

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 109**

51 Int. Cl.:

G05D 23/13 (2006.01)

G01F 1/66 (2012.01)

G01F 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2019 E 19179644 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 3584665**

54 Título: **Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de alta dinámica de regulación y método de funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

19.06.2018 ES 201830599

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

13.11.2024

73 Titular/es:

**SEDAL, S.L. (100.0%)
Pol. Ind. Can Sunyer, C. de la Química, 2-12
08740 Sant Andreu De la Barca, ES**

72 Inventor/es:

**SALAS ARRANZ, ISAAC y
BELLO LARROCHE, RAFAEL**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 987 109 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 de mezcla de líquidos con control electrónico de alta dinámica de regulación y método de funcionamiento del mismo

5

La presente invención se refiere a un método de funcionamiento de un dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación del caudal, así como también se refiere a un dispositivo de mezcla de líquidos con un sistema de control y regulación electrónica.

10

Antecedentes de la invención

Dentro de la utilización de la mezcla de líquidos, la aplicación más extendida y conocida se enmarca en el campo del suministro de agua sanitaria. La tradicional mezcla de agua caliente y fría se ha realizado habitualmente mediante un sistema mecánico de actuación directa y manual sobre una o varias palancas de mando de un grifo, para así poder el usuario variar la cantidad y temperatura del agua mezclada que le es suministrada por el caño del grifo.

Estos sistemas manuales, de claras limitaciones en la obtención de confort del agua suministrada a lo largo del tiempo de uso, así como en la prevención de posibles riesgos asociados al suministro de agua a una cierta temperatura, aunque dispongan de una regulación manual consignada por el usuario y se mantenga en dicha posición, en la que un primer momento se obtienen los parámetros de temperatura y caudal del agua suministrada deseados, las posibles variaciones de las condiciones de suministro de las diferentes líneas, ya sea temperatura y/o presión de cada una de ellas, afectarían a la temperatura y caudal de la mezcla suministrados sin que se hayan modificado dichos medios de regulación manuales.

Se pueden producir, incluso, condiciones extremas como la rotura o corte de una línea de suministro, con la consiguiente interrupción brusca del suministro de la correspondiente línea de alimentación, teniendo en un intervalo de tiempo muy breve el paso de agua mezclada a una temperatura de confort deseada a tener exclusivamente agua de la línea de suministro no interrumpida, sea agua fría o agua caliente. Las consecuencias para el usuario resultan evidentes, pudiendo llegar a producir shock térmico y quemaduras severas.

Para mejorar en aplicaciones sanitarias la estabilidad del suministro de agua mezclada frente a variaciones en las condiciones de suministro del agua en las líneas de alimentación de agua fría y caliente, fundamentalmente variaciones de presión y temperatura, se conocen en el estado de la técnica dispositivos mezcladores de agua con sistema de control electrónico que, habitualmente, utilizan la información recabada por uno o varios sensores ubicados a lo largo de la instalación hidráulica, normalmente en las líneas de suministro y/o la cámara de mezcla, para regular la mezcla a suministrar por medio de uno o varios actuadores, donde dichos actuadores varían y ajustan el caudal de agua fría y agua caliente que se aportan de cada línea de suministro a la mezcla.

El conjunto de sensores que recaban la información en los sistemas de control electrónicos de los dispositivos de mezcla conocidos, según el tipo y tecnología utilizados, como por ejemplo turbinas generadoras de campos magnéticos, hélices y turbinas mecánicas o caudalímetros mecánicos volumétricos, acostumbran a requerir de un tiempo prudencial para el correcto cálculo del parámetro que se mide, donde dicho tiempo de cálculo puede incluso variar dentro del rango de medición válido del sensor, ya que la frecuencia de las señales que permiten determinar el caudal del fluido es normalmente directamente proporcional al caudal circulante. Por ejemplo, en la regulación a bajos caudales, cambios en caudales derivados de variaciones en las condiciones de presión de las líneas de alimentación se determinan con un retraso significativo que impide una reacción de los elementos de regulación suficientemente rápida que permita evitar los problemas de confort provocados por los cambios en las condiciones de suministro indicados.

Otro ejemplo de sensores que presentan una considerable demora temporal entre las condiciones reales instantáneas del parámetro que se mide y la disponibilidad de la información relativa a esas condiciones reales,

puede encontrarse en las sondas de temperatura convencionales que incorporan resistencias calibradas o semiconductores que varían su impedancia con la temperatura, estando estos elementos sensibles a la temperatura encapsulados y, por tanto, presentando una cierta impedancia e inercia térmicas. Este retraso es a su vez variable y dependiente de la velocidad del fluido en las proximidades de la sonda debido a que la
5 transmisión de calor del medio a la sonda está relacionada con el coeficiente de convección, el cual puede variar de forma significativa de nuevo con la velocidad del fluido en las proximidades de la sonda. La demora temporal existente entre las condiciones del fluido en un momento determinado y el momento en que esas condiciones se reflejan en la medida de la sonda afectan a la velocidad posible de regulación de los medios de regulación en situaciones transitorias de dichas condiciones y en las consecuencias derivadas de dicho retraso,
10 como una mezcla cuya temperatura no coincide con la temperatura de consigna.

Existen múltiples realizaciones técnicas habitualmente utilizadas como medios de regulación, es decir, tipos distintos de actuadores que realizan la variación y ajuste del valor del caudal de paso de cada línea de suministro. Las características intrínsecas a las diferentes tecnologías utilizadas, así como la ejecución
15 específica de su implementación en cada aplicación concreta también influyen en la capacidad de los actuadores de reaccionar y ajustar su estado a cambios de consigna enviados desde el control con mayor o menor rapidez, esto es la capacidad de respuesta dinámica de los mismos. Son habitualmente utilizados por ejemplo motores eléctricos con y sin supervisión de posición, como motores paso a paso y servomotores, que actúan habitualmente de forma directa o a través de reductoras sobre llaves mecánicas de paso de flujo de
20 distintos tipos. Las inercias de sus masas, los rozamientos de sus distintos elementos, las limitaciones de par motor disponible en ejecuciones con limitaciones de espacio o de alimentación eléctrica etc. son aspectos limitantes en aquellas aplicaciones que requieren de alta capacidad de respuesta dinámica para regular satisfactoriamente el flujo. Existen también otros tipos de actuadores, como por ejemplo las electroválvulas proporcionales comandadas por ejemplo por modulación de ancho de pulsos que, en determinadas
25 aplicaciones, en algunas ejecuciones especiales y con electrónicas de control adecuadas ofrecen respuestas dinámicas notablemente superiores a las de los motores anteriormente mencionados, siendo también competitivas en términos de consumo eléctrico y espacio necesario para su realización.

También se conoce en el estado de la técnica la utilización de transductores de ultrasonidos para determinar
30 la velocidad media instantánea, así como la temperatura media instantánea de un medio fluido conocido que circula por un conducto de geometría conocida en el cual se hallan ubicados dichos transductores de ultrasonidos.

Los documentos FR2608717, KR20090109836, EP0657021 y Chul-Ho Lee et al: "An implementatio of
35 ultrasonic wáter meter using dToF measurement" Cogent Engineering, vol. 4, num 1, 29 agosto 2017 (2017-08-29) divulga métodos de funcionamiento de un dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de caudal de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un dispositivo de mezcla de líquidos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 3. determinar la posición del mano de dicho grifo electrónico.

40 Descripción de la invención

El dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de alta dinámica de regulación y su método de funcionamiento de acuerdo con la presente invención consiguen resolver los inconvenientes citados, presentando otras ventajas que se describirán en la presente memoria.
45

La presente invención tiene como objetivo la realización de un dispositivo de mezcla con sistema de control electrónico caracterizado por una alta dinámica de respuesta en la regulación de la mezcla frente a cambios en las características de temperatura y presión de los líquidos suministrados. Esto es posible gracias a la medición
50 cuasi instantánea de los valores de caudal y temperatura de dichos líquidos suministrados en cada una de las líneas de suministro de fluido y de la regulación del caudal parcial de cada uno de ellos por medio de actuadores de elevada dinámica que varían y ajustan el flujo de todos y cada uno de los líquidos de forma individual y coordinada para la obtención y mantenimiento de las condiciones demandadas de líquido mezclado, resultante del paso por el dispositivo, de acuerdo a los parámetros de caudal y temperatura consignados por el usuario o por los valores preprogramados por una CPU o sistemas similares de indicación al dispositivo de las

características del líquido mezclado a suministrar.

Para la determinación del caudal instantáneo y la temperatura media instantánea de los fluidos que circulan por las distintas líneas de suministro al dispositivo mezclador, la invención utiliza el principio de medición por ultrasonidos, el cual permite realizar un número elevado de mediciones en un intervalo breve de tiempo, pudiendo ser del orden de hasta varios centenares de hertzios, y siendo además el número de mediciones, a diferencia de otros principios de medición de caudal y temperatura, independiente de la velocidad del fluido. Ello supone una ventaja evidente para un dispositivo mezclador como el objeto de esta invención ya que de esta forma es posible obtener cada pocos milisegundos información de los transductores la cual, ingresada en el algoritmo de cálculo, permite disponer inmediatamente y con una cadencia elevada de los datos de caudal instantáneo y temperatura instantánea necesarios para alimentar el algoritmo de regulación de las electroválvulas proporcionales.

La velocidad de propagación de una onda sonora en una dirección y sentido específicos en un líquido depende de varios factores, entre ellos del líquido en que se propaga, por ejemplo agua dulce, y la velocidad del líquido en esa dirección y sentido. El principio básico de funcionamiento de los caudalímetros ultrasónicos consiste en medir la diferencia de tiempos que tardan un par de pulsos sonoros en recorrer una distancia conocida en un fluido conocido en un conducto de geometría conocida, uno de los cuales se propaga a favor del flujo y el otro en contra del flujo, esto es en la misma dirección y sentidos contrarios, y a partir de estos tiempos determinar mediante cálculo la velocidad instantánea y la temperatura media instantánea del fluido que atraviesa dicho conducto en el tramo donde se realiza la medición.

La velocidad de propagación de una onda sonora en un medio fluido varía típicamente con la temperatura a la que se halla el medio en el que se propaga dicha onda. Puede darse el caso que el líquido, como pasa con el agua dulce en estado líquido, tenga que su velocidad de propagación aumenta a medida que la temperatura del agua aumenta, presentando un máximo, que en el ejemplo del agua dulce es en torno a los 73°C, a partir del cual la velocidad de propagación disminuye a medida que la temperatura continúa aumentando hasta llegar a la temperatura de ebullición. De ello resulta que para un determinado rango de temperaturas del líquido, conocida la distancia entre los transductores y a partir del dato también conocido de velocidad de propagación de las ondas en ese líquido, no se puede determinar de forma unívoca la temperatura de dicho líquido, ya que existen dos posibles soluciones, una que corresponde a una temperatura inferior a la del punto máximo o de inflexión de la curva temperatura-velocidad, y otra que corresponde a una temperatura superior a la de dicho punto de inflexión.

Por lo tanto, si por alguna de las líneas de suministro del dispositivo mezclador fluye líquido a una temperatura que se halla dentro de dicho rango de temperaturas es imposible determinar de forma unívoca por el principio de medición por ultrasonidos exclusivamente la temperatura del líquido de esa línea. Esto presenta un problema evidente para sistemas de mezclado líquidos, como por ejemplo es el de agua fría y caliente, en los que típicamente la temperatura de suministro del agua caliente puede sobrepasar el punto de inflexión de la curva velocidad-temperatura a 73°C.

En la presente invención, de manera ventajosa, se dispone de un dispositivo de mezcla con control electrónico con dos o más líneas de suministro de líquido a mezclar en el que cada una de las líneas de suministro dispone de un tramo en el que colocan, al menos, dos transductores de ultrasonidos de manera que actúen uno como emisor de ondas sonoras y el otro como receptor de las mismas, y viceversa, realizando medidas a favor de corriente, y a contracorriente.

Como mínimo, en aquellas líneas de suministro de líquido en las que la temperatura del mismo pueda hallarse, por las características del suministro, en el rango de incertidumbre mencionado anteriormente, el dispositivo, para discriminar el lado de la curva velocidad-temperatura al que corresponde la medida de velocidad determinada a través del principio de medición por ultrasonidos y, por tanto, resolver de forma unívoca la temperatura del líquido, incorpora ventajosamente en las proximidades de los transductores de ultrasonidos un segundo sensor basado en otra de las tecnologías existentes y capaz de determinar de forma unívoca si la temperatura del medio líquido se halla por encima o por debajo del punto máximo de la curva de velocidad de

propagación con respecto de la temperatura de dicho líquido.

Este segundo sensor auxiliar no tiene utilidad práctica como elemento primario para la determinación de la temperatura de líquidos en las líneas de suministro de un dispositivo de alta dinámica de regulación, debido a la lentitud que presenta en la medición en comparación con la tecnología de medición por ultrasonidos y el consecuente efecto negativo que produce en dicha dinámica de regulación. Solamente el sistema de control consultará los datos que proporciona este segundo sensor auxiliar en caso de tener un valor de velocidad de propagación de la onda sonora obtenido por el sistema medición por ultrasonidos que esté comprendido en el rango de valores que no permitan determinar de forma unívoca la temperatura por este método y exclusivamente para determinar el lado de la curva velocidad-temperatura en el que se halla la temperatura a la que corresponde la velocidad medida.

Como se ha dicho, este sensor auxiliar adicional de temperatura solamente requiere ser instalado en aquellas líneas por las que fluya un líquido cuyas propiedades y rango de temperaturas previsible puedan provocar dicha incerteza, con lo que preferentemente solamente se instalarán en dichas líneas, con el consiguiente ahorro en sensores de temperatura correspondiente al resto de líneas de suministro de líquidos a mezclar que no lo necesiten.

Dicho segundo sensor de temperatura se coloca preferentemente en la línea hidráulica a continuación del tramo de medida de los transductores en el sentido del flujo del líquido, para no generar turbulencias en el líquido que pudieran afectar a las medidas realizadas por los transductores.

Las informaciones proporcionadas por los sensores, transductores y sonda de temperatura auxiliar, son procesadas por el sistema de control electrónico, al que se conectan dichos sensores, en sus habituales medios de computación utilizando algoritmos y fórmulas de cálculo que incorporan información adicional relativa a las dimensiones conocidas de los conductos en los tramos de medición y a los líquidos utilizados. Los datos de caudal instantáneo y temperatura media instantánea son aportados al algoritmo de regulación de los actuadores, los cuales modifican adecuadamente la restricción al paso de los distintos fluidos aumentando o disminuyendo el caudal de las líneas de suministro que permiten al dispositivo entregar la mezcla de acuerdo con los valores de la consigna dados por ejemplo por el usuario a través del interfaz de comando del dispositivo mezclador. Estos actuadores son elementos capaces de variar de forma muy rápida la restricción al paso de fluidos de acuerdo con las órdenes del sistema de control electrónico, como preferentemente son las electroválvulas de control proporcional.

Los diferentes componentes del dispositivo de mezcla de líquido como son, al menos, las líneas de suministro de líquidos, los tramos de medición de cada una de las líneas de suministro con sus correspondientes sensores, los medios de regulación de caudal entregado a la mezcla para cada una de las líneas de suministro, la cámara de mezcla y cada una de las líneas de salida del líquido mezclado, se encuentran configurados de manera que, preferentemente, se instalan en una misma carcasa para formar un conjunto de suministro de mezcla de líquidos junto con, al menos, un grifo, un dispositivo de comando, integrado en el grifo o fuera de él y los medios necesarios para la instalación de los mismos.

Cada una de las entradas de las líneas de suministro conecta con su correspondiente tramo de medición, en el cual se sitúan dos transductores conectados a los medios de procesamiento del sistema de control, estando las superficies de los transductores que emiten y reciben las ondas de presión propagadas por el medio, preferentemente directamente enfrentadas y alineadas con la dirección del flujo, a una distancia conocida, en contacto directo con el medio pero en la medida de lo posible fuera del recorrido del flujo del líquido para no influir en exceso en el dicho flujo creando más turbulencias, no generando cavidades ciegas donde por sedimentación se pudieran depositar partículas sólidas de arrastre o en suspensión en el líquido que pudieran interferir en la medición a lo largo de la vida útil del dispositivo mezclador.

Dentro la variabilidad de los conductos utilizados en las líneas de suministro de líquidos y, en concreto, en los dispositivos de mezcla con control electrónico, se utilizan conductos de diámetro comprendidos, preferentemente, entre 8 mm y 30 mm. Con estas medidas, se ha ensayado y comprobado que la separación

entre transductores no debe ser inferior a 30 mm, ya que separaciones inferiores tienen un porcentaje de error superior al 5 % en la lectura de caudales, debido a las perturbaciones locales de flujo que se han comprobado que son causadas por los transductores en las zonas adyacentes a estos. Por encima de esta separación de 30 mm, para dicho rango de diámetros aplicado en los conductos del tramo de medida, es posible obtener una
5 medida de caudales y temperaturas suficientemente precisa.

Del mismo modo, se ha ensayado y comprobado que, para dichos diámetros, la separación no debe a su vez ser, preferentemente, superior a 250 mm para no sufrir una atenuación de la señal recibida inaceptablemente alta, con amplitud inferior a 10 mV para tensión de pico de 3 V en el pulso de emisión y difícilmente procesable
10 por la electrónica de control de manera fiable y precisa, y permitir su instalación en las carcasas de dispositivos compactos.

Para poder integrar tramos de medición de longitud suficiente para que las medidas, como se ha indicado, sean aceptablemente precisas en carcasas de formato compacto, junto con los otros elementos que conforman el
15 dispositivo de mezclado de líquidos, los tramos de entrada y salida de líquido a los tramos de medida donde se instalan los transductores enfrentados fuera del recorrido del flujo de líquido, se han dispuesto en los extremos opuestos y, preferentemente, perpendiculares a dichos tramos de medida. En la zona de encuentro de los tramos de entrada y salida con el tramo de medida se ha dispuesto un radio en el codo interior, el cual que disminuye de forma significativa la turbulencia del líquido en el tramo en el que el fluido cambia de dirección
20 y que afectaría de forma significativa a la calidad de las mediciones. Para conductos de diámetro 8 mm a 30 mm el radio del codo interior es de 2 mm a 10 mm eliminando así, en el rango de caudales de 0,1 – 25 l/min, desprendimientos de capa límite en el vértice de encuentro de los dos tubos que generan turbulencias locales y reflujos. Las ejecuciones con radios mayores ocupan más volumen y no contribuyen de manera significativa a mejorar el resultado.

Con el mismo objetivo de disminuir la turbulencia en el tramo de medición, poder tener tramos tan cortos de medida precisa, y de forma opcional, se instalan medios de estabilización o normalización del perfil de velocidades del fluido a lo largo de la sección del conducto en el tramo de entrada en una posición próxima al
25 encuentro con el tramo de medición. De esta forma se reducen las fuerzas inerciales o convectivas del fluido en la zona central del conducto propiciando el flujo en régimen laminar en el tramo de medición, lo que mejora la precisión de las mediciones efectuadas en cada una de las líneas de suministro de líquidos a mezclar en el dispositivo de mezcla objeto de la presente invención.
30

Una vez pasados dichos tramos de medición, las líneas de suministro con líquidos cuyos rangos de temperatura previsible no permitan la determinación unívoca de la temperatura del fluido por el método de medición por ultrasonidos, incorporan adicionalmente un sensor auxiliar de temperatura, habitualmente con una resistencia calibrada o un semiconductor, en los que varía alguna propiedad eléctrica con la temperatura, tal y como se ha
35 indicado.

Una vez abandonan los líquidos dichas zonas de mediciones, el dispositivo conduce los líquidos hasta los medios de regulación, donde cada medio de regulación para cada línea de suministro está formado, preferentemente, por una electroválvula proporcional que siguiendo las órdenes del sistema de control del dispositivo, varía el paso del líquido de dicha línea para poder obtener la mezcla con las características consignadas por el usuario, pudiendo incluso cerrar totalmente el paso, por ejemplo en caso de que la mezcla
40 resultante pudiera ser peligrosa para el usuario o que distara considerablemente de lo deseado.
45

De este modo, disponemos de un sistema de medición de los parámetros de los flujos de líquido de cada una de las líneas de suministro, así como de una regulación de caudal de cada una de las líneas, con una alta dinámica, lo cual permite al dispositivo reaccionar de una manera prácticamente inmediata ante variaciones de
50 los parámetros de caudal y/o temperatura de los líquidos de las líneas de suministro para mantener las condiciones consignadas del líquido mezclado que se entrega al usuario, todo ello, realizándose en un dispositivo que se adapta a las medidas de carcasas compactas habitualmente disponibles en mercado.

El dispositivo tiene un método de funcionamiento que parte de la consigna del usuario sobre los medios de

mando, grifo u otro medio donde indicar los parámetros de cómo quiere que sea suministrado el líquido, en donde el sistema de control ejecuta diferentes acciones, incluyendo, al menos, los siguientes pasos:

- 5 – excitar eléctricamente un transductor operado como emisor y medir el tiempo que tarda la onda de presión en atravesar el líquido detectando la señal eléctrica generada por el otro transductor operado como receptor. El tiempo que transcurre entre la emisión y la recepción de la señal eléctrica se le denomina tiempo de vuelo.
- 10 – A continuación, se repite el proceso descrito en el paso anterior pero en la dirección contraria, esto es emitiendo una onda de presión desde el transductor que anteriormente operaba como receptor y que en este paso actuará como emisor y midiendo el tiempo que transcurre hasta llegar al otro transductor.
- 15 – El sistema de control gracias a sus medios de procesamiento, con las mediciones de los tiempos de vuelo a favor y en contra del flujo del líquido, y conocidas la geometría del conducto en el tramo de medición entre los dos transductores, la distancia entre los transductores y las propiedades físicas del fluido por el que se propaga la onda de presión, determina la velocidad media instantánea del fluido de forma prácticamente inmediata a partir de la cual se puede calcular el caudal instantáneo que atraviesa el conducto.

- Para cancelar el efecto de la temperatura en el cálculo de la velocidad del sonido, deben medirse los tiempos de vuelo a favor y en contra del flujo. El cálculo de la velocidad del fluido (v) sigue la siguiente formula:

$$20 \quad v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{down} - t_{nusr} + t_{zo}} - \frac{1}{t_{up} - t_{nusr} - t_{zo}} \right)$$

donde

- L es la distancia entre transductores,
- t_{down} es el tiempo de vuelo a favor del flujo,
- 25 – t_{up} es el tiempo de vuelo en contra del flujo,
- t_{nusr} es el tiempo nulo de ejecución de ultrasonido, es decir, el tiempo que tarda la onda sonora en recorrer tramos de la ruta que son perpendiculares a la dirección del flujo (principalmente reflejos en algunas geometrías), y
- t_{zo} el tiempo de vuelo en estado de reposo, es decir a velocidad del flujo de agua igual a cero.
- A continuación, los medios de procesamiento obtienen el caudal de líquido que fluye por el conducto (Q) multiplicando la velocidad calculada por la sección del conducto conocido:

$$30 \quad Q = v * A_{tube}$$

donde

- v es la velocidad media instantánea del flujo y
- A_{tube} la sección del conducto.
- 35 – Una vez calculada también la temperatura con esta medición de alta dinámica, y por lo tanto, con una elevada frecuencia de actualización de información del estado de la cada una de las líneas de líquido de entrada al dispositivo, el sistema de control con los parámetros consignados por el usuario manda las instrucciones a las electroválvulas encargadas de la regulación de la proporción de mezcla de cada una de las líneas, o de cierre para evitar problemas en el suministro.
- 40 – En aquellas líneas de líquido de entrada en el dispositivo que por las razones ya mencionadas incorporan un sensor auxiliar de temperatura, el sistema utiliza la medición de dicho sensor para discernir si la temperatura del líquido se halla en el tramo de temperaturas inferiores al máximo o en el tramo de temperaturas superiores a este máximo que tiene la curva de comportamiento de la velocidad de propagación de la onda según la temperatura del líquido, resolviendo así la incertidumbre ya explicada.
- 45

En la presente descripción, las medidas de geometrías indicadas como diámetros pueden tener su equivalente en secciones de conductos y tramos de diferente geometría a la estrictamente cilíndrica, que tenga sus secciones equivalentes en medidas a las indicadas.

50

Breve descripción de las figuras

Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representan casos prácticos de realización.

5 La figura 1 es una gráfica que muestra la relación entre velocidad de propagación de las ondas sonoras en el agua dulce como la que se suministra habitualmente a través de las redes de distribución para consumo humano y la temperatura de dicha agua.

10 La figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de mezcla de alta dinámica de regulación con sistema de control electrónico para su aplicación en la mezcla de agua sanitaria, teniendo una entrada de agua fría y una entrada de agua caliente, en su caja con la tapa superior retirada. En la presente figura el tramo de medición (14) queda tapado por el tramo de medición (13), tal y como se puede ver por la colocación de los transductores de dicho tramo (14) que sobre salen por su derecha.

15 La figura 3 es una vista en sección del tramo de medida con los transductores conectados.

La figura 4 es una simulación Fluido-Dinámica Computacional en el tramo de medición de 70mm de longitud y diámetro 10mm con una conexión de los conductos de entrada y salida en 90° sin codos que tengan radios interiores.

20 La figura 5 es una simulación Fluido-Dinámica Computacional en el tramo de medición de 70mm de longitud y diámetro 10mm con una conexión de los conductos de entrada y salida en 90° con codos que tienen radios interiores de 2 mm.

25 La figura 6 es una simulación en el tramo de medición de 70mm de longitud y diámetro 10mm con una conexión de los conductos de entrada y salida en 90° con codos que tienen radios interiores de 3 mm.

La figura 7 es una vista en sección del detalle del tramo de medida en su zona de conexión con la línea de suministro de entrada.

30 La figura 8 es una vista en sección de tres posibles líneas de entrada o salida intercambiables según tipo de toma o diámetro.

Descripción de una realización preferida

35 En la presente realización preferida de la invención, se dispone de un dispositivo de mezcla (10) de dos líneas de suministro de agua, caliente (11) y fría (12), con control electrónico de la medición del caudal y temperatura de cada una de las líneas (11, 12) y regulación de la mezcla mediante válvulas proporcionales (15, 16) gobernadas por un sistema de control electrónico (19).

40 Dicho dispositivo de mezcla (10), tal y como se muestra en la figura 2, se incluye en una carcasa protectora (20), que hace compacto el conjunto y en la que se integran el conjunto de las líneas de suministro de entrada (11, 12), los tramos de medida (13, 14), las electroválvulas proporcionales (15, 16), la cámara de mezcla (17) y la línea de salida (18) del agua mezclada al grifo de suministro, no mostrado en las figuras, así como los componentes de procesamiento electrónico correspondientes al sistema de control (19).

45 Los tramos de medición (13, 14) se posicionan a continuación de cada una de las entradas (11, 12) de las líneas de suministro, de forma sensiblemente perpendicular a ellas, disponiendo cada tramo de medición (13, 14) de un transductor de ultrasonidos (21) en cada uno de sus extremos, enfrentados y sin que interfieran ni ellos (21), ni sus elementos asociados, con el flujo del agua evitando turbulencias.

50 Los tramos de medición (13, 14) tienen en la presente realización un diámetro de 10 mm y, tal y como se puede ver en la figura 3, en su conexión con los conductos de entrada y salida a ellos, disponen de un radio interior (22) de 2,5 mm que evita la creación de un flujo turbulento por el cambio brusco de dirección del flujo y que permite disponer de un régimen principalmente laminar en la zona central de dicho flujo de agua en el tramo

de medición (13, 14), permitiendo lecturas de caudal con error inferior al 2% en el rango de caudales 0,1 – 25 l/min.

Se puede observar en las figuras 4, 5 y 6, la diferencia de velocidades que se experimentan en dichas zonas de cambio de dirección según se tiene un radio interior (22) u otro o su ausencia, teniendo en el eje del tramo de medición (13, 14) un régimen de velocidades más estable contra mayor es el radio interior (22), con lo que la medida se realizará con menor distorsión por dichas turbulencias. En concreto, para radios interiores (22) de 2,5 mm, se obtiene una variación de medias de la velocidad del flujo en la sección central del tramo de medición, inferiores al 5% en comparación con la configuración carente de radios en los codos de cambio de dirección del flujo de agua. En dicha configuración sin radios en los codos de cambio de dirección del flujo de agua, en zonas amplias próximas al vértice de entrada al cambio de dirección, puede llegar a producirse incluso inversión del flujo (RF), tal y como se muestra en la figura 4. Como puede verse también en dichas figuras 4, 5 y 6, para radios de codo (22) entre 2 y 3 mm en conductos de diámetro de 10 mm, no se obtiene una gran mejora en el estado laminar del flujo, con lo que aumentos del radio para tener un mejor régimen laminar no son eficientes ya que implica un mayor coste en la fabricación, al tener mayores diámetros de conductos y transductores. Con ello tenemos que el radio de 2,5 mm y, alternativamente el de 3 mm, son los que se consideran idóneos para conductos de tramo de medición (13, 14) con diámetro de 10 mm.

Los transductores ultrasónicos (21) enfrentados, se encuentran en la presente realización a 70 mm en un conducto de diámetro 10 mm, lo que permite tener un margen de error inferior al 2 % en el rango de caudales 0,1 - 25 l/min y, por tanto, suministrar una información fiable y precisa de manera continua al sistema de control electrónico (19), gracias a la obtención de tensiones de lectura por los transductores de pico de onda recibida de aprox. 90 mV y precisa con dicho margen de error inferior al 2%, mencionado anteriormente, facilitando su instalación en carcasas de medidas habituales de entre 100 y 300 mm de longitud en la dirección que se posicionan los tramos de medición.

En realizaciones alternativas, tal y como se ha indicado, se podrán tener tramos de medición (13, 14) con un diámetro comprendido de manera más amplia entre 8 y 30 mm, donde en una alternativa también preferida el diámetro tendrá un valor entre 9 y 15 mm.

Los radios interiores (22) tendrán, alternativamente un valor de 2 mm a 10 mm.

La distancia entre los transductores ultrasónicos (21), de manera alternativa será superior a los 30 mm e inferior a los 250mm, teniendo que, en una realización alternativa también preferente, tendrán un valor de la distancia entre ellos (21) de 60 a 120 mm.

Alternativamente, tal y como se muestra en la figura 7, se pueden incluir filtros de estabilización (30) del régimen de flujo en la línea de entrada al tramo de medición (13, 14), a modo de medios de estabilización o normalización del perfil de velocidades del fluido.

En la línea de agua caliente, de manera posterior a la salida del tramo de medición (13) y de forma previa a la electroválvula proporcional (15) de dicha línea de agua caliente, se instala una sonda de temperatura (23) que se conecta al sistema de control electrónico (19) como sensor de temperatura auxiliar. La información de esta sonda de temperatura (23) auxiliar solamente será requerida por el sistema de control electrónico (19) en el caso que el agua caliente se encuentre en el rango de temperaturas, o próxima a él, que no permite calcular un valor de velocidad de propagación de ondas sonoras unívoco, como se puede apreciar en la figura 1, para los valores de entre 50 °C y 100 °C. Así, esta sonda de temperatura auxiliar (23) permitirá al sistema de control electrónico (19) discernir si el agua se encuentra por encima o por debajo de 73°C, no siendo necesaria una sonda de temperatura para cada línea de agua, ya que la correspondiente a agua fría, al no alcanzar esas temperaturas, gracias al ventajoso método de medición aplicado, permite prescindir de ella (23) siendo suficiente la medición y cálculo realizado por los transductores (21) en el correspondiente tramo de medida (13, 14).

El sistema de control (19) parte de la creación de pulsos en forma de ondas de presión ultrasónica en uno de

los transductores (21), actuando como emisor, para que atravesando el flujo de agua en su mismo sentido, llegue la onda en un determinado tiempo (t_{down}) al transductor (21) enfrentado que actúa como receptor. Inmediatamente después, este transductor (21) que ha actuado como receptor cambia su función a emisor y envía otra onda de presión en sentido contrario al flujo de agua, siendo detectada por el primer transductor en un tiempo determinado (t_{up}).

El sistema de control electrónico (19) dispone de unos medios de procesado que reciben dichas medidas realizadas, las cuales se corresponden con un número elevado de mediciones en un intervalo breve de tiempo, tal y como se ha descrito anteriormente, pudiendo ser del orden de hasta varios centenares de hertzios, en la presente realización aproximadamente 250 Hz, pudiendo obtener cada 4 milisegundos aproximadamente información de los transductores (21), donde dicha información ingresada en el algoritmo de cálculo de los medios de procesado, permite disponer inmediatamente y con una cadencia elevada de los datos de caudal instantáneo y temperatura instantánea necesarios para alimentar el algoritmo de regulación que también disponen los medios de procesado, correspondiente a la regulación de las electroválvulas proporcionales (15, 16).

Como el sistema de control electrónico conoce, por la indicación del programador del sistema, la geometría del conducto en el tramo de medición (13, 14), la distancia entre los transductores (21) y las propiedades físicas del agua por la que se propaga la onda de presión, determina la velocidad media instantánea del agua de forma prácticamente inmediata a partir de la cual se puede calcular el caudal instantáneo que atraviesa el conducto.

Para cancelar el efecto de la temperatura en el cálculo de la velocidad del sonido, deben medirse los tiempos de vuelo a favor y en contra del flujo. El cálculo de la velocidad del fluido (v) sigue la siguiente formula:

$$v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{down} - t_{nusr} + t_{zo}} - \frac{1}{t_{up} - t_{nusr} - t_{zo}} \right)$$

donde

- L es la distancia entre transductores,
- t_{down} es el tiempo de vuelo a favor del flujo,
- t_{up} es el tiempo de vuelo en contra del flujo,
- t_{nusr} es el tiempo nulo de ejecución de ultrasonido, es decir, el tiempo que tarda la onda sonora en recorrer tramos de la ruta que son perpendiculares a la dirección del flujo (principalmente reflejos en algunas geometrías), y
- t_{zo} el tiempo de vuelo en estado de reposo, es decir a velocidad del flujo de agua igual a cero.

Con ello, los medios de procesamiento obtienen el caudal de agua que fluye por el conducto (Q) multiplicando la velocidad calculada por la sección del tramo de medición (13, 14) conocido:

$$Q = v * A_{tube}$$

donde

- v es la velocidad media instantánea del flujo y
- A_{tube} la sección del conducto.

El sistema de control electrónico (19), una vez calculada la temperatura con esta medición de alta dinámica, y por lo tanto, con una elevada frecuencia de actualización de información del estado de la cada una de las líneas de agua de entrada (11, 12) al dispositivo, dicho sistema de control (19) con los parámetros consignados por el usuario manda las instrucciones a las electroválvulas proporcionales (15, 16) encargadas de la regulación de la proporción de mezcla de cada una de las líneas, o de cierre para evitar problemas en el suministro.

En caso de retirada total del suministro eléctrico a las electroválvulas proporcionales (15-16), por ejemplo, debido a que el usuario decide apagar el dispositivo (10), o en caso de que se produzca un fallo en el suministro eléctrico al dispositivo (10), las electroválvulas proporcionales (15-16) retornan a su posición de reposo cerrando totalmente el paso de los fluidos que regulan.

Cada uno de los caudales regulados se mezcla en la cámara de mezcla (17) para realizar su salida por la línea de salida (18) que conectará con el grifo de suministro, con el que forma un conjunto de distribución.

Alternativamente, se pueden disponer de diversas líneas de salida (18) que conecten con diferentes grifos de suministro.

De manera opcional, tal y como se muestra en la figura 8, se tiene la posibilidad de tener la líneas de entrada o salida de líquido (11, 12, 18) que se acoplan al conducto de entrada o salida (32), ya sea del tramo de medición (13, 14) o de la cámara de mezcla (17), disponiendo de unos medios de acoplamiento y solidarizado (31) entre dichas líneas de entrada o salida (11, 12, 18) y el conducto de entrada (32) que permiten su intercambio y modificación por piezas de rosca o de toma de acoplamiento de la línea de entrada o salida (11, 12, 18) del tipo que se requiera, como líneas de entrada o salida de líquido de conexión rápida, diámetros diferentes, conexiones especiales. Estos medios de acoplamiento y solidarizado lo forman preferentemente unas aberturas en el propio tramo de las líneas de entrada o salida de líquido (11, 12, 18) en las que se acopla una presilla extraíble para facilitar su fijación y extracción. Además, cada línea de entrada o salida de líquido (11, 12, 18) dispondrá de sus correspondientes juntas de estanqueidad.

15

REIVINDICACIONES

1 – Método de funcionamiento de un dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de caudal, en donde el dispositivo de mezcla de líquidos (10) dispone de dos o más líneas de suministro de líquido (11,12) donde cada una de las líneas de suministro (11, 12) dispone de un tramo de medición (13, 14), este tramo de medición (13, 14) incluye un sensor de temperatura y de medida de caudal, en donde este sensor de temperatura y de medida de caudal consiste en dos transductores ultrasónicos (21), un primer y un segundo transductor ultrasónico; en donde los transductores ultrasónicos (21) están conectados a un sistema de control electrónico (19) el cual recibe información sobre los parámetros de caudal y temperatura del líquido mezclado a suministrar al usuario y recibe información de las medidas tomadas por los transductores de ultrasonidos (21);

en donde el sistema de control electrónico (19) actúa sobre los medios de regulación de caudal (15,16) instaladas en cada una de las líneas de suministro de líquido (11,12), en donde el sistema de control electrónico ejecuta para cada línea de suministro, al menos, los siguientes pasos:

- 15 – excitar eléctricamente el primer transductor de ultrasonidos operado como emisor;
- medir el tiempo de vuelo (t_{down}) que tarda una onda de sonido en atravesar el líquido detectando la señal eléctrica generada por el segundo transductor de ultrasonidos operado como receptor;
- repetir el proceso descrito en los pasos anteriores, pero en la dirección contraria, esto es emitiendo una onda desde el segundo transductor de ultrasonidos que anteriormente operaba como receptor y que en este paso actuará como emisor y midiendo el tiempo de vuelo (t_{up}) que la onda de sonido tarda hasta llegar al primer transductor de ultrasonidos;
- 20 – determinar la velocidad media instantánea del fluido, v , usando las mediciones de los tiempos de vuelo (t_{down} , t_{up}) a favor y en contra del flujo del líquido, conociendo la geometría del conducto en el tramo de medición (13, 14) entre el primero y el segundo transductor de ultrasonidos (21), la distancia (L) entre el primero y el segundo transductor de ultrasonidos (21) y las propiedades físicas del fluido por el que se propaga la onda de sonido, a partir de la cual se puede calcular el caudal instantáneo que atraviesa el tramo de medición (13, 14); en donde la velocidad del fluido (v) instantánea media se calcula con la siguiente fórmula:

$$v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t_{down} - t_{nusr} + t_{zo}} - \frac{1}{t_{up} - t_{nusr} - t_{zo}} \right)$$

30 donde

- t_{zo} el tiempo de vuelo en estado de reposo, es decir a velocidad del flujo de agua igual a cero.
- determinar el caudal de líquido instantáneo que fluye por el tramo de medición (13, 14) multiplicando la velocidad del fluido (v) instantánea media por la sección del conducto del tramo de medición (13, 14) conocido;
- 35 – determinar el valor de la velocidad de propagación de la onda de sonido por el principio básico de funcionamiento del sistema de medida de ultrasonidos, midiendo la diferencia entre tiempos de vuelo (t_{down} , t_{up}) que tardan un par de pulsos sonoros en recorrer una distancia conocida en un fluido conocido en un conducto de geometría conocida, uno de los cuales se propaga a favor del flujo y el otro en contra del flujo;
- 40 caracterizado en que, el método de funcionamiento comprende los siguientes pasos:
 - determinar la temperatura del líquido en el tramo de medición (13,14) basándose en el valor de la velocidad de propagación de la onda de sonido y en la curva de velocidad-temperatura característica del líquido,
 - cuando esta valor determinado de la temperatura del líquido se encuentra en el rango de valores de la curva de velocidad-temperatura el cual no permite determinar de manera unívoca la temperatura por este método, el sistema de control electrónico (19) realiza los siguientes pasos:
 - 45 ○ obtener el dato de temperatura del líquido proporcionado por un sensor de temperatura auxiliar (23) basado en una tecnología diferente de las medidas por ultrasonidos en la correspondiente línea de suministro (11);
 - 50 ○ determinar si un valor correcto de temperatura del líquido es encontrado en la sección de la curva de velocidad-temperatura por encima o por debajo de un máximo
 - Una vez conocida la temperatura, el sistema de control (19) manda las instrucciones a los medios de regulación (15, 16) para regular de la proporción de mezcla de cada una de las líneas de suministro

(11,12).

2.- Método de funcionamiento de un dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información sobre los parámetros de caudal y temperatura del líquido a suministrar al usuario son parámetros de caudal y temperatura consignados por el usuario, por los valores preprogramados por una CPU o por sistemas similares de indicación de los parámetros de caudal y temperatura del líquido mezclado a suministrar.

3.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación, de los que comprenden:

- 10 – dos o más líneas de suministro de líquido (11,12),
- un sensor de medida de temperatura y caudal de líquido para cada línea de suministro de líquido (11,12), en donde este sensor de medida de temperatura y caudal consiste en dos transductores de ultrasonidos (21),
- 15 – medios de regulación (15,16) para regular la proporción del caudal de mezcla en cada línea de suministro de líquido (11,12),

en donde el dispositivo de mezcla de líquidos (10) está configurado para recibir información sobre los parámetros de caudal y temperatura consignados por el usuario, o por los valores preprogramados por una CPU o por sistemas similares de indicación de los parámetros de caudal y temperatura del líquido mezclado a suministrar, y en donde el dispositivo de mezcla de líquidos (10) está configurado para mandar instrucciones a los medios de regulación (15, 16) para regular de la proporción de mezcla de cada una de las líneas de suministro (11,12), caracterizado en que el dispositivo de mezcla de líquidos (10) comprende:

- un tramo de medición (13, 14) ubicado en cada una de las líneas de suministro (11, 12);
- un sensor de temperatura y de medida de caudal que consiste en dos transductores ultrasónicos (21) donde uno actúa como emisor de ondas y el otro actúa como receptor de las mismas y viceversa, configurados para realizar medidas de tiempo de vuelo de ondas de sonido emitidas en el líquido en ambas direcciones, a favor y en contra del flujo;
- 25 – un sensor auxiliar de temperatura (23) basado en una tecnología diferente a la medición por ultrasonidos, instalado en una de las dos o más líneas de suministro de líquido (11),
- un sistema de control electrónico configurado para ejecutar el método de funcionamiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2,
- 30

en donde los transductores de ultrasonidos (21) y el sensor auxiliar de temperatura (23) están conectados al sistema de control electrónico (19) que recibe los valores medidos.

4.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación, de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el dispositivo de mezcla (10) tiene una configuración tal que los transductores de ultrasonidos (21) se encuentran enfrentados y alineados con la dirección del flujo en el tramo de medición (13, 14), fuera del recorrido del flujo de líquido, teniendo una distancia (L) entre transductores de ultrasonidos (21) superior a 30 mm e inferior a 250 mm, teniendo el tramo de medición (13, 14) un diámetro comprendido entre 8 mm y 30 mm, así como en una zona de encuentro de los tramos de entrada y salida con el tramo de medida (13, 14) se ha dispuesto un radio (22) en un vértice interior formando un codo de un diámetro comprendido entre 2 mm y 10 mm.

5.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la distancia (L) es de 60 mm a 120 mm.

6.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en donde el dispositivo de mezcla (10) tiene una configuración tal que el tramo de medición (13, 14) tiene un diámetro comprendido entre 9 mm y 15 mm.

7.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la distancia (L) es de 70 mm, el tramo de medición (13, 14) es de 10 mm de diámetro, y el codo tiene un radio de 2,5 mm.

ES 2 987 109 T3

- 8.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el dispositivo de mezcla (10) tiene una configuración tal que el sensor auxiliar adicional de temperatura (23) se encuentra ubicado después del tramo de medición (13, 14).
- 5 9.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el dispositivo de mezcla (10) tiene medios de estabilización (30) o normalización del perfil de velocidades del fluido a lo largo de la sección de entrada en una posición próxima al encuentro con el tramo de medición (13, 14).
- 10 10.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los medios de regulación de caudal (15, 16) son válvulas de solenoide proporcionales (15, 16).
- 11.- Dispositivo de mezcla de líquidos con control electrónico de regulación de acuerdo con todas las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de mezcla (10) se instala bajo la misma carcasa sobre saliendo
15 las correspondientes líneas de suministro (11, 12) y de salida (18).

DIBUJOS

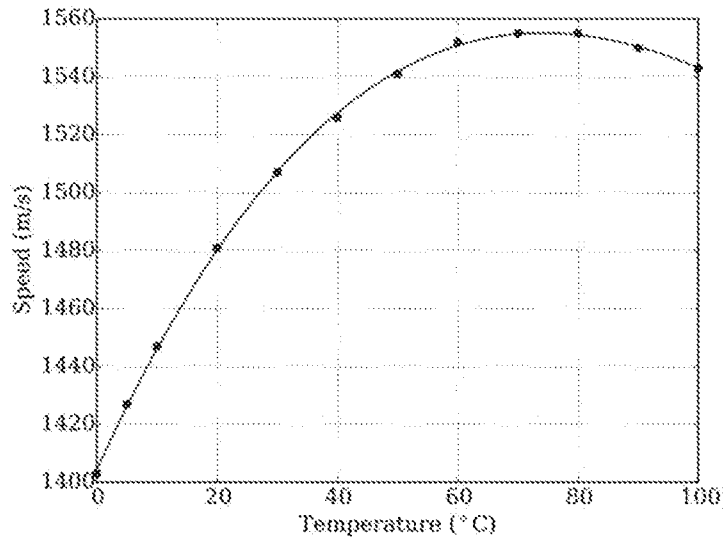


Fig. 1

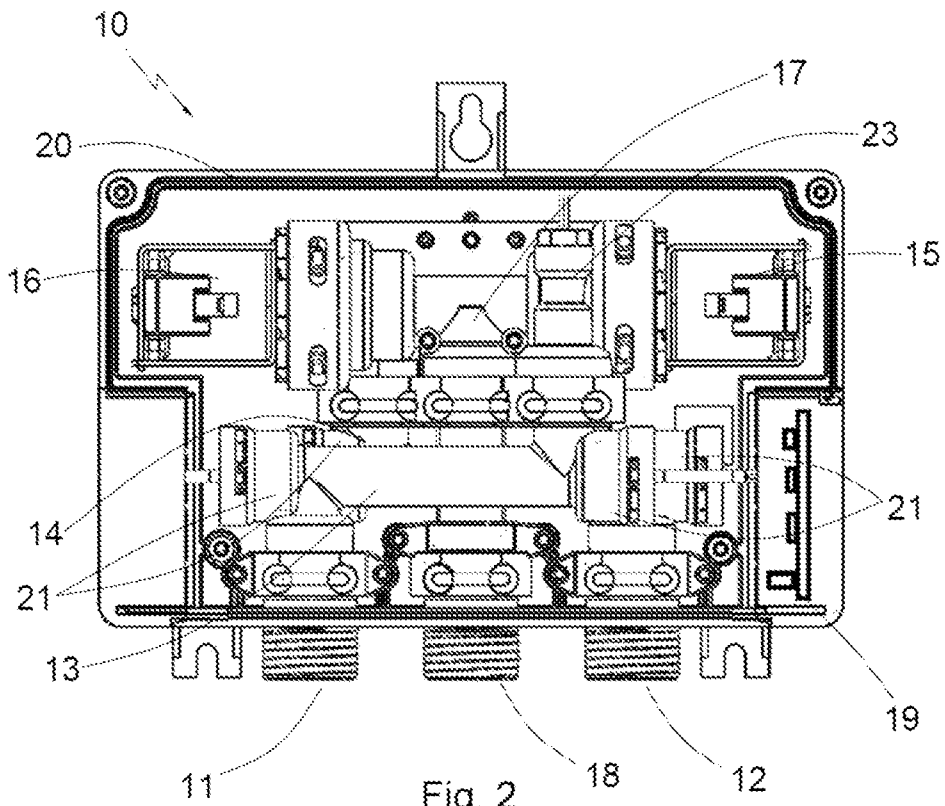
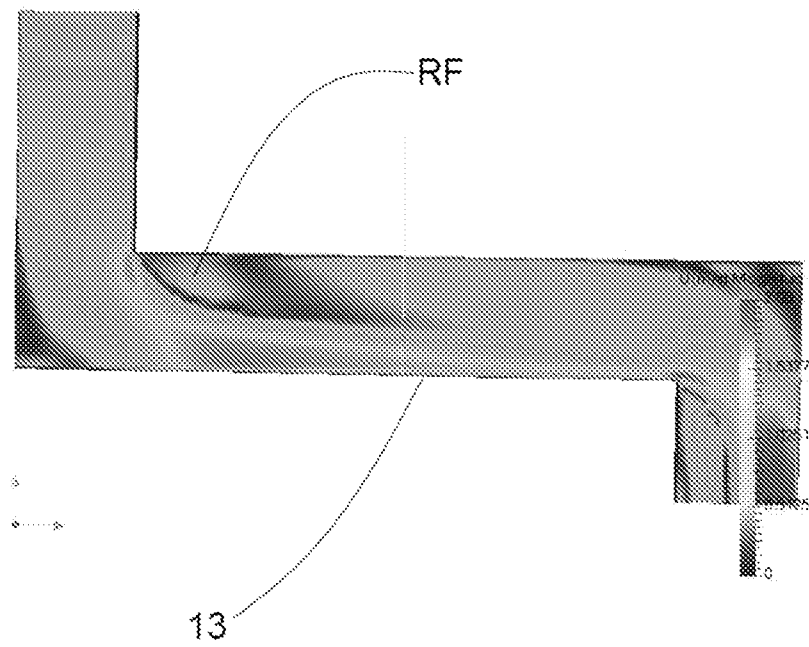
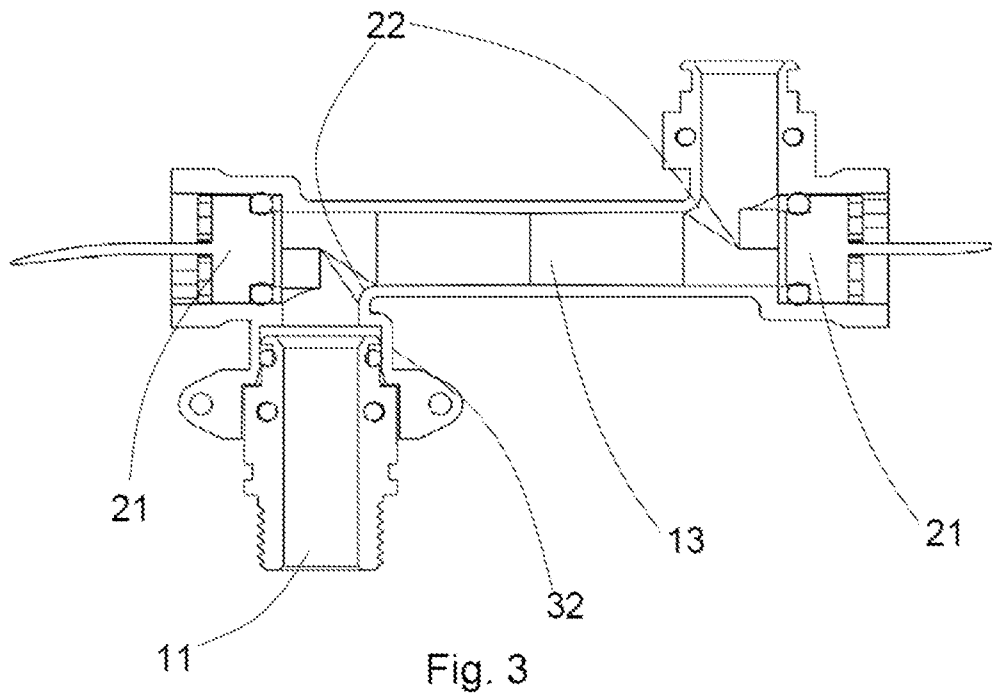


Fig. 2



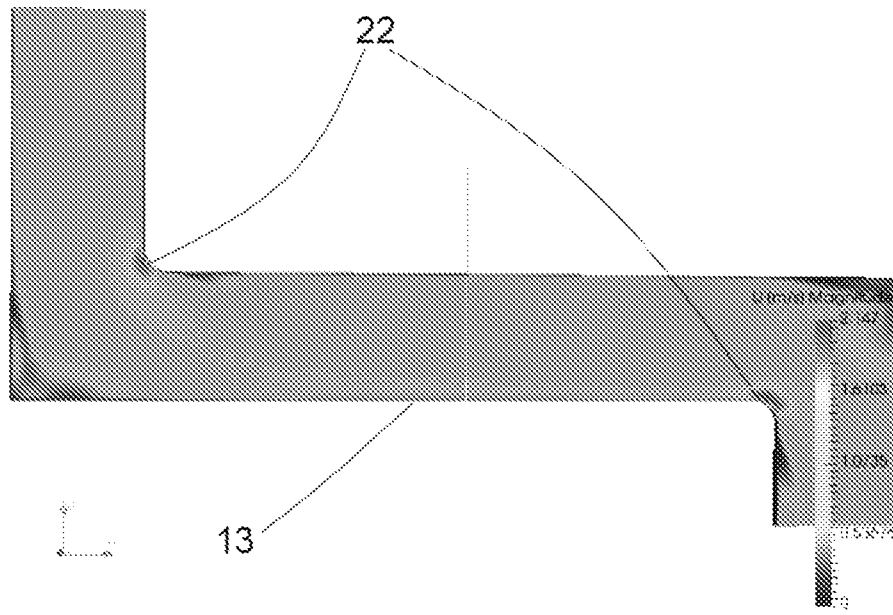


Fig. 5

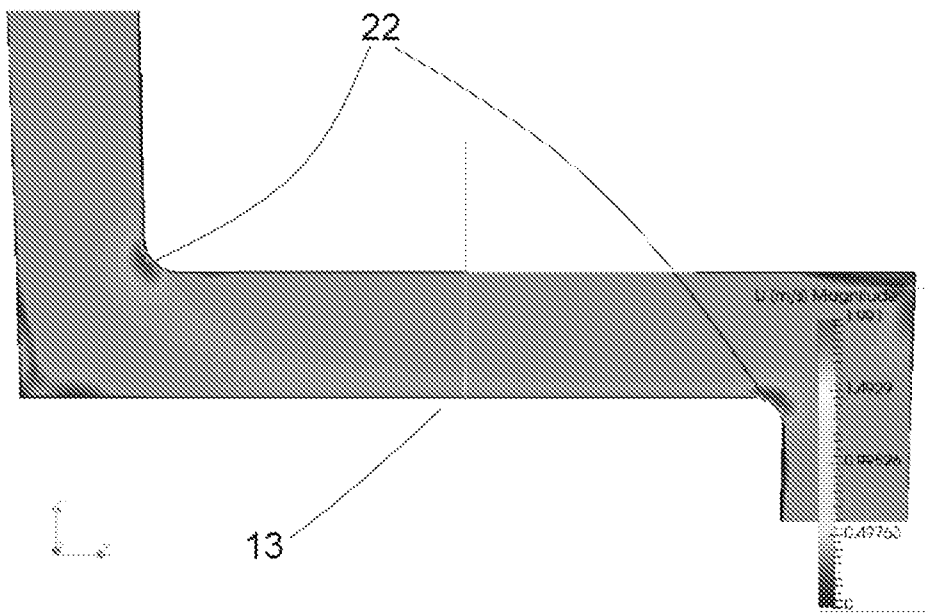


Fig. 6

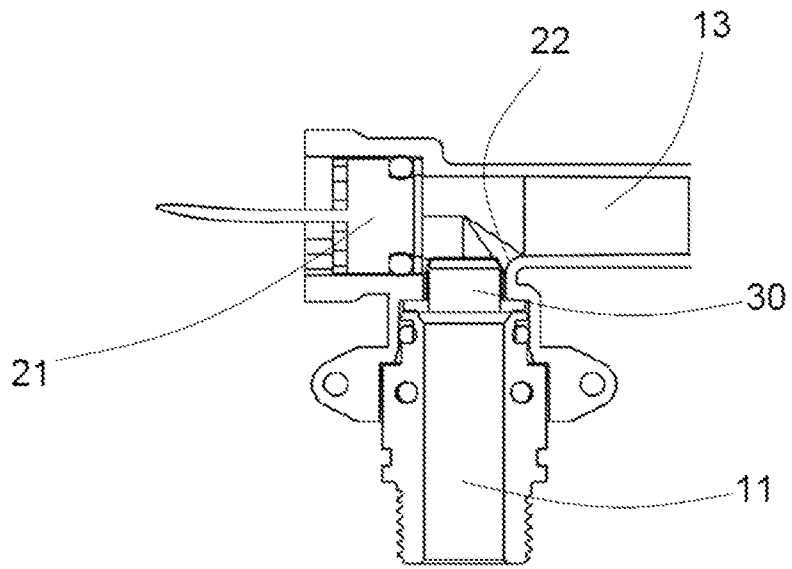


Fig. 7

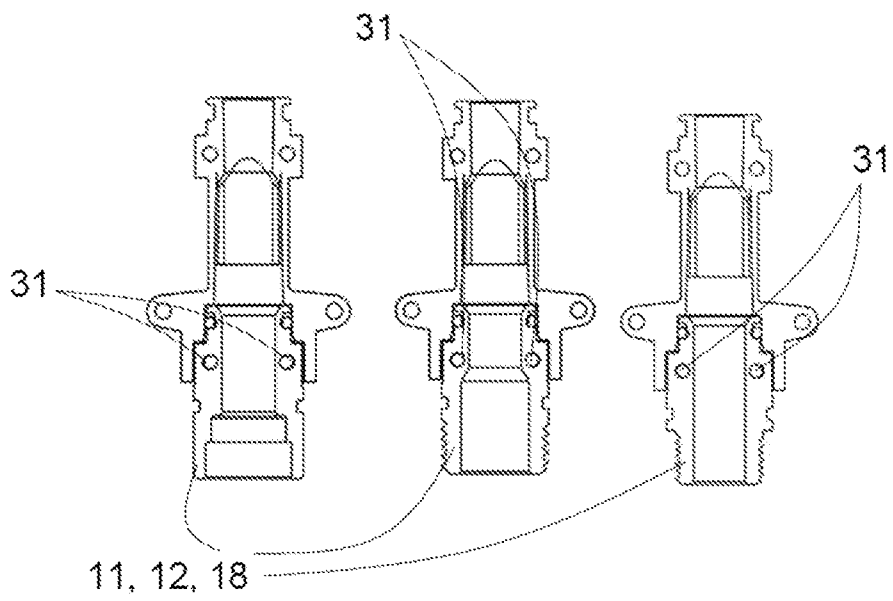


Fig. 8

RESUMEN

5 DISPOSITIVO DE MEZCLA DE LÍQUIDOS CON CONTROL ELECTRÓNICO DE ALTA DINÁMICA DE
REGULACIÓN Y MÉTODO DE FUNCIONAMIENTO DEL MISMO

La presente invención se refiere a un dispositivo de mezcla de líquidos que dispone de un sistema de control y regulación electrónico, encargado de recibir los parámetros consignados con respecto del líquido que se espera que sea suministrado por el grifo o medio de suministro al que se conecte dicho dispositivo y que actúa sobre
10 los medios de regulación de las diferentes líneas de alimentación de líquidos a mezclar para conseguir dichos parámetros, el cual tiene una alta dinámica de medición y actuación gracias tramos de medición con transductores ultrasónicos y electroválvulas proporcionales y una configuración y geometría de dichos tramos de medición que permite tener multitud de mediciones fiables por segundo.