de fluido, de forma que dicho medio sin contacto transfiera dicha fuerza fuera de dicho conducto;
- medir dicha fuerza con dichos medios de medición, realizando y manteniendo una señal de medición que responda al movimiento / a la posición de medición y, por tanto, al caudal del fluido;
- exportar los datos de caudal obtenidos a partir de la señal de medición,

en el que, en particular dichos medios de transmisión y dichos medios de medición comprenden medios de interacción magnética como un imán permanente, y dichos medios de medición comprende una célula de carga.

También se divulga un dispositivo para medir un caudal (W) de un fluido que fluye dentro de un conducto, el dispositivo comprende:

- un cuerpo hueco del contenedor que está adaptado para conectarse al conducto mediante un medio de fijación estanco al fluido con una primera porción dentro del conducto y una segunda porción fuera del conducto;
- un medio sensor que comprende:
 - una sonda sujeta al cuerpo del contenedor, dispuesta en uso dentro del conducto y equipada con un miembro de enganche de fluido configurado para recibir del fluido un empuje fluidodinámico en función del caudal y efectuar un desplazamiento debido al empuje fluidodinámico desde una posición de reposo, cuando el caudal es nulo, hasta una posición de medición en función del caudal;
 - una célula de carga que tenga una primera porción de extremo de un elemento alargado integral en el cuerpo hueco del contenedor y una segunda porción de extremo integrada en la sonda, de forma que la célula de carga pueda recibir de la sonda una fuerza que responda a la posición de medición, estando la célula de carga configurada para producir y mantener una señal eléctrica de medición que responda al desplazamiento/posición;
 - un medio de salida de datos para exportar los datos de caudal obtenidos a partir de la señal eléctrica de medición;

en el que la célula de carga comprende un miembro conforme elásticamente alargado adaptado para ser deformado por la fuerza de flexión a lo largo de un eje longitudinal propio, en el que la característica principal del instrumento es que la célula de carga es una célula de carga de eje lineal, en el que, en particular, el elemento alargado tiene una ranura longitudinal orientada a lo largo del eje, la ranura define dos porciones longitudinales sustancialmente paralelas que están configuradas de tal manera que las porciones longitudinales paralelas realizan un movimiento relativo sustancialmente de traslación entre sí debido a la fuerza.

Las células de carga de este tipo proporcionan una señal independiente de la distancia del punto de aplicación de la fuerza. Por este motivo, la medida es independiente de la forma del perfil de velocidad del fluido que se desplaza por el conducto. Por tanto, la medida es independiente de la distribución real de las fuerzas, es decir, del empuje hidrodinámico que recibe la sonda. En tales condiciones, no hay que asociar a los medios informáticos con los medios de procesamiento para tratar la señal que proporciona la célula de carga, que están adaptados para integrar el empuje hidrodinámico ejercido a lo largo de la sonda, es decir, para definir un perfil de referencia de este empuje y efectuar a continuación correcciones mediante parámetros de corrección adecuados para tener en cuenta la verdadera distribución del empuje hidrodinámico.

El medio de fijación estanca al fluido del conducto comprende un medio de unión de inserción rápida estanca al fluido de tipo conocido, como un collarín de toma que comprende un collarín y un soporte conectado al collarín por medio de elementos de bloqueo roscados para bloquear el collarín sobre el conducto. Esta conexión es muy adecuada para conductos de pequeño diámetro, en particular para diámetros de hasta ND400. Esta solución es ventajosa porque

facilita el posicionamiento ortogonal de la sonda del dispositivo, respecto al eje del conducto, en un conducto horizontal, o en todo caso facilita un posicionamiento vertical de la sonda, de forma que la medición no se vea afectada por el peso de la sonda.

5 Alternativamente, los medios de fijación estanca al fluido del conducto comprenden una rosca externa del cuerpo hueco del contenedor y una rosca interna del orificio. En particular, la rosca interior del orificio puede realizarse sobre un manguito soldado al conducto. Dicha conexión es muy adecuada para conductos de gran diámetro, en particular, mayores que ND100.

10 Alternativamente, los medios de fijación estanca al fluido del conducto comprenden una brida dispuesta integralmente en el cuerpo hueco del contenedor, y preferentemente fijada al conducto.

Ventajosamente, los medios de salida de datos para exportar los datos de caudal obtenidos a partir de la señal eléctrica de medida están asociados a un medio de tratamiento de datos, es decir, a un medio de acondicionamiento de la señal producida por el elemento sensor, es decir, por la célula de carga, y también está asociado a un medio de transmisión de datos analógico o digital y/o a un transmisor de ondas electromagnéticas.

El circuito de medida, y los medios de proceso electrónico y/o los medios de transmisión de medida pueden estar dispuestos dentro de la segunda parte del cuerpo del contenedor, o en un módulo de control que está separado del cuerpo hueco del contenedor al que los medios sensores pueden estar conectados por medios convencionales de conexión eléctrica, tales como un cable y un conector adecuado.

Ventajosamente, el módulo de control está provisto de un medio para calibrar el cero del dispositivo antes de introducirlo en el conducto, con el fin de eliminar los errores de medición debidos al peso de la sonda.

Con el fin de limitar el consumo de energía del dispositivo, los medios de acondicionamiento de señal y los medios de transmisión de datos, pueden utilizar técnicas convencionales tales como una fuente de alimentación pulsada de los diversos bloques funcionales. El sistema de detección de células de carga es especialmente adecuado para estas técnicas convencionales y generalizadas.

De este modo, se obtiene un medio de control de bajo consumo, que puede alimentarse fácilmente con baterías con una frecuencia de recarga de incluso algunos años.

La posibilidad de una conexión de red de consumo energético mínimo hace que el dispositivo sea muy adecuado para aplicaciones de monitorización de redes de distribución de fluidos amplias, en las que existe un gran número de puntos de medida. Por ejemplo, el dispositivo es muy adecuado para redes de distribución amplias, como acueductos urbanos y extraurbanos.

Ventajosamente, debido al muy bajo consumo de energía, se puede proporcionar un medio de energía diferente de un paquete de baterías. Por ejemplo, son posibles medios de suministro eléctrico, como medios de suministro de energía solar o eólica pequeña o medios de suministro microhidráulico. En particular, pero sin excluir otros medios que se desarrollarán en el futuro, pueden explotarse fuentes de energía adaptadas para captar energía del flujo del agua dentro del conducto o de la diferencia de temperatura entre el fluido y el suelo circundante.

Además, el dispositivo puede utilizarse para medir la fuerza o el empuje hidrodinámico de un fluido en movimiento relativo con respecto al instrumento, no necesariamente en el ámbito de una medición de caudal o en el ámbito de una medición de caudal dentro de un conducto. Por ejemplo, el instrumento puede utilizarse ventajosamente para medir la velocidad relativa de un líquido y de un flujo de gas, o de un material que fluye asimilable a un líquido y/o a un gas, con respecto al dispositivo.

Breve descripción de los dibujos

La invención se mostrará ahora con la siguiente descripción de una realización ejemplar de la misma, ejemplar, pero no limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo para medir el caudal de un fluido instalado en un conducto según la presente invención;
- Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente realizaciones ejemplares del instrumento de la figura 1 según dos modelos diferentes de sujeción de la sonda con respecto al cuerpo del contenedor;
- La figura 4 es una vista en sección transversal longitudinal parcial de un dispositivo según una realización ejemplar de la invención, donde el plano de la sección transversal es el plano de flexión de la célula de carga;
- La figura 5 es una vista en sección transversal longitudinal parcial del dispositivo de la figura 4, tomada a lo largo de un plano que comprende el eje del dispositivo y es perpendicular al plano de sección de la figura 4;
- Las figuras 6 y 7 son vistas en sección transversal del dispositivo de la figura 5, tomadas a lo largo de planos que cortan la célula de carga;

- Las figuras 8 y 9 son vistas transversales del dispositivo de la figura 5, tomadas a lo largo de planos transversales que cortan la sonda;
- Las figuras 10 y 11 muestran células de carga de dispositivos según respectivas realizaciones ejemplares de la invención;
- 5 • Las figuras 12 y 13 son vistas parciales en sección transversal de una sonda según respectivas realizaciones ejemplares específicas;
- La figura 14 es una vista en perspectiva del instrumento de las figuras 4 y 5.
- La figura 15 es una vista en sección transversal de un conducto en el que está instalado un dispositivo de medición según una realización ejemplar de la invención.

Descripción de realizaciones ejemplares preferidas

Con referencia a la figura 1, se describe un dispositivo 10 para medir el caudal W de un fluido 4 que se desliza por un conducto o tubería 1. El dispositivo 10 comprende una primera parte 20' que sobresale en el conducto 1 y una segunda parte 20" que sobresale fuera del conducto 1.

En particular, la primera parte 20' y la segunda parte 20" están alojadas dentro de un cuerpo de contenedor tubular alargado 20 dispuesto de tal manera que una primera parte 20' del cuerpo de contenedor hueco aloja la primera parte 20' y sobresale dentro del conducto 1 y una segunda parte 20" del cuerpo de contenedor hueco aloja la segunda parte 20" y sobresale fuera del conducto 1. En este caso, la primera y la segunda parte del cuerpo hueco del contenedor comprenden respectivos elementos tubulares 20', 20" que tienen sustancialmente el mismo diámetro, están alineados a lo largo de un eje común 11 y dispuestos para hacer tope entre sí, y están separados por una pared divisoria transversal 21 dispuesta entre los respectivos elementos tubulares 20, 20'.

Un medio sensor está dispuesto dentro del cuerpo hueco del contenedor 20 que comprende una sonda 40 que está constreñida a la primera parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20 y una célula de carga 30 que está constreñida a la segunda parte 20". La sonda 40 tiene un elemento de extremo 54 que sobresale del cuerpo hueco del contenedor 20 hacia el conducto 1, y que por lo tanto está expuesto al flujo del fluido 4.

Como se muestra en las figuras 2 y 3, que se refieren a dos realizaciones ejemplares de la sonda 40, la sonda 40 recibe un empuje fluidodinámico P a través del miembro de enganche 54, dicho empuje responde al caudal W y a la superficie verdadera del miembro de enganche 54 que está expuesta al caudal de fluido 4. Debido al empuje P, la sonda 40 se desplaza a una posición de medida 42 que depende del caudal W, efectuando un desplazamiento s , δ respecto a una posición de reposo 41 que ocupa la sonda 40 en ausencia de caudal. La célula de carga 30 está dispuesta para recibir de la sonda 40 una fuerza F que depende de la posición de medida 42 de la sonda 40, es decir, del desplazamiento s , δ . Además, la célula de carga 30 como tal está adaptada para producir una señal de medición eléctrica que responde a la posición 42, es decir, que responde al desplazamiento s , δ y, por lo tanto, al caudal W del fluido 4, así como a la superficie verdadera del miembro de enganche 54 que está expuesta al caudal de fluido 4. Un medio de conexión eléctrica convencional 29 transmite esta señal eléctrica a una unidad de control y/o visualización local y/o remota de la señal 19.

La primera y segunda partes 20', 20" del cuerpo hueco del contenedor 20 están separadas una de otra mano por la pared 21 que es impermeable para el fluido 4, por lo tanto, la célula de carga 30 y la sonda 40 son componentes separados herméticamente para el fluido, a diferencia de los dispositivos de la técnica previa mencionados anteriormente.

La sonda 40 y la célula de carga 30 comprenden un medio de transmisión de fuerza sin contacto para transferir la fuerza F de la sonda 40 a la célula de carga 30 a través de la pared 21, 47, 37, de tal forma que cuando la sonda 40 se mueve y/o mantiene la posición de medición 42, la célula de carga 30 es forzada por la fuerza F.

En la realización ejemplar de la figura 2, la sonda 40 está constreñida a la primera parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20 por medio de elementos de guía 46 que se acoplan de forma deslizante a la sonda 40, de manera que la sonda 40 puede efectuar un movimiento de traslación s bajo la acción del empuje dinámico del fluido P, en particular pasando de la posición de reposo 41, en caso de ausencia de caudal, a la posición de medición 42 que responde al caudal W, según la dirección de flujo del fluido 4.

En la realización ejemplar de la figura 3, en cambio, la sonda 40 está constreñida a la primera parte 20' por un medio de conexión pivotante 49 de tipo conocido, que comprende un punto de pivote o una bisagra, de tal manera que la sonda 40 puede efectuar un movimiento de rotación δ bajo la acción del empuje dinámico del fluido P, en particular pasando de la posición de reposo 41 en caso de ausencia de caudal a la posición de medida 42 en respuesta al caudal W, según el sentido de circulación del fluido 4.

Aunque en las figuras 2 y 3 se muestra una célula de carga 30 que comprende un elemento alargado conforme 35 adaptado para doblarse a lo largo de un eje longitudinal propio bajo una fuerza cortante F, la célula de carga 30 puede ser de cualquier tipo que sea adecuado para detectar una fuerza F recibida de la sonda 40. En la realización ejemplar,

mostrada en las figuras 2 y 3, el elemento alargado 35 tiene una primera porción de extremo 31 que está unida a la segunda parte 20" del cuerpo hueco del contenedor 20, por ejemplo, mediante una junta fija, y también tiene una segunda porción de extremo 38 que está libre y dispuesta delante de la pared 21.

5 Las figuras 4 y 5 muestran vistas en sección transversal longitudinal de un dispositivo 10 según una realización
ejemplar de la invención, en el que se proporciona un soporte 39 de la célula de carga que tiene una porción
generalmente cilíndrica dispuesta en la primera parte 20" del cuerpo hueco del contenedor 20. La primera porción de
extremo 31 de la célula de carga 30 está unida al soporte 39 por una junta fija, por lo que está en voladizo hacia la
pared 21 que separa la primera y la segunda parte 20', 20" del cuerpo hueco del contenedor 20. Por ejemplo, la junta
fija puede comprender un tornillo de fijación 33 que engrana las carcadas respectivas del elemento alargado 35 de la
célula de carga y del soporte 39; figuras 4 y 5 son vistas parciales en sección transversal de un dispositivo 10 según
una realización ejemplar de la invención, que tiene todas las características del dispositivo 10 de la figura 3, así como
otras características o rasgos constructivos y que se describen a continuación. Incluso en este caso, la célula de carga
30 comprende un miembro elástico alargado 35, y una pluralidad de galgas extensométricas 32, es decir, se
pluralidad de elementos que están adaptados para detectar la deformación del elemento alargado 35. Las galgas
extensométricas 32 pueden ser de cualquier tipo conocido que esté adaptado para detectar esta deformación y
producir señales eléctricas que respondan a la deformación, por ejemplo, pueden ser galgas extensométricas de
resistencia eléctrica convencionales. En la figura 4 se muestran dos galgas extensométricas 32 dispuestas en un lado
del miembro conforme elásticamente alargado 35. Como se muestra en la figura 5, las galgas extensométricas 32
pueden ser cuatro, dos de las cuales están dispuestas en el lado opuesto al mostrado en la figura 4. Las resistencias
de las galgas extensométricas, que no se muestran en las figuras 4 y 5 en aras de una representación clara, se
alimentan en este caso con una tensión o corriente continua o alterna a través de un medio de conexión eléctrica 28',
29 de tipo conocido, y se conectan a un circuito de medida 28 que puede ser un circuito de medida de tipo conocido,
preferentemente un circuito de medida de puente de Wheatstone, que se utiliza habitualmente con galgas
extensométricas de resistencia. En una realización ejemplar, como se muestra en la figura 5, el circuito de medición
28 está dispuesto dentro de la segunda parte 20" del cuerpo hueco del contenedor 20, típicamente en una carcada 36
realizada en el soporte 39. Entre el borde de conexión del soporte 39 para conectar el extremo 31 del elemento
alargado 35 y la carcada 36 hay una porción plana 25 en la que están tendidos los cables eléctricos 28', que están
conectados a las resistencias de la galga extensométrica 32, sólo se muestran en la figura 4, para alimentar las galgas
extensométricas y transferir las señales eléctricas a cada resistencia.

Alternativamente, las galgas extensométricas 32 pueden ser galgas extensométricas piezoeléctricas en lugar de
galgas extensométricas de resistencia para medir la deformación del elemento alargado 35.

35 En el instrumento según la realización ejemplar mostrada en las figuras 4 y 5, los medios de transmisión de fuerza sin
contacto 37,47 para transmitir a distancia la fuerza F a través de la pared 21 son medios de interacción magnética o,
más en particular, medios de acoplamiento magnético, es decir, elementos montados o partes integrantes de la célula
de carga 30 y de la sonda 40, al menos uno de los cuales está adaptado para crear un campo magnético 55 (figura 3)
y al menos uno de los cuales está adaptado para recibir una fuerza asociada al campo magnético 55. La realización
anterior requiere que al menos una parte de la pared 21 esté hecha de un material sustancialmente permeable al
campo magnético 55, como el acero inoxidable.

En la realización ejemplar mostrada en las figuras 4 y 5, tanto la sonda 40 como la célula de carga 30 comprenden
elementos magnéticos 47,37 en las respectivas porciones de extremo 48 y 38. En particular, los elementos magnéticos
pueden ser imanes permanentes 47, 37 de tipo conocido. Ventajosamente, los imanes 47, 37, están dispuestos frente
a las caras opuestas 26, 27 de la pared de separación 21.

El imán permanente 37 puede unirse a la porción de extremo 38 de la célula de carga 30 por medios de unión
convencionales, por ejemplo, por medios adhesivos, ya que la célula de carga se aloja en un lugar seco de la segunda
parte 20" del cuerpo hueco del contenedor 20. El imán permanente 47 se dispone preferentemente en un lugar
impermeable al fluido 4, con el que entra en contacto la sonda 40. Por ejemplo, el imán 47 puede disponerse en un
rebaje practicado entre la porción de extremo 48 de la sonda 40 y un capuchón 46 de un material magnéticamente
permeable, que está adaptado para enganchar firme y herméticamente la sonda 48 para bloquear el fluido 4, por
ejemplo, mediante una rosca adecuada.

De este modo, un desplazamiento de la porción de extremo 48 de la sonda 40 provoca un desplazamiento de la
porción de extremo libre 38 de la célula de carga 30 que, al estar esta última en voladizo hacia el soporte 39, sufre
una deformación por flexión, como indica la flecha 18 de la figura 4. El desplazamiento de la porción de extremo libre
38 de la célula de carga 30 durante la medición del caudal es de unas décimas de milímetro o, a lo sumo, de unos
pocos milímetros.

Las figuras 6 y 7 son vistas en sección transversal del dispositivo de la figura 5, tomadas a lo largo de los planos de
sección transversal A-A y B-B que cortan la célula de carga 30 respectivamente en la porción alargada conforme 35 y
en el imán permanente 37. La célula de carga 30 está alojada dentro de un rebaje 34' realizado dentro del soporte 39
para permitir una deformación libre del elemento alargado 35. Se realizan dos orificios 34 en posiciones
diametralmente opuestas del soporte 39.

Las figuras 8 y 9 son vistas en sección transversal del dispositivo de la figura 5, tomadas a lo largo de los planos de sección transversal C-C y D-D que cortan la sonda 40 respectivamente en un pasador 50 de los medios de conexión pivotante 49 entre la sonda 40 y la primera parte 20', y en una sección transversal genérica de una porción de enganche 43 de la sonda 40, respectivamente.

La figura 10 muestra más en detalle la célula de carga de eje lineal 30 del dispositivo 10 de la figura 5. El elemento alargado 35 de la célula 30 tiene una ranura 57 dispuesta a lo largo del eje 12, que define dos porciones longitudinales 58 del elemento 35 sustancialmente paralelas entre sí. Cuando la célula recibe una fuerza de cizallamiento F, las porciones longitudinales sustancialmente paralelas se traducen sustancialmente entre sí, en particular se proporcionan porciones de extremo agrandadas 56 de la ranura 57 se proporcionan de tal manera que la porción alargada 35 se comporta aproximadamente como un acoplamiento de cuatro barras. En la célula de carga 30 son entonces reconocibles las características esenciales de las células del tipo de vigas paralelas o de las células del tipo binocular pueden reconocerse en esta célula de carga. Cuatro galgas extensométricas 32 están dispuestas por pares en caras opuestas de la porción alargada 35, cerca de las porciones de extremo ensanchadas 36, es decir, están dispuestas donde la deformación de las porciones longitudinales 38 es máxima.

La figura 11 muestra una célula de carga en forma de lámina 30' que puede utilizarse en el instrumento 10 en lugar de la célula de carga 30 de la figura 10. La lámina 35' tiene una porción más conforme 36', típicamente una porción que tiene una sección transversal más delgada, y dos porciones menos conformes 37', típicamente porciones que tienen secciones transversales más gruesas que se extienden lateralmente con respecto a la sección transversal más delgada 36', en las que están dispuestas una pluralidad de galgas extensométricas 32, típicamente cuatro galgas extensométricas que están conectadas a un circuito de medida de puente de Wheatstone, no mostrado; la figura 12 muestra, más en detalle, la sonda 40 del dispositivo 10 de las figuras 4 y 5. En la figura 13 se muestra otra forma de realización ejemplar de la sonda 40, que se describe mejor a continuación. La sonda 40 tiene un medio de coacción pivotante 49 en la primera parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20, dicho medio de coacción pivotante comprende un casquillo 49' que está adaptado para insertarse en la segunda parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20, y también comprende un pasador 50 dispuesto entre dos carcasas del casquillo 49' a través de un orificio transversal de un núcleo de varilla 43 de la sonda 40, de tal manera que el núcleo 43 puede girar alrededor de su propio eje 53 realizando un movimiento de vaivén con respecto al casquillo 49'. El casquillo 49' puede estar unido a la segunda parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20 mediante al menos un tornillo 61. La articulación en torno al eje 53 divide el núcleo 43 de la sonda 40 en una porción de enganche 51 que comprende el miembro de enganche 54 y en una porción libre 52 opuesta a la porción de enganche.

En las dos realizaciones ilustrada de las figuras 12 y 13, el miembro de enganche 54 tiene forma cilíndrica. Diámetro d de miembro de enganche 54 se establece preferentemente entre 2,5 y 22 mm, más preferentemente se establece entre 2,5 y 10 mm. Siempre en la realización ejemplar de las figuras 12 y 13, la longitud L de la sonda 40, incluida la longitud del miembro de enganche 54, oscila entre 25 mm y 100 mm. El diámetro d de la sonda se selecciona teniendo en cuenta el diámetro del conducto 1 en el que debe montarse el dispositivo 10, y el tamaño del cuerpo hueco del contenedor 20 del dispositivo, teniendo en cuenta las limitaciones que imponen este diámetro y este tamaño.

El miembro de enganche cilíndrico de la sonda 40 puede estar provisto de ranuras y/o de ondulaciones y/o de protuberancias, no representadas, que preferentemente son alternas y/o que preferentemente se extienden longitudinalmente, en particular a lo largo de una dirección paralela al eje de la forma cilíndrica.

En las figuras 1-3, el dispositivo 10 se instala en un conducto sustancialmente horizontal, y el eje longitudinal 11 del dispositivo 10 es sustancialmente vertical. En los dispositivos de las figuras 3, 4 y 5, la sonda 40 y los medios de conexión pivotantes 49 están realizados ventajosamente de forma que, al cesar el caudal W, la fuerza del peso hace que la sonda vuelva a la posición de reposo o posición cero 41 en un tiempo razonablemente corto. Más en general, la sonda 40 y los medios de conexión pivotantes 49 están fabricados de tal forma que, ante un cambio de caudal W, la sonda 40 se desplaza a la posición de medida correspondiente 42 en un tiempo sustancialmente despreciable respecto al tiempo que tarda en producirse el cambio de caudal, lo que aumenta la precisión y disponibilidad de la medida. Esto puede obtenerse como se muestra en la figura 12, donde la longitud L1 de la porción de enganche 51 es mayor que la longitud L2 de la porción libre 52, es decir, la relación L1/L2 es mayor que 1, si la masa está distribuida sustancialmente de manera uniforme a lo largo del núcleo 43 de la sonda 40, que comprende el miembro de enganche 54. En la figura 12, se muestra una realización ejemplar en la que la relación L1/L2 es aproximadamente 2, aunque puede utilizarse cualquier valor superior a 1 y, en particular, cualquier valor comprendido entre 1,5 y 2,2. El miembro de enganche 54 es desenganchable de la porción restante del núcleo, y puede sustituirse por miembros de enganche que tengan una longitud y/o un diámetro y/o una forma diferentes, teniendo en cuenta el diámetro del conducto y los requisitos de la medida, con el fin de seleccionar un valor adecuado de la relación L1/L2 de la longitud L1 de la porción de enganche 51 a la longitud L2 de la porción libre 52, que preferentemente se fijan dentro del intervalo antes mencionado. La conexión entre el miembro de enganche 54 y la porción restante del núcleo 43 puede realizarse utilizando un medio convencional, por ejemplo, un medio roscado de tornillo tal como una varilla roscada integral a una porción unida, y una carcasa roscada de tornillo hecha en la otra porción unida, dicha carcasa adaptada para recibir la varilla roscada. Se puede proporcionar un medio de prevención de autodestornillamiento convencional, no mostrado, en una sección de interfaz 44 entre el miembro de acoplamiento 54 y la porción restante del núcleo 43 para

evitar que la unión roscada se afloje, y para evitar que el miembro de acoplamiento 54 posiblemente se pierda en fluido 4 dentro del conducto 1.

5 Un dispositivo 10 provisto de medios de conexión pivotantes entre la sonda 40 y la primera parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20 puede instalarse, en cualquier caso, también en porciones de conducto no horizontales y/o puede montarse en una disposición no vertical. En este caso, la sonda 40 y los medios de conexión pivotantes 49 se fabrican ventajosamente de forma que se cree una condición de equilibrio sustancialmente neutra de la sonda 40 con respecto a la fuerza del peso. Esto puede obtenerse como se muestra en la figura 13, donde la longitud L1 de la porción de enganche 51 es cercana a la longitud L2 de la porción libre 52, es decir, la relación L1/L2 es aproximadamente 1, si la masa es sustancialmente uniforme a lo largo del núcleo 43 de la sonda 40, incluyendo el miembro de enganche 54. En la figura 12, se muestra una realización ejemplar en la que la relación L1/L2 es de aproximadamente 1, por ejemplo, puede establecerse entre 0,95 y 1,05, más en particular, puede establecerse entre 1 y 1,05.

15 Sin embargo, el módulo de control, es decir, la unidad de control local 19, está equipado ventajosamente con un medio para calibrar el cero del dispositivo antes de introducirlo en el conducto 1, con el fin de eliminar los errores de medición debidos al peso de la sonda, que pueden producirse también en instalaciones verticales, si durante la instalación se produce una pequeña desviación de la disposición vertical.

20 Aunque en la descripción, y en las figuras 2 a 5 se hace referencia únicamente a las células de carga de flexión que comprenden galgas extensométricas 32, la célula de carga 30 puede ser también una célula de carga de compresión y/o de tracción y/o de torsión, o una que esté adaptada para sufrir una deformación de compresión y/o de extensión, de torsión, o una célula de carga que trabaje con una combinación de los modos de deformación anteriores.

25 Además, aunque en las figuras 2 a 5 sólo se ha mostrado una célula de carga de galgas extensométricas para medir la deformación, también se puede utilizar una célula de carga de otro tipo, por ejemplo, una célula de carga piezoeléctrica, es decir, una célula de carga fabricada con un material piezoeléctrico.

30 Las porciones 23 y 24 tienen secciones transversales sustancialmente iguales, con el fin de ayudar a una alineación mutua a lo largo del eje común 11, como se muestra en la figura 14, lo que hace posible montar el instrumento en un dispositivo estanco a los fluidos que comprende una carcasa que también es tubular, como se describe mejor a continuación.

35 Las porciones tubulares 23,24 están dispuestas de manera que se apoyen entre sí en la pared divisoria interior 21. En particular, las porciones tubulares 23 y 24 pueden obtenerse a partir de porciones tubulares dispuestas a tope del mismo diámetro exterior, las porciones tubulares unidas entre sí de manera conocida en lados opuestos de un disco circular que forma la pared 21, en particular las porciones unidas al disco mediante una soldadura circunferencial 13.

40 La forma tubular cerrada de la primera parte 20' del cuerpo hueco del contenedor 20 se extiende dentro del conducto 1 para crear una zona silenciosa, por lo que sólo la porción de enganche 40 se ve afectada por el empuje fluidodinámico del fluido 4; la figura 15 muestra el dispositivo 10 montado en el conducto 1 por un medio de fijación 70 estanco al fluido. En particular, el medio de fijación 70 puede ser un medio de fijación liberable y estanco al fluido de tipo conocido, por ejemplo, un medio de fijación de tipo conocido, como un medio de fijación "envolvente" que comprende un soporte 71 que puede disponerse en la superficie exterior del conducto 1 en el punto de detección, y que comprende también un collar 72 adaptado para fijar el soporte 71 en el conducto 1. El collar 72 está provisto de extensiones de varilla roscada 73 adaptadas para enganchar el soporte 71 y recibir tuercas 74 para bloquear el collar 72 y el soporte 71 sobre el conducto 1. El soporte 71 comprende una junta 81 y un miembro de enganche al conducto que está configurado para comprimir la junta sobre el conducto. El soporte 71 también comprende un carcasa 75 para una guía de vástago 76 que tiene una cavidad 77 para recibir el cuerpo hueco del contenedor del dispositivo de medición 10, por ejemplo el cuerpo hueco cilíndrico 20 del dispositivo 10 como se muestra en las figuras 4, 5 y 9. También se proporciona un manguito 78 de la guía de vástago 76 adaptado para recibir un medio de perforación para taladrar la cáscara 2 del conducto 1, no mostrado, por ejemplo un medio de perforación convencional, que es adecuado para crear un orificio de acceso para el dispositivo 10 en el conducto 1, así como una válvula de cierre 79 dispuesta fuera del manguito 78 para cerrar la cavidad 77 una vez que se ha realizado un orificio preparatorio a través de la cáscara 2. De este modo, es posible crear un acceso para el dispositivo 10 sin detener el flujo del fluido 4 dentro del conducto 1 y sin perder una cantidad significativa de fluido 4 a través del orificio. Una vez provisto el dispositivo 10, y montada una boquilla 84 en el lado de salida de la válvula 79, que proporciona otra porción de cavidad 77 de la guía del vástago 76, es posible introducir el dispositivo 10 en la cavidad 77 y bloquearlo mediante una doble junta 85, sin que se detenga el flujo ni se pierda considerablemente fluido por el conducto 1.

60 Alternativamente, los medios de fijación hermética al fluido en el conducto 1 pueden comprender un manguito, no mostrado, que se disponen ortogonalmente y se sueldan en el conducto 1 en lugar de la fijación que agarra en carga al collar 70.

65 En otra alternativa, los medios de fijación estanca al fluido en el conducto 1 comprenden una brida integrada en el cuerpo del contenedor 20 y preferentemente adecuada para la fijación en el conducto 1.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para medir un caudal (W) de un fluido (4) que circula por el interior de un conducto (1), dicho dispositivo (10) comprende:

- una primera porción (23) y una segunda porción (24) que están adaptadas para ser conectadas a dicho conducto (1) mediante un medio de fijación estanco a los fluidos (70), en el que dicha primera porción (23) sobresale dentro de dicho conducto (1) y dicha segunda porción (24) queda fuera de dicho conducto (1);

- un medio sensor que comprende:

- una sonda (40) sujeta a dicha primera porción (23), de tal manera que dicha sonda (40) en uso está dispuesta dentro de dicho conducto (1), dicha sonda (40) equipada con un miembro de enganche de fluido (54) que está configurado para recibir de dicho fluido (4) un empuje fluidodinámico (P) que responde a dicho caudal (W) y para realizar un desplazamiento medible (s, δ) debido a dicho empuje fluidodinámico (P) desde una posición de reposo (41), cuando dicho caudal es cero, hasta una posición de medición (42) que responde a dicho caudal;

- una célula de carga (30, 30') limitada a dicha segunda porción (24), dicha célula de carga (30, 30') configurada para recibir de dicha sonda (40) una fuerza (F) que responda a dicha posición de medida (42) y para producir una señal eléctrica de medida que responda a dicha posición de medida (42);

- un medio de salida de datos para exportar los datos de caudal (W) que se obtienen de dicha señal de medición eléctrica, dicho medio de salida de datos incluye un medio de conexión eléctrica (29) dispuesto para transportar dicha señal de medición eléctrica a una unidad de control y/o visualización local y/o remota (19) de dicha señal de medición eléctrica;

caracterizado por que dicha primera porción y dicha segunda porción están separadas estancas a los fluidos por una pared estanca a los fluidos (21) que tiene al menos una porción permeable a un campo magnético (55),

y en que dicha sonda (40) y dicha célula de carga (30, 30') comprenden unos medios de interacción magnética dispuestos para transferir dicha fuerza (F) a través de dicha pared estanca (21) entre dicha sonda (40) y dicha célula de carga (30, 30') cuando dicha sonda (40) realiza dicho desplazamiento medible (s, δ) y mientras se mantenga dicha posición de medida (42), en donde dicho medio de interacción magnética comprende elementos magnéticos respectivos (47,37) que están asociados con dicha sonda (40) y/o con dicha célula de carga (30, 30') y/o comprende porciones magnéticas (47, 37) de dicha sonda (40) y/o de dicha célula de carga (30,30').

2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dichos elementos o porciones magnéticas respectivas (47, 37) de dicha sonda (40) y/o de dicha célula de carga (30, 30') están dispuestos con polos opuestos frente a caras opuestas (26, 27) de dicha pared (21).

3. Un dispositivo según la reivindicación 2, en el que dichos elementos o porciones magnéticas respectivos de dicha sonda (40) y/o de dicha célula de carga (30, 30') están dispuestos en porciones de extremo respectivas (48, 38) de dicha sonda (40) y/o de un elemento alargado conforme (35) de dicha célula de carga (30).

4. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicha primera porción (23) y dicha segunda porción (24) están alojadas dentro de un cuerpo de contenedor hueco alargado (20) configurado de tal manera que una primera parte (20') de dicho cuerpo de contenedor hueco alargado (20) aloja dicha primera porción (23) y sobresale dentro de dicho conducto (1) y que una segunda parte (20'') de dicho cuerpo de contenedor hueco alargado (20) aloja dicha segunda porción (24) y sobresale fuera de dicho conducto (1), siendo dichas partes (20', 20'') integrales entre sí.

5. Un dispositivo según la reivindicación 4, en el que dicha primera y segunda partes de dicho cuerpo hueco alargado del contenedor (20) comprenden elementos tubulares respectivos (20', 20'') que tienen sustancialmente el mismo diámetro, dichos elementos tubulares (20', 20'') alineados a lo largo de un eje común (11) y dispuestos para apoyarse entre sí, y dicha pared es una pared divisoria transversal (21) dispuesta entre dichos elementos tubulares respectivos (20', 20'').

6. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicha célula de carga (30, 30') comprende un miembro elásticamente conforme (35, 35') que está dispuesto para ser elásticamente deformado por dicha fuerza (F), y un medio de galga extensométrica (32) para detectar una deformación de dicho miembro elásticamente conforme (35, 35'), en el que dicho medio de galga extensométrica (32) se selecciona del grupo que consiste en:

- una pluralidad de galgas extensométricas de resistencia eléctrica;

- una o varias galgas extensométricas piezoeléctricas.

7. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicha célula de carga (30, 30') comprende un miembro conforme elásticamente alargado (35) adaptado para ser deformado elásticamente por dicha fuerza (F) y para doblarse con respecto a un eje longitudinal propio (12), en el que un primer extremo (31) de dicho miembro conforme elásticamente alargado (35) está fijado a dicha segunda porción (24) y un segundo extremo (38) de dicho miembro conforme elásticamente alargado (35) está dispuesto delante de dicha pared (21).

8. Un dispositivo según la reivindicación 3, en el que dicha célula de carga es una célula de carga de eje lineal (30),

en la que dicho elemento alargado tiene una ranura (57) realizada a lo largo de dicho eje (12), definiendo dicha ranura (57) dos porciones longitudinales (58) sustancialmente paralelas entre sí, de tal manera que dichas porciones longitudinales sustancialmente paralelas (58) realizan un movimiento relativo sustancialmente de traslación entre sí debido a dicha fuerza (F).

5 9. Un dispositivo según la reivindicación 3, en el que dicha célula de carga (30') tiene una forma de lámina (35'), dicha forma de lámina (35') tiene una porción más conforme (36') y al menos una porción menos conforme (37'), y se proporciona un medio para medir una deformación de dicha forma de lámina (35') que está adaptado para medir la deformación en dicha porción más conforme (36').

10 10. Un dispositivo según la reivindicación 9 en el que dicha porción más conforme (36') es menos gruesa que dicha porción o porciones menos conformes (37').

15 11. Un dispositivo según la reivindicación 4, que comprende un medio de restricción pivotante (49) entre dicha sonda (40) y dicha primera parte (20') de dicho cuerpo de contenedor hueco alargado (20), dicho medio de restricción (49) dispuesto para permitir una rotación (δ) de dicha sonda (40) con respecto a dicha primera parte (20') de dicho cuerpo de contenedor hueco alargado (20), de tal manera que dicho desplazamiento medible es una rotación (δ) según una dirección de flujo de dicho fluido (4), dichos medios de restricción pivotante (49) que definen en dicha sonda una porción de enganche (51) que comprende dicho miembro de enganche de fluido (54), y una porción libre (52) opuesta a dicha porción de enganche, dicha porción de enganche (51) y dicha porción libre (52) que tienen longitudes respectivas (L1, L2), en donde la relación (L1/L2) de dicha longitud de dicha porción de enganche (51) a dicha longitud de dicha porción libre (52) se establece entre 0,9 y 2,5.

20 12. Un dispositivo según la reivindicación 11, en el que dicha relación (L1/L2) de dicha longitud de dicha porción de enganche (51) a dicha longitud de dicha porción libre (52) se establece entre 0,95 y 1,05, en particular se establece entre 1 y 1,05.

25 13. Un dispositivo según la reivindicación 11, en el que dicha relación (L1/L2) de dicha longitud de dicha porción de enganche (51) a dicha longitud de dicha porción libre (52) se establece entre 1,5 y 2,2.

30

Fig.1

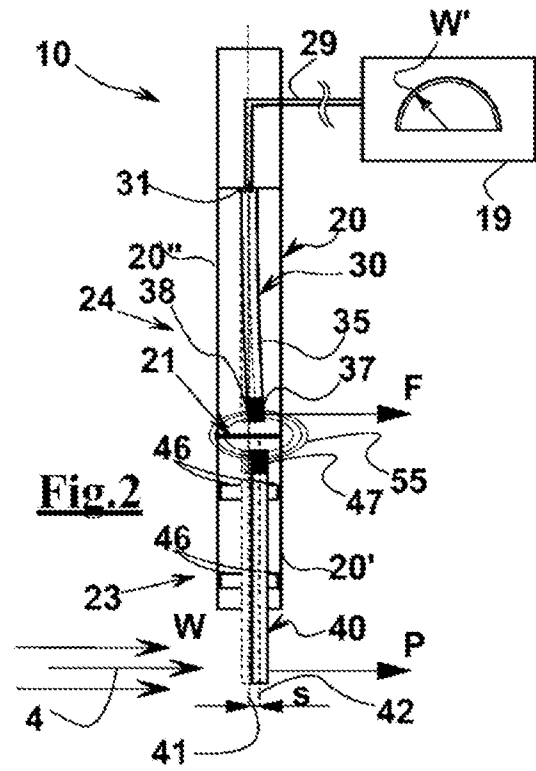
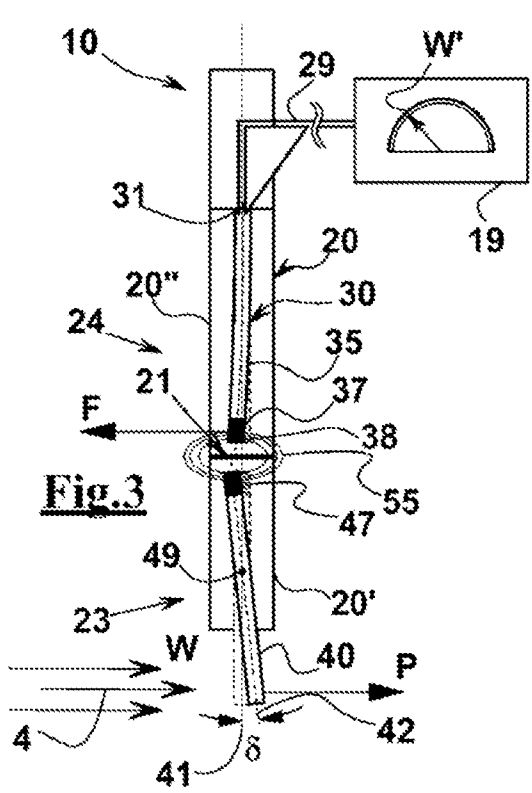
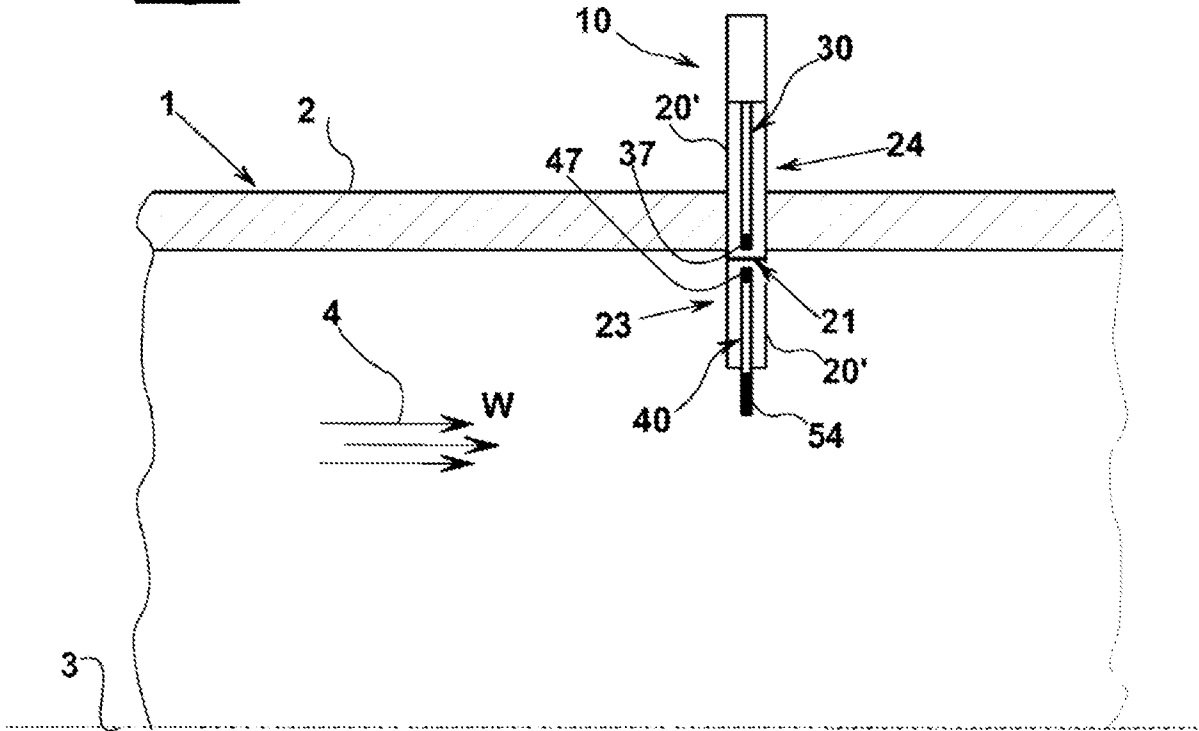


Fig.10

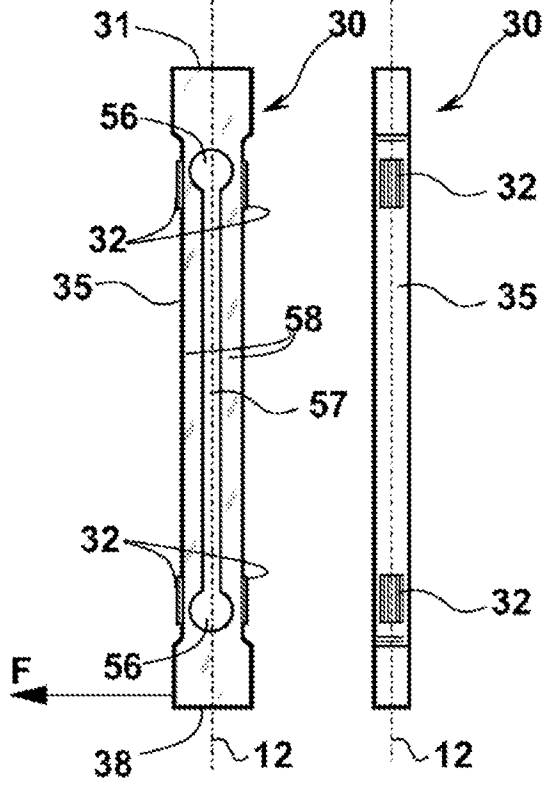


Fig.11

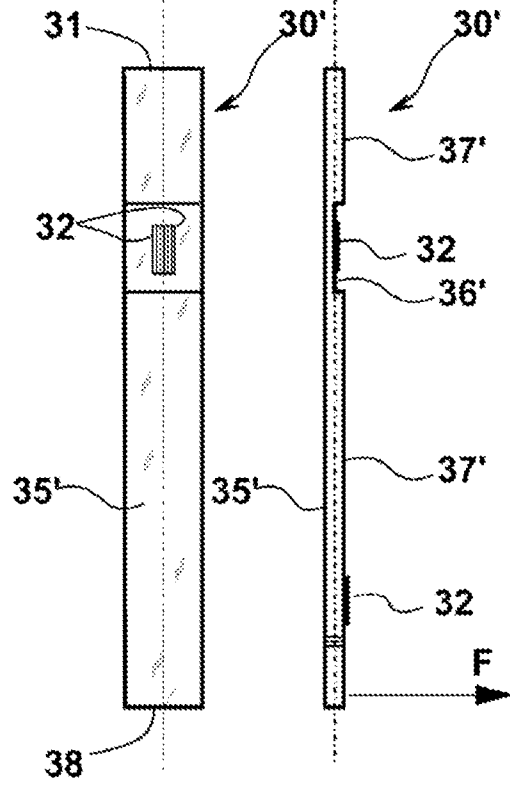


Fig.12

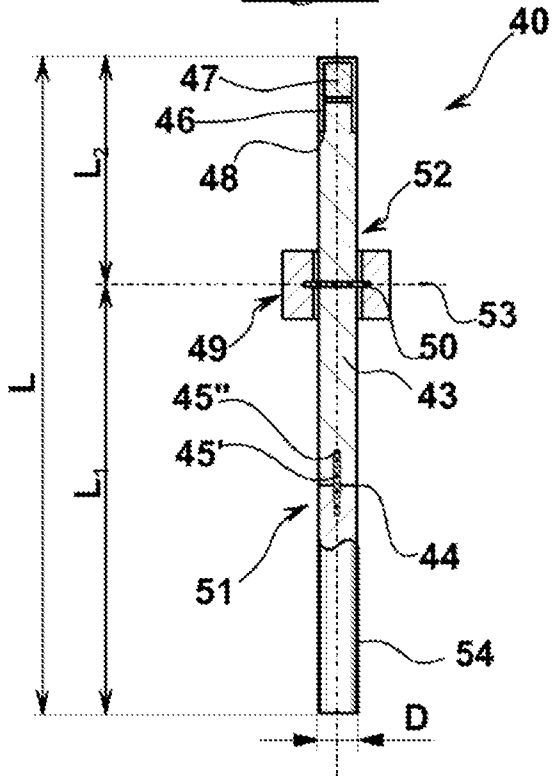


Fig.13

