

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 841**

51 Int. Cl.:

G01F 1/66 (2012.01)

G01F 1/74 (2006.01)

G01N 29/032 (2006.01)

G01F 1/667 (2012.01)

G01N 29/024 (2006.01)

G01N 29/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2021** **E 21169565 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022** **EP 3901587**

54 Título: **Procedimiento de medición ultrasónica teniendo en cuenta la cantidad de burbujas de gas**

30 Prioridad:

22.04.2020 FR 2004030

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

02.12.2022

73 Titular/es:

SAGEMCOM ENERGY & TELECOM SAS (100.0%)
250 Route de l'Empereur
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

TEBOULLE, HENRI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 929 841 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

Procedimiento de medición ultrasónica teniendo en cuenta la cantidad de burbujas de gas

- 5 La invención se refiere al campo de los dispositivos de medición ultrasónica, que se integran, por ejemplo, en contadores de fluidos.

Antecedentes de la invención

- 10 Los contadores de agua modernos son contadores comunicados que, por supuesto, miden el consumo de agua de la instalación del cliente, pero que también realizan nuevas funciones: detección de fugas, optimización de la facturación, lectura a distancia, etc.

- 15 Mientras que los contadores de agua tradicionales suelen utilizar un dispositivo de medición mecánico, los contadores de agua modernos suelen utilizar un dispositivo de medición ultrasónico.

- 20 Un dispositivo de medición ultrasónica dispone de un tubo por el que circula el agua suministrada a la instalación a una velocidad determinada. Para evaluar el caudal del agua, el dispositivo de medición ultrasónica emite una señal ultrasónica de medición en la tubería, que recorre un trayecto de longitud definida, mide los tiempos de recorrido que tarda la señal ultrasónica de medición en recorrer el trayecto de longitud definida desde aguas arriba hasta aguas abajo y desde aguas abajo hasta aguas arriba, y estima la velocidad del agua, en particular sobre la base de la longitud definida y la diferencia de los tiempos de recorrido.

- 25 Un dispositivo de medición ultrasónica de este tipo presenta una serie de ventajas con respecto a un dispositivo de medición mecánico. En particular, un dispositivo de medición ultrasónica es hermético y no tiene piezas móviles, por lo que no está sujeto a fugas ni a desgaste mecánico: su precisión no se degrada (o se degrada muy poco) con el tiempo.

- 30 Un dispositivo de medición ultrasónica es, sin embargo, sensible a la presencia de burbujas de aire en el agua, que pueden generarse por la aparición de un vórtice, es decir, un remolino que se produce en el flujo de agua. La velocidad del sonido en el aire (unos 340 m/s) es mucho menor que la velocidad del sonido en el agua (unos 1.500 m/s), por lo que la presencia de burbujas de aire puede interferir significativamente en las mediciones del tiempo de recorrido.

- 35 El documento EP 2 717 026 A2 describe un dispositivo de medición ultrasónica de este tipo. Este documento enseña a evaluar la cantidad de burbujas de gas en el fluido, y a emitir una alarma si la cantidad de burbujas es demasiado alta.

- 40 El documento US 4 763 525 A divulga un procedimiento para determinar la cantidad de burbujas de gas en un fluido.

Objeto de la invención

El objeto de la invención es mejorar la precisión de un dispositivo de medición ultrasónica.

- 45 Síntesis de la invención

Para lograr este objetivo, se propone un procedimiento para medir la velocidad de un fluido, que comprende:

- 50 - una fase de medición que comprende las etapas de transmisión de una señal ultrasónica de medición, la adquisición de una señal ultrasónica principal a partir de la señal ultrasónica de medición después de que la señal ultrasónica de medición haya recorrido un camino de longitud definida en el fluido, estando la señal ultrasónica principal destinada a ser analizada para producir una medición actual del tiempo de recorrido de la señal ultrasónica de medición;
- 55 - una fase de validación de la presente medición, que comprende las etapas de adquirir una señal ultrasónica secundaria también derivada de la señal ultrasónica de medición pero retrasada debido a la presencia de burbujas de gas en el fluido, evaluar en la señal ultrasónica secundaria uno o varios primeros parámetros representativos de una cantidad de burbujas de gas en el fluido, y validar o invalidar la presente medición en función del uno o varios primeros parámetros.

- 60 El procedimiento de medición según la invención analiza por lo tanto la señal ultrasónica secundaria para evaluar la cantidad de burbujas de gas en el fluido y determinar así si las burbujas de gas han interferido significativamente con la señal ultrasónica principal.

- 65 El procedimiento de medición es especialmente inteligente: las posibles distorsiones en la señal ultrasónica primaria, que se utiliza para producir la presente medición del tiempo de recorrido, se evalúan no a partir de un análisis de la

propia señal ultrasónica primaria, sino de un análisis de la señal ultrasónica secundaria. La señal ultrasónica secundaria se retrasa debido a la presencia de burbujas de gas que provocan un fenómeno de trayectoria múltiple en el fluido.

5 Si la cantidad de burbujas de gas en el fluido es demasiado grande, la medición actual queda invalidada. Por lo tanto, la precisión de las mediciones mejora al eliminar las mediciones cuya precisión se ve degradada por las burbujas de gas.

10 Se proporciona además un procedimiento de medición como el descrito con anterioridad, en el que el al menos un primer parámetro comprende un número de lóbulos de la señal de ultrasonido secundaria que son mayores o iguales a un umbral de amplitud predefinido, y en el que la presente medición se invalida cuando el número de lóbulos de la señal de ultrasonido secundaria que son mayores o iguales al umbral de amplitud predefinido es mayor que un número predefinido.

15 Se propone además un procedimiento de medición como el descrito con anterioridad, en el que la fase de validación comprende además las etapas de evaluar en la señal ultrasónica secundaria un segundo parámetro o parámetros representativos de la cantidad de burbujas de gas en el fluido, y, si la presente medición es invalidada, sustituir la presente medición por una medición anterior, realizada antes de la presente medición y corregida para el segundo parámetro o parámetros.

20 Se propone además un procedimiento de medición como el descrito con anterioridad, en el que los segundos parámetros comprenden un tiempo particular representativo de un retardo de la señal ultrasónica secundaria y una amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria.

25 Se propone además un procedimiento de medición como el descrito con anterioridad, en el que la corrección de la medición anterior consiste en multiplicar dicha medición anterior por un coeficiente de corrección definido por la siguiente fórmula:

$$M = \min\left(\left(1 - \frac{t_2 - t_1}{(t_{\max} - t_p) - t_1}\right); \left(1 - \frac{U' - U}{U_{\max} - U}\right)\right),$$

30 en donde:

- M es el coeficiente de corrección;
- t_2 es el tiempo particular representativo del retraso de la señal ultrasónica secundaria;
- t_1 es un tiempo de inicio de escucha de la señal ultrasónica secundaria;
- 35 - $t_{\max}$ es una duración entre un tiempo de inicio de escucha t_0 de la señal ultrasónica primaria y un tiempo de fin de escucha de la señal ultrasónica secundaria;
- U es el umbral de amplitud predefinido;
- U' es la amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria;
- $U_{\max}$ es un nivel máximo que ningún lóbulo de la señal ultrasónica secundaria puede superar;
- 40 - t_p es un valor de tiempo predefinido.

Se propone, además, un dispositivo de medición ultrasónica que comprende un transductor ascendente, un transductor descendente y un componente de procesamiento en el que se implementa el procedimiento de medición descrito con anterioridad.

45 También se propone un contador de fluidos que comprende un dispositivo de medición ultrasónica como el descrito con anterioridad.

También se propone un dispositivo médico que comprende un dispositivo de medición ultrasónica como el descrito con anterioridad.

50 Se propone, además, un programa de ordenador que comprende instrucciones que hacen que el dispositivo de medición ultrasónica descrito con anterioridad realice los pasos del procedimiento de medición que se acaba de describir.

55 También se propone un medio de grabación legible por ordenador en el que se graba el programa informático descrito con anterioridad.

La invención se entenderá mejor a la luz de la siguiente descripción de una implementación particular no limitante de

la invención.

Breve descripción de los dibujos

5 Se hace referencia a los dibujos adjuntos, incluyendo:

[Fig. 1] La figura 1 muestra un dispositivo de medición ultrasónica de un contador de agua en el que se aplica la invención;

[Fig. 2] La figura 2 muestra una señal de ultrasonido principal y una señal de ultrasonido secundaria.

10

Descripción detallada de la invención

La invención se implementa aquí en un contador de agua que se utiliza para medir el consumo de agua de la instalación de un cliente. El agua se suministra a la instalación desde una red de distribución de agua.

15

El contador de agua comprende, en primer lugar, un módulo de comunicación que permite que el contador de agua se comunique con un sistema de información (SI) del gestor de la red, posiblemente a través de un concentrador de datos, una pasarela u otro contador (como un contador de agua de distrito comunicado). El módulo de comunicación es capaz de implementar cualquier tipo de comunicación, y por ejemplo la comunicación a través de una red celular del tipo 2G, 3G, 4G, Cat-M o NB-IOT, la comunicación según el protocolo LoRa, la comunicación por radio según el estándar Wize que opera en la frecuencia de 169MHz, etc. El contador de agua transmite las mediciones realizadas al SI a través del módulo de comunicación a intervalos regulares.

20

El contador de agua también dispone de una tubería por la que circula el agua suministrada por la red de distribución de agua hasta la instalación del cliente, y un dispositivo de medición ultrasónica.

25

El dispositivo de medición ultrasónica 1 se muestra en la figura 1.

El agua fluye a través de la tubería de arriba a abajo, como indica la dirección de las flechas F.

30

El dispositivo de medición ultrasónica 1 está compuesto por un transductor de entrada 2a y un transductor de salida 2b. El dispositivo de medición ultrasónica 1 también comprende un módulo de medición 3 conectado al transductor anterior 2a y al transductor posterior 2b.

35

El transductor de entrada 2a y el transductor de salida 2b están emparejados. El transductor anterior 2a y el transductor posterior 2b son aquí transductores piezoeléctricos.

40

El módulo de medición 3 comprende un componente de procesamiento 4 que está adaptado para ejecutar instrucciones de un programa para implementar todos o algunos de los pasos del procedimiento de medición que se describirán a continuación. El componente de procesamiento 4 es, por ejemplo, un procesador, un microcontrolador o un circuito lógico programable como un FPGA (Field Programmable Gate Arrays) o un ASIC (Application Specified Integrated Circuit).

45

El módulo de medición 3 también contiene un convertidor analógico-digital 5 (posiblemente integrado en el componente de procesamiento 4).

El módulo de medición 3 controla el transductor ascendente 2a y el transductor descendente 2b.

50

El transductor ascendente 2a y el transductor descendente 2b desempeñan sucesivamente la función de transmisor de las señales de medición ultrasónicas 6, y la función de receptor de las señales de medición ultrasónicas 7 resultantes de la propagación de las señales de medición ultrasónicas 6 transmitidas por el transmisor.

El módulo de medición 3 genera una señal de excitación eléctrica 8 y suministra al transmisor la señal de excitación eléctrica 8.

55

El transmisor convierte la señal de excitación eléctrica 8 en una señal ultrasónica de medición 6. El módulo de medición 3 adquiere la señal ultrasónica de medición 7 que recibe el receptor.

60

La señal eléctrica de excitación 8 es aquí una señal rectangular que tiene una frecuencia f_{us} y un periodo T_{us} . La frecuencia f_{us} suele estar entre 900 kHz y 4 MHz, y aquí es igual a 1 MHz.

La señal ultrasónica de medición 6 recorre así, entre el transductor 2a de aguas arriba y el transductor 2b de aguas abajo, un camino de longitud definida L de aguas arriba a aguas abajo (y luego de aguas abajo a aguas arriba para la medida en la que es el transductor 2b el que transmite). El trayecto de longitud definida es aquí un trayecto recto entre el transductor 2a aguas arriba y el transductor 2b aguas abajo. La longitud definida L suele ser de 7 cm.

65

En la figura 1, el transductor 2a se muestra como transmisor y el transductor 2b como receptor. Por lo tanto, la señal de excitación eléctrica 8 se aplica a la entrada del transductor 2a anterior para emitir la señal ultrasónica de medición 6. La señal ultrasónica de medición 6 recorre así el trayecto de longitud definida L desde aguas arriba hasta aguas abajo. La señal ultrasónica de medición 6 es emitida por el transmisor con un nivel N_E . La señal ultrasónica de medición 7 es recibida por el receptor con un nivel N_R inferior al nivel N_E .

El módulo de medición 3 adquiere la señal ultrasónica de medición 7 después de haber recorrido el camino de longitud definida en el agua. El módulo de medición 3 digitaliza la señal ultrasónica de medición 7 mediante el convertidor analógico-digital 5 y produce muestras de medición. Para una señal de frecuencia $f_{us} = 1$ MHz, la frecuencia de muestreo suele ser de 4 MHz para cumplir el criterio de Shannon.

El módulo de medición 3 mide el tiempo de recorrido que tarda la señal ultrasónica de medición 6 en recorrer la longitud de trayectoria definida desde aguas arriba hasta aguas abajo.

El módulo de medición 3 mide en realidad un tiempo de transferencia global T_{AB} desde el transductor aguas arriba 2a hasta el transductor aguas abajo 2b.

El tiempo de transferencia global T_{AB} es tal que :

$$T_{AB} = T_{A_A} + T_{OF_{AB}} + T_{R_B},$$

en donde:

- T_{A_A} es el tiempo de encendido del transductor 2a aguas arriba;
- $T_{OF_{AB}}$ es el tiempo de vuelo de la señal ultrasónica de medición 6 para recorrer el camino de longitud definida entre el transductor aguas arriba 2a y el transductor aguas abajo 2b;
- T_{R_B} es un tiempo de recepción del transductor 2b aguas abajo.

Del mismo modo, el transductor 2b situado aguas abajo emite una señal ultrasónica de medición que es recibida por el transductor 2a situado aguas arriba.

El módulo de medición 3 mide el tiempo de transferencia global que es tal que:

$$T_{BA} = T_{A_B} + T_{OF_{BA}} + T_{R_A},$$

en donde:

- T_{A_B} es el tiempo de encendido del transductor 2b de aguas abajo;
- $T_{OF_{BA}}$ es el tiempo de vuelo de la señal ultrasónica de medición para recorrer el trayecto de longitud definida entre el transductor de aguas abajo 2b y el transductor de aguas arriba 2a;
- T_{R_A} es un tiempo de recepción del transductor 2a aguas arriba.

Suponiendo que:

$$T_{A_A} = T_{A_B} \text{ et } T_{R_A} = T_{R_B}$$

(transductores coincidentes), se obtiene:

$$\Delta T = T_{BA} - T_{AB} = T_{OF_{BA}} - T_{OF_{AB}} = D T_{OF},$$

en donde $D T_{OF}$ es el tiempo de vuelo diferencial (*Differential Time of Flight*).

Sin embargo, la $D T_{OF}$ es proporcional a la velocidad media del agua, y el módulo de medición 3 calcula la velocidad media del agua utilizando la $D T_{OF}$. La velocidad media tiene signo y puede ser positiva, negativa o cero.

El módulo de medición 3 deduce entonces, a partir de la velocidad media, el caudal de agua en la tubería y, a partir del caudal de agua, el volumen de agua consumido por la instalación.

Sin embargo, la señal ultrasónica de medición 6, al propagarse en el agua, puede verse perturbada por la presencia de burbujas de aire en el agua.

Debido a estas burbujas de aire, el receptor no recibe una única señal asociada a una señal ultrasónica de medición recién transmitida 6, sino una pluralidad de señales que incluyen una señal ultrasónica primaria y una o más señales ultrasónicas secundarias que llegan con cierto retraso respecto a la señal ultrasónica primaria.

Cada señal ultrasónica secundaria corresponde a una porción de la señal ultrasónica de medición que ha atravesado las burbujas de aire antes de llegar al receptor. La(s) señal(es) ultrasónica(s) secundaria(s) es(son), por tanto, el resultado de un fenómeno de multitrayectoria: mientras que una parte principal de la señal ultrasónica de medición se propaga directamente a través del agua para llegar al transductor que actúa como receptor, formando así la señal ultrasónica principal, una(s) parte(s) secundaria(s) de la señal ultrasónica de medición se propaga a través de las burbujas de aire y, por tanto, llega al receptor con un cierto retraso (como un eco).

El componente de procesamiento 4 no puede detectar, a partir de la señal principal de ultrasonidos, si ésta ha sido o no significativamente perturbada.

Sin embargo, la exactitud de la medición del tiempo de recorrido debe ser extremadamente precisa (en el rango de los ps), y la más mínima distorsión de la señal puede ser fatal.

El procedimiento de medición según la invención consiste, por lo tanto, en adquirir (al menos) una señal ultrasónica secundaria, analizar la señal ultrasónica secundaria y determinar a partir de este análisis si la señal ultrasónica principal es apta o no para la medición.

El procedimiento de medición según la invención comprende, por tanto, fases de medición y fases de validación.

Durante cada fase de medición, el dispositivo de medición ultrasónica 1 adquiere una señal ultrasónica principal para producir una medición del tiempo de recorrido de la corriente.

Las fases de medición se repiten regularmente. En este caso, se realizan 8 mediciones de tiempo de recorrido aguas arriba-aguas abajo y 8 aguas abajo-aguas arriba por segundo.

El procedimiento de medición según la invención comprende también, para cada fase de medición, una fase de validación, durante la cual el dispositivo de medición ultrasónica 1 adquiere una señal ultrasónica secundaria, cuyo análisis permite validar o invalidar la medición del tiempo de recorrido actual realizada durante dicha fase de medición.

Las fases de validación permiten mejorar la precisión de las mediciones filtrando las realizadas cuando hay demasiadas burbujas de aire (es decir, ignorando las mediciones).

Cada fase de medición se lleva a cabo de la siguiente manera. El componente de procesamiento 4 del módulo de medición 3 emite una señal ultrasónica de medición a través de uno de los transductores 2 (aguas arriba 2a o aguas abajo 2b) que actúa como transmisor. A continuación, con referencia a la figura 2, el componente de procesamiento 4 adquiere, a través del otro de los transductores 2 (aguas abajo 2b o aguas arriba 2a), que actúa entonces como receptor, una señal ultrasónica principal 10 de la señal ultrasónica de medición después de que la señal ultrasónica de medición haya recorrido el camino de longitud definida en el fluido.

Para adquirir la señal ultrasónica principal 10, el dispositivo de medición ultrasónica 1 inicia una ventana de escucha principal a partir del tiempo de inicio de escucha t_0 de la señal ultrasónica principal 10. La ventana principal de escucha tiene una duración de 25 ps.

La señal ultrasónica principal 10 es muestreada por el convertidor analógico-digital 5 del módulo de medición 3 y, a continuación, analizada por el componente de procesamiento 4 del módulo de medición 3 para producir una medición del tiempo de recorrido actual de la señal ultrasónica de medición.

El análisis puede comprender, por ejemplo, la determinación del momento de aparición de un lóbulo predeterminado de la señal principal de ultrasonidos 10. El tiempo de ocurrencia es, por ejemplo, el tiempo de ocurrencia de un borde descendente del lóbulo predeterminado. El tiempo de ocurrencia es un tiempo de cruce de cero que puede ser medido por un procedimiento de cruce de cero.

El lóbulo predeterminado es, por ejemplo, un lóbulo i (es decir, por ejemplo, el cuarto o quinto lóbulo) de la señal de ultrasonido principal 10 después de que una amplitud de la señal de ultrasonido principal 10 haya superado un nivel predeterminado.

A continuación, el dispositivo de medición ultrasónica 1 implementa una fase de validación, asociada a la fase de medición que se acaba de describir, para determinar si la señal ultrasónica principal 10 es o no apta para la medición.

La fase de validación consiste, en primer lugar, en intentar adquirir una señal ultrasónica secundaria 11 que también se deriva de la señal ultrasónica de medición, pero retrasada debido a la presencia de burbujas de aire en el agua.

- 5 Para adquirir la señal ultrasónica secundaria 11, el dispositivo de medición ultrasónica 1 inicia una ventana de escucha secundaria a partir del tiempo de inicio de escucha t_1 de la señal ultrasónica secundaria 11. La hora de inicio de la escucha t_1 es tal que:

$$t_1 = t_0 + t_{ec}.$$

- 10 Aquí, $t_{ec} = 80 \mu s$.

El aparato de medición ultrasónica 1 escucha hasta el tiempo $t_0 + t_{m\acute{a}x}$, en donde $t_{m\acute{a}x}$ es el tiempo transcurrido entre la hora de inicio t_0 de la señal ultrasónica principal 10 y la hora de finalización de la señal ultrasónica secundaria 11.

- 15 Aquí, $t_{m\acute{a}x} = 200 \mu s$.

El componente de procesamiento 4 evalúa entonces la señal ultrasónica secundaria 11 para uno o más primeros parámetros representativos de una cantidad de burbujas de aire en el agua, y valida o invalida la medición del tiempo de recorrido actual en función de uno o más primeros parámetros.

- 20 Aquí, el uno o más primeros parámetros comprenden un número de lóbulos de la señal de ultrasonido secundaria 11 que son mayores o iguales a un umbral de amplitud predefinido U .

- 25 La presente medición se invalida cuando el número de lóbulos de la señal de ultrasonido secundaria 11, que son mayores o iguales al umbral de amplitud predefinido U , es mayor que un número predefinido.

El número predefinido aquí es 5.

- 30 Así, si el componente de procesamiento 4 detecta más de 5 lóbulos $\geq U$, entonces el componente de procesamiento 4 considera que hay suficientes burbujas de aire en el agua para perturbar significativamente la medición actual. Por tanto, la medición de la corriente queda invalidada y no sirve para estimar el caudal de agua y, por tanto, el volumen de agua consumido por la instalación.

- 35 La fase de validación comprende además las etapas de evaluar en la señal ultrasónica secundaria 11 un segundo parámetro o parámetros representativos de la cantidad de burbujas de aire en el agua, y, si la presente medición es invalidada, sustituir la presente medición por una medición anterior, realizada dentro del mismo período de 1 s pero antes de la presente medición, y corregida para el segundo parámetro o parámetros.

- 40 Los segundos parámetros incluyen aquí un tiempo particular representativo del retardo de la señal ultrasónica secundaria 11 y una amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria 11.

El retraso de la señal ultrasónica secundaria 11 (a la derecha de t_1) y su amplitud máxima dan una idea de la cantidad de burbujas de aire que han perturbado la presente medición.

- 45 El tiempo particular t_2 es aquí el tiempo en el que el primer lóbulo de la señal secundaria de ultrasonidos 11 pasa por 0 en dirección descendente (evaluado por "Zero Crossing"), superando el umbral de amplitud predefinido U .

La corrección de la medición anterior, que sustituye a la actual, consiste en multiplicar la medición anterior por un coeficiente de corrección definido por la siguiente fórmula:

$$M = \min\left(\left(1 - \frac{t_2 - t_1}{(t_{max} - t_p) - t_1}\right); \left(1 - \frac{U' - U}{U_{max} - U}\right)\right),$$

- 50 en donde:

- M es el coeficiente de corrección;
- t_2 es el tiempo particular representativo del retraso de la señal ultrasónica secundaria 11;
- t_1 es el tiempo de inicio de la escucha de la señal ultrasónica secundaria 11;
- $t_{m\acute{a}x}$ es la duración entre la hora de inicio de la escucha t_0 de la señal ultrasónica principal 10 y la hora de finalización de la escucha de la señal ultrasónica secundaria 11;

- U es el umbral de amplitud predefinido;
- U' es la amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria 11;
- $U_{\text{máx}}$ es un nivel máximo que ningún lóbulo de la señal ultrasónica secundaria 11 superará;
- t_p es un valor de tiempo predefinido.

- 5 En lugar de la medición actual, se utiliza un porcentaje de la medición anterior.
- 10 Cuando mayor sea el retardo y/o mayor sea la amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria 11, mayor será el nivel de burbujas de aire y, por lo tanto, menor será el valor de la medición anterior.
- 15 El valor de tiempo predefinido t_p permite que al menos 5 lóbulos de la señal ultrasónica secundaria 11 alcancen o superen el umbral de amplitud predefinido U.
- 20 Por lo tanto, hemos visto que, en el caso de la presencia significativa de burbujas de aire, la presente medición no se tendrá en cuenta. Sin embargo, si a lo largo de un segundo no se tienen en cuenta las 8 mediciones, el valor medio se sustituye por el medido en el segundo siguiente. Si durante 3 segundos consecutivos no se tienen en cuenta las 8 mediciones, estas se consideran nulas.
- 25 Por supuesto, la invención no se limita a la realización descrita, sino que incluye cualquier variante que entre en el ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones.
- 30 Se ha visto que si la cantidad de burbujas de aire es demasiado grande, la medición del tiempo de recorrido actual queda invalidada. La invalidación de la presente medición puede tener lugar después de que se haya evaluado el tiempo de recorrido, como se ha descrito aquí, o antes: puede perfectamente planearse analizar la señal ultrasónica secundaria antes de analizar la señal ultrasónica principal, e invalidar así la presente medición (a partir del análisis de la señal ultrasónica secundaria) sin ni siquiera haber evaluado el tiempo de recorrido a partir de la señal ultrasónica principal.
- 35 Aunque este no es el caso, el primer parámetro podría ser idéntico al segundo.
- El contador, que incorpora el dispositivo de medición ultrasónica en el que se implementa la invención, no es necesariamente un contador de agua, sino que puede ser un contador para cualquier fluido que pueda contener burbujas gaseosas. El fluido en cuestión es, por ejemplo, un líquido distinto del agua, o el aceite.
- El dispositivo de medición ultrasónica no está necesariamente integrado en un contador, sino que podría estar integrado en otro tipo de dispositivo, por ejemplo en un dispositivo médico que necesite medir el flujo sanguíneo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición de una velocidad de un fluido, que comprende:

- una fase de medición que comprende las etapas de emisión de una señal ultrasónica de medición, la adquisición de una señal ultrasónica principal (10) a partir de la señal ultrasónica de medición después de que la señal ultrasónica de medición haya recorrido un trayecto de longitud definida (L) en el fluido, estando la señal ultrasónica principal (10) destinada a ser analizada para producir una medición actual del tiempo de recorrido de la señal ultrasónica de medición; estando caracterizado el procedimiento de medición porque comprende, además, una fase de validación de la presente medición, que comprende las etapas de adquirir una señal ultrasónica secundaria (11) también procedente de la señal ultrasónica de medición pero retrasada por la presencia de burbujas gaseosas en el fluido, evaluar en la señal ultrasónica secundaria (11) uno o varios primeros parámetros representativos de una cantidad de burbujas gaseosas en el fluido, y validar o invalidar la presente medición en función del o de los primeros parámetros.

2. Procedimiento de medición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el o los primeros parámetros comprenden un número de lóbulos de la señal ultrasónica secundaria (11) que son mayores o iguales a un umbral de amplitud predefinido (U), y en donde la presente medición se invalida cuando el número de lóbulos de la señal ultrasónica secundaria (11) que son mayores o iguales al umbral de amplitud predefinido (U) es mayor que un número predefinido.

3. Procedimiento de medición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la fase de validación comprende, además, las etapas de evaluar en la señal ultrasónica secundaria (11) uno o más segundos parámetros representativos de la cantidad de burbujas de gas en el fluido, y, si la presente medición es invalidada, sustituir la presente medición por una medición anterior, realizada antes de la presente medición y corregida en función del o de los segundos parámetros.

4. Procedimiento de medición de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los segundos parámetros comprenden un tiempo particular (t_2) representativo de un retraso de la señal ultrasónica secundaria (11) y una amplitud máxima (U') de la señal ultrasónica secundaria (11).

5. Procedimiento de medición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4, en donde la corrección de la medición anterior comprende multiplicar dicha medición anterior por un coeficiente de corrección definido por la siguiente fórmula:

$$M = \min\left(\left(1 - \frac{t_2 - t_1}{(t_{\max} - t_p) - t_1}\right); \left(1 - \frac{U' - U}{U_{\max} - U}\right)\right),$$

en donde:

- M es el coeficiente de corrección;
- t_2 es el tiempo particular representativo del retraso de la señal ultrasónica secundaria (11);
- t_1 es un tiempo de inicio de escucha de la señal ultrasónica secundaria (11);
- $t_{\max}$ es una duración entre un tiempo de inicio de escucha t_0 de la señal ultrasónica primaria (10) y un tiempo de fin de escucha de la señal ultrasónica secundaria (11)
- U es el umbral de amplitud predefinido;
- U' es la amplitud máxima de la señal ultrasónica secundaria (11);
- $U_{\max}$ es un nivel máximo que ningún lóbulo de la señal ultrasónica secundaria (11) podrá superar;
- t_p es un valor de tiempo predefinido.

6. Dispositivo de medición ultrasónica que comprende un transductor de entrada (2a), un transductor de salida (2b) y un componente de procesamiento (4), en el que se lleva a cabo el procedimiento de medición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7. Contador de fluidos que comprende un dispositivo de medición ultrasónica de acuerdo con la reivindicación 6.

8. Dispositivo médico que comprende un dispositivo de medición ultrasónica de acuerdo con la reivindicación 6.

9. Programa informático que comprende instrucciones que hacen que el dispositivo de medición ultrasónica de acuerdo con la reivindicación 6 realice las etapas del procedimiento de medición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

10. Medio de almacenamiento legible por ordenador en el que se almacena el programa informático de acuerdo con la reivindicación 9.

Fig. 1

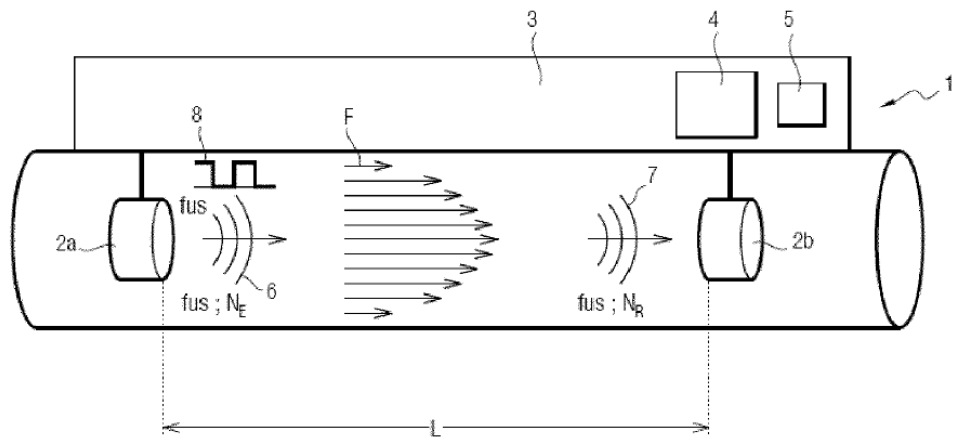


Fig. 2

