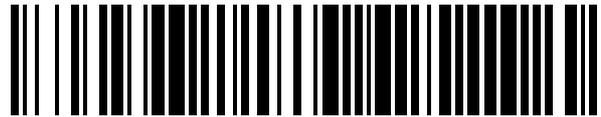


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 238 914**

21 Número de solicitud: 201931664

51 Int. Cl.:

G01F 1/66 (2006.01)

G01F 1/32 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

31.05.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.12.2019

71 Solicitantes:

SEDAL, S. L. (100.0%)

Pol. Ind. Can Sunyer C. de la Química, 2-12

08740 SANT ANDREU DE LA BARCA (Barcelona) ES

72 Inventor/es:

SALAS ARRANZ, Isaac y

BELLO LARROCHE, Rafael

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

54 Título: **CIRCUITO DE CONTROL DE UN CAUDALÍMETRO ULTRASÓNICO, Y CAUDALÍMETRO ULTRASÓNICO**

ES 1 238 914 U

DESCRIPCIÓN

Circuito de control de un caudalímetro ultrasónico, y caudalímetro ultrasónico

Sector de la técnica

5 La presente invención concierne, en un primer aspecto, a un circuito de control de un caudalímetro ultrasónico que permite el envío y recepción de señales eléctricas, con respecto a cada transductor ultrasónico a controlar, por un único canal común.

Un segundo aspecto de la presente invención concierne a un caudalímetro ultrasónico que comprende al circuito de control del primer aspecto de la invención.

10 Estado de la técnica anterior

La velocidad de propagación de una onda sonora (u onda o pulso de presión) en una dirección y sentido específicos en un fluido depende de varios factores, entre ellos del fluido en que se propaga (por ejemplo, agua) y la velocidad del fluido en esa dirección y sentido. El principio básico de funcionamiento de los caudalímetros ultrasónicos
15 consiste en medir la diferencia de tiempos que tardan un par de pulsos sonoros en recorrer una distancia conocida en un fluido conocido, 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.

20 Recibe el nombre de transductor el elemento capaz tanto de generar a través de una excitación eléctrica a una frecuencia específica (frecuencia de resonancia) una onda de presión mecánica que se propaga por el fluido como de generar una señal eléctrica a partir de una excitación mecánica de una frecuencia próxima a su frecuencia de resonancia, por ejemplo, debida a una onda de presión que se desplaza por un fluido y le impacta. Como se contempla en la Figura 1, los componentes que componen un
25 circuito de un transductor típico pueden ser modelados por un modelo de RLC, donde los componentes han sido identificados en la Figura como C_p para la capacitancia paralela, L para la inductancia a la frecuencia de resonancia, C para la capacidad a la frecuencia de resonancia y R para la resistencia a la frecuencia de resonancia.

30 Por regla general, cuanto mayor es la frecuencia de resonancia del transductor mediciones de mayor precisión son posibles y el coste de los transductores y la electrónica de control es más elevado. En aplicaciones para caudalímetros de agua los traductores de 1, 2 y 4MHz de frecuencia de resonancia se han encontrado tradicionalmente como adecuados y son los más usados.

Simplificando el concepto al máximo, un transductor ultrasónico es un dispositivo que funciona alternativamente como altavoz y como micrófono que trabaja a frecuencias ultrasónicas. Si está en contacto físico con un medio y se excita con una señal eléctrica éste produce una onda de sonido o presión ultrasónica que se propaga por el medio. A su vez, cuando se excita con una onda de sonido ultrasónica proveniente del medio con el que está en contacto, produce una señal eléctrica.

En la Figura 2 se representan de forma simplificada dos transductores ultrasónicos enfrentados, estáticos, solidarios con un conducto y en contacto con un medio fluido por el que se propagan las ondas de presión que emiten.

De forma simplificada y usando el principio descrito anteriormente, es posible excitar eléctricamente un transductor (T1 operado como emisor) y medir el tiempo que tarda la onda de presión en atravesar el medio detectando la señal eléctrica generada por el otro transductor (T2 operado como receptor). La medida es de hecho el tiempo que transcurre entre la emisión y la recepción de la señal eléctrica. A este tiempo se le denomina tiempo de vuelo (ToF, acrónimo del inglés "Time of Flight"), en este caso de T1 a T2 (ToF1-2). Si inmediatamente a continuación se repite el proceso descrito pero en la dirección contraria, esto es emitiendo una onda de presión desde T2 y midiendo el tiempo que transcurre hasta llegar a T1, se puede determinar el ToF2-1.

Sin entrar en la descripción en detalle de los principios físicos que sustentan la siguiente afirmación, ya que se encuentran suficientemente documentados en la bibliografía técnica de dominio público, se puede afirmar que hallando la diferencia de tiempos entre ToF1-2 y ToF2-1, y conocida la geometría del conducto en el tramo entre los dos transductores, la distancia entre los transductores y las propiedades físicas del fluido por el que se propaga la onda de presión (por ejemplo agua dulce), es posible determinar con precisión suficiente para las aplicaciones de sistemas de mezclado de aguas como los mencionados anteriormente la velocidad media instantánea del fluido en la dirección de propagación de las ondas de presión entre los dos transductores y por ende 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 aguas arriba y aguas abajo.

Por lo general, el hardware electrónico específico para operar con transductores está dimensionado para monitorizar el caudal en una línea de agua. La Figura 3 ilustra la conexión habitual a los pines del interface, o "frontend", de la electrónica o unidad de control U.

Para la medición del ToF en uno de los dos sentidos se aplica un pulso a T1 a través de TX3 y se detecta en TX1 la señal proveniente de T2; para la medición del ToF en sentido contrario se aplica un pulso a T2 a través de TX0 y se detecta en TX2 la señal proveniente de T1. Con esta información se realizan los cálculos que permiten determinar el caudal que fluye por el conducto. Esta configuración establece dos pines del “frontend” electrónico, en este ejemplo TX3 y TX0, como emisores dedicados, y otros dos pines del “frontend” electrónico, en este caso TX2 y TX1, como receptores dedicados. La función de cada uno de estos cuatro pines del “frontend” electrónico según el fabricante puede ser configurable, bien como emisor bien como receptor, y el circuito eléctrico analógico necesario y habitualmente utilizado para la configuración de operación descrita arriba es el reflejado en la Fig.4. Los cuatro pines mencionados se corresponden con otros tantos canales independientes. Cada uno de los cuatro pines de este “frontend” está aislado eléctricamente del resto. Las resistencias R1 y R2 deben ser iguales y estar en el rango de la impedancia nominal del transductor.

El circuito de control de la Figura 3, con el conexionado allí ilustrado, tiene por tanto el inconveniente de que tiene la necesidad de tener los canales completamente dedicados para la emisión o la recepción, lo que hace que solamente puedan conectarse un número de transductores igual al número de canales disponibles.

Aparece necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas halladas en el mismo, y que específicamente permita prescindir del referido uso completamente dedicado de los canales de la unidad de control de los circuitos de control conocidos en el estado de la técnica.

Explicación de la invención

Con tal fin, la presente invención concierne, en un primer aspecto, a un circuito de control de un caudalímetro ultrasónico, que comprende:

- una unidad de control dotada de al menos un primer y un segundo canales, aislados eléctricamente entre sí, cada uno de los cuales es apto para, a través de un terminal común del mismo, de manera no simultánea, tanto el envío de una señal eléctrica de excitación de un transductor ultrasónico como la recepción de una señal eléctrica de medida generada por un transductor ultrasónico;

- una primera red de adaptación de impedancias que incluye al menos:

- una primera resistencia con un primer extremo conectado con dicho terminal común del primer canal y un segundo extremo conectable a un primer electrodo de un primer transductor; y
- 5 - una segunda resistencia con un primer extremo conectable a dicho primer electrodo de dicho primer transductor y un segundo extremo conectable a un segundo electrodo del primer transductor y a un punto de masa;
- una segunda red de adaptación de impedancias que incluye al menos:
 - una primera resistencia con un primer extremo conectado con dicho terminal común del segundo canal y un segundo extremo conectable a un primer electrodo de un segundo transductor; y
 - 10 - una segunda resistencia con un primer extremo conectable a dicho primer electrodo de dicho segundo transductor y un segundo extremo conectable a un segundo electrodo del segundo transductor y a un punto de masa.

15 La unidad de control está adaptada para operar de manera alternada e independiente según al menos:

- un primer modo de operación en el que la unidad de control está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación a través del terminal común del primer canal y, posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común del segundo canal; y
- 20 - un segundo modo de operación en el que la unidad de control está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación a través del terminal común del segundo canal y, posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común del primer canal.

25 De acuerdo a un ejemplo de realización, el circuito de control del primer aspecto de la invención además comprende como mínimo un filtro pasa-bajos formado por al menos un condensador dispuesto en paralelo con la segunda resistencia de la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias, donde el citado filtro pasa-bajos tiene una frecuencia de corte superior a la frecuencia de resonancia del primer y/o segundo transductores.

30 Para otro ejemplo de realización, el circuito de control del primer aspecto de la invención además comprende al menos un filtro en modo común a disponer entre la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias y el correspondiente transductor ultrasónico, donde dicho filtro en modo común es un filtro pasa-bajos que tiene una

frecuencia de corte superior a la frecuencia de resonancia del primer y/o segundo transductores.

Opcionalmente, el circuito de control además comprende un filtro de ferrita de interferencias electromagnéticas dispuesto entre la primera resistencia de la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias y el terminal común al que está conectada.

Ventajosamente, la unidad de control está configurada para generar una pluralidad de señales eléctricas de excitación seleccionables para excitar transductores ultrasónicos de diferentes frecuencias de resonancia, y para recibir y analizar correspondientes señales eléctricas de medida a dichas frecuencias de resonancia.

El circuito de control del primer aspecto de la presente invención es compatible con cualquier tipo de transductor ultrasónico y cualquier frecuencia de resonancia que tenga el mismo. Cuanta más alta sea la frecuencia de resonancia mayor precisión existirá en la medida, pero más atenuación y rapidez. De la misma manera a menos frecuencia de resonancia menos amplificación, pero menos precisión y rapidez.

En general, la unidad de control comprende por lo menos un microprocesador adaptado para la generación y envío de las señales eléctricas de excitación y para la recepción y análisis de las señales eléctricas de medida.

De acuerdo a un ejemplo de realización, la unidad de control comprende al menos un amplificador (formado, por ejemplo, por un operacional o una red de transistores) para amplificar la señal eléctrica de excitación y/o la señal eléctrica de medida.

Para un ejemplo de realización del circuito de control del primer aspecto de la invención, éste comprende una tercera y una cuarta redes de adaptación de impedancias, iguales o análogas a las primera y segunda redes de adaptación de impedancias, previstas para conectar respectivamente a cada uno de unos tercer y cuarto transductores ultrasónicos con unos correspondientes terminales comunes de unos tercer y cuarto canales de la unidad de control, estando la unidad de control adaptada también para operar de manera alternada e independiente según un tercer y un cuarto modos de operación análogos a los primer y segundo modos de operación pero aplicados a los tercer y cuarto transductores ultrasónicos.

En un segundo aspecto, la presente invención concierne a un caudalímetro ultrasónico, que comprende:

- un conducto apto para que circule por él un medio fluido;
- el circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y

- dicho primer transductor ultrasónico conectado entre dicho punto de masa y la primera red de adaptación de impedancias, y dicho segundo transductor ultrasónico conectado entre dicho punto de masa y la segunda red de adaptación de impedancias, estando dichos primer y segundo transductores ultrasónicos montados en dicho conducto de manera que cuando uno de ellos reciba dicha señal eléctrica de excitación genere una onda de presión que se transmita por dicho medio fluido y el otro la reciba y al recibirla genere dicha señal eléctrica de medida.

Para un ejemplo de realización, los primer y segundo transductores están montados en el conducto de manera que sus áreas activas (es decir, las que generan/reciben la onda de presión) queden mutuamente enfrentadas.

Alternativamente, los primer y segundo transductores están montados en el conducto de manera que sus áreas activas queden comunicadas acústicamente, a través del medio fluido, indirectamente a través de al menos un elemento reflector o espejo acústico. En este caso la amplificación del circuito se incrementa proporcionalmente con la distancia y la atenuación del circuito, ya que, en comparación con el ejemplo de realización anterior en el que los transductores tienen sus caras activas mutuamente enfrentadas, la atenuación de los elementos pasivos que actúan como espejo es mayor y el camino es más largo.

La presente invención es compatible con cualquier fluido circulante por el conducto del caudalímetro, como por ejemplo agua, aceite, etc., siempre y cuando el fluido deje propagar la onda de sonido a una velocidad aceptable de medida y una amplitud suficiente para el análisis e interpretación de la misma.

Para un ejemplo de realización del caudalímetro del segundo aspecto de la invención, el citado conducto es un primer conducto (por ejemplo destinado a la circulación de agua fría), y el caudalímetro comprende un segundo conducto (por ejemplo destinado a la circulación de agua caliente), con un tercer y un cuarto transductores ultrasónicos montados en el mismo de igual manera que el primero y el segundo lo están en el primer conducto, y en el que el circuito de control comprende una tercera y una cuarta redes de adaptación de impedancias, iguales o análogas a dichas primera y segunda redes de adaptación de impedancias, que conectan respectivamente a cada uno de dichos tercer y cuarto transductores ultrasónicos con unos correspondientes terminales comunes de unos tercer y cuarto canales de la unidad de control, estando la unidad de control adaptada también para operar de manera alternada e independiente según un tercer y un cuarto modos de operación análogos a dichos primer y segundo modos de operación pero aplicados a los tercer y cuarto transductores ultrasónicos.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización con referencia a la Figura 4. En el apartado de estado de la técnica anterior se ha hecho
5 referencia a las Figuras 1 a 4 para la descripción hecha en el mismo. Los dibujos adjuntos deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo.

La Figura 1 muestra el circuito equivalente de un transductor ultrasónico típico, según un modelo RLC;

10 La Figura 2 ilustra de forma simplificada a dos transductores ultrasónicos enfrentados, estáticos, solidarios con un conducto y en contacto con un medio fluido por el que se propagan las ondas de presión que emiten;

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un caudalímetro ultrasónico que incluye un circuito de control convencional con un conexionado habitual de los terminales de los
15 canales de la unidad de control, o pines del interfaz o "frontend" de la misma;

La Figura 4 ilustra esquemáticamente al caudalímetro ultrasónico y circuito de control propuestos por la presente invención, con el conexionado propuesto para los terminales de los canales de la unidad de control, o pines del interfaz o "frontend" de la misma; y

20 La Figura 5 ilustra esquemáticamente a la unidad de control del circuito de control y caudalímetro de la invención, para un ejemplo de realización.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

Según se aprecia en la Figura 4, el caudalímetro ultrasónico propuesto por el segundo aspecto de la presente invención comprende:

25 - un conducto G apto para que circule por él un medio fluido;

- un primer P1 y un segundo P2 transductores ultrasónicos montados en el conducto G (en este caso con sus áreas activas mutuamente enfrentadas, aunque podrían estar montados de manera que sus áreas activas quedasen comunicadas acústicamente, a través del medio fluido, indirectamente a través de al menos un
30 elemento reflector acústico) de manera que cuando uno de ellos genere una onda de presión que se transmita por el medio fluido, el otro la reciba y al recibirla genere una correspondiente señal eléctrica de medida; y

- el circuito de control del primer aspecto de la presente invención, el cual comprende:

5 - una unidad de control U (ilustrada únicamente en parte en la Figura 4) dotada de un primer y un segundo canales, aislados eléctricamente entre sí, cada uno de los cuales es apto para, a través de un terminal común TX1, RX2; TX2, RX1 del mismo, de manera no simultánea, tanto el envío de una señal eléctrica de excitación de un transductor ultrasónico como la recepción de una señal eléctrica de medida generada por un transductor ultrasónico;

- una primera red de adaptación de impedancias que incluye:

10 - una primera resistencia Ra1 con un primer extremo conectado con el terminal común TX1, RX2 del primer canal y un segundo extremo conectado a un primer electrodo del primer transductor P1; y

15 - una segunda resistencia Rb1 con un primer extremo conectado al primer electrodo del primer transductor P1 y un segundo extremo conectado a un segundo electrodo del primer transductor P1 y a un punto de masa;

- una segunda red de adaptación de impedancias que incluye:

20 - una primera resistencia Ra2 con un primer extremo conectado con el terminal común TX2, RX1 del segundo canal y un segundo extremo conectado a un primer electrodo del segundo transductor P2; y

- una segunda resistencia Rb2 con un primer extremo conectado al primer electrodo del segundo transductor P2 y un segundo extremo conectado a un segundo electrodo del segundo transductor P2 y a un punto de masa;

La unidad de control U está adaptada para operar de manera alternada e independiente según:

25 - un primer modo de operación (corriente abajo) en el que la unidad de control U está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación (en general en forma de pulso) a través del terminal común TX1, RX2 del primer canal para excitar mecánicamente al primer transductor P1 a su frecuencia de resonancia para que genere y transmita por el medio fluido una onda de presión, y,
30 posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común TX2, RX1 del segundo canal, la cual ha sido generada por el segundo transductor P2 al recibir la onda de presión; y

- un segundo modo de operación (corriente arriba) en el que la unidad de control U está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación a través del terminal común TX2, RX1 del segundo canal para excitar mecánicamente al segundo transductor P2 a su frecuencia de resonancia para que genere y transmita por el medio fluido una onda de presión y, posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común TX1, RX2 del primer canal, la cual ha sido generada por el primer transductor P1 al recibir la onda de presión.

Los primer y segundo modos de operación se realizan de forma consecutiva, en general uno inmediatamente después del otro, en cualquiera de los dos posibles órdenes (primero y segundo, o segundo y primero), de manera que la unidad de control U obtiene medidas para ambas direcciones, incluyendo los respectivos tiempos de vuelo (ToF1-2, ToF2-1) asociados a cada dirección, a partir de los cuales la unidad de control U calcula el caudal instantáneo del fluido que atraviesa el conducto G, según se ha descrito en un apartado anterior, gracias también a disponer, la unidad de control U, de información relativa a la geometría del conducto G en el tramo entre los dos transductores P1, P2, de la distancia entre los transductores P1, P2, y de las propiedades físicas del fluido por el que se propagan las ondas de presión (por ejemplo agua dulce).

Aunque la presente invención no está limitada a ningún tipo de unidad de control específico, requiriéndose únicamente que ésta permita realizar las conexiones y funciones descritas en este documento para implementar la presente invención, se describe a continuación, a modo de ejemplo, un circuito integrado que implementa a la citada unidad de control U para un ejemplo de realización.

Tal circuito integrado es un circuito integrado conocido que dispone de hasta cuatro canales independientes con sus respectivos terminales o pines que permiten la conexión de hasta cuatro transductores ultrasónicos, uno por canal, para implementar al caudalímetro de la presente invención, para medir el caudal del fluido circulante por uno o dos conductos del mismo, mediante uno o dos respectivos pares de transductores ultrasónicos, cada uno de ellos conectado a un pin a través de una de las redes de impedancia del circuito de control y caudalímetro de la presente invención.

En la Figura 5 se ha ilustrado esquemáticamente al “frontend” de unos de tales circuitos integrados, que en particular comprende cuatro canales de entrada/salida, identificados como TX0, TX1, TX2 y TX3, seleccionables a través de unos conmutadores y de un multiplexor.

Cada canal puede ser tanto emisor como receptor, según se configure. Esta configuración puede ser cambiada dinámicamente según convenga. La duración del pulso de la señal eléctrica de salida es configurable y debe ser acorde a la frecuencia de resonancia del transductor ultrasónico usado.

- 5 La señal eléctrica recibida es acondicionada mediante etapas de amplificación y filtrado, para finalmente obtener una señal que sea tratable digitalmente.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Circuito de control de un caudalímetro ultrasónico, que comprende:

5 - una unidad de control (U) dotada de al menos un primer y un segundo canales, aislados eléctricamente entre sí, cada uno de los cuales es apto para, a través de un terminal común (TX1, RX2; TX2, RX1) del mismo, de manera no simultánea, tanto el envío de una señal eléctrica de excitación de un transductor ultrasónico como la recepción de una señal eléctrica de medida generada por un transductor ultrasónico;

 - una primera red de adaptación de impedancias que incluye al menos:

10 - una primera resistencia (Ra1) con un primer extremo conectado con dicho terminal común (TX1, RX2) del primer canal y un segundo extremo conectable a un primer electrodo de un primer transductor (P1); y

 - una segunda resistencia (Rb1) con un primer extremo conectable a dicho primer electrodo de dicho primer transductor (P1) y un segundo extremo conectable a un segundo electrodo del primer transductor (P1) y a un punto de masa;

15

 - una segunda red de adaptación de impedancias que incluye al menos:

 - una primera resistencia (Ra2) con un primer extremo conectado con dicho terminal común (TX2, RX1) del segundo canal y un segundo extremo conectable a un primer electrodo de un segundo transductor (P2); y

20

 - una segunda resistencia (Rb2) con un primer extremo conectable a dicho primer electrodo de dicho segundo transductor (P2) y un segundo extremo conectable a un segundo electrodo del segundo transductor (P2) y a un punto de masa;

25 estando dicha unidad de control (U) adaptada para operar de manera alternada e independiente según al menos:

 - un primer modo de operación en el que la unidad de control (U) está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación a través del terminal común (TX1, RX2) del primer canal y, posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común (TX2, RX1) del segundo canal; y

30

 - un segundo modo de operación en el que la unidad de control (U) está prevista para, en uso, enviar una señal eléctrica de excitación a través del terminal común

(TX2, RX1) del segundo canal y, posteriormente, recibir una señal eléctrica de medida por el terminal común (TX1, RX2) del primer canal.

5 2.- Circuito de control según la reivindicación 1, que además comprende al menos un filtro pasa-bajos formado por al menos un condensador dispuesto en paralelo con la segunda resistencia (Rb1, Rb2) de la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias, donde dicho filtro pasa-bajos tiene una frecuencia de corte superior a la frecuencia de resonancia del primer (P1) y/o segundo (P2) transductores.

10 3.- Circuito de control según la reivindicación 1, que además comprende al menos un filtro en modo común a disponer entre la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias y el correspondiente transductor ultrasónico (P1, P2), donde dicho filtro en modo común es un filtro pasa-bajos tiene una frecuencia de corte superior a la frecuencia de resonancia del primer (P1) y/o segundo (P2) transductores.

15 4.- Circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un filtro de ferrita de interferencias electromagnéticas dispuesto entre la primera resistencia (Ra1, Ra2) de la primera y/o segunda red de adaptación de impedancias y el terminal común (TX1, RX2; TX2, RX1) al que está conectada.

20 5.- Circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (U) está configurada para generar una pluralidad de señales eléctricas de excitación seleccionables para excitar transductores ultrasónicos de diferentes frecuencias de resonancia, y para recibir y analizar correspondientes señales eléctricas de medida a dichas frecuencias de resonancia.

25 6.- Circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (U) comprende al menos un microprocesador adaptado para la generación y envío de las señales eléctricas de excitación y para la recepción y análisis de las señales eléctricas de medida.

7.- Circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (U) comprende al menos un amplificador para amplificar la señal eléctrica de excitación y/o la señal eléctrica de medida.

30 8.- Circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende una tercera y una cuarta redes de adaptación de impedancias, iguales o análogas a las primera y segunda redes de adaptación de impedancias, previstas para conectar respectivamente a cada uno de unos tercer y cuarto transductores ultrasónicos con unos correspondientes terminales comunes de unos

tercer y cuarto canales de la unidad de control (U), estando la unidad de control (U) adaptada también para operar de manera alternada e independiente según un tercer y un cuarto modos de operación análogos a los primer y segundo modos de operación pero aplicados a los tercer y cuarto transductores ultrasónicos.

5 9.- Caudalímetro ultrasónico, que comprende:

- al menos un conducto (G) apto para que circule por él un medio fluido;

- el circuito de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y

- dicho primer transductor ultrasónico (P1) conectado entre dicho punto de masa y la primera red de adaptación de impedancias, y dicho segundo transductor ultrasónico (P2) conectado entre dicho punto de masa y la segunda red de adaptación de impedancias, estando dichos primer y segundo transductores ultrasónicos (P1, P2) montados en dicho conducto (G) de manera que cuando uno de ellos reciba dicha señal eléctrica de excitación genere una onda de presión que se transmita por dicho medio fluido y el otro la reciba y al recibirla genere dicha señal eléctrica de medida.

10

15 10.- Caudalímetro según la reivindicación 9, en el que dichos primer (P1) y segundo (P2) transductores están montados en el conducto de manera que sus áreas activas queden mutuamente enfrentadas.

20 11.- Caudalímetro según la reivindicación 9, en el que dichos primer (P1) y segundo (P2) transductores están montados en el conducto de manera que sus áreas activas queden comunicadas acústicamente, a través del medio fluido, indirectamente a través de al menos un elemento reflector acústico.

25 12.- Caudalímetro según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, donde dicho conducto (G) es un primer conducto, y el caudalímetro comprende un segundo conducto con un tercer y un cuarto transductores ultrasónicos montados en el mismo de igual manera que el primero (P1) y el segundo (P2) lo están el en el primer conducto (G), y en el que el circuito de control comprende una tercera y una cuarta redes de adaptación de impedancias, iguales o análogas a dichas primera y segunda redes de adaptación de impedancias, que conectan respectivamente a cada uno de dichos tercer y cuarto transductores ultrasónicos con unos correspondientes terminales comunes de unos tercer y cuarto canales de la unidad de control (U), estando la unidad de control (U) adaptada también para operar de manera alternada e independiente según un tercer y un cuarto modos de operación análogos a dichos primer y segundo modos de operación pero aplicados a los tercer y cuarto transductores ultrasónicos.

30

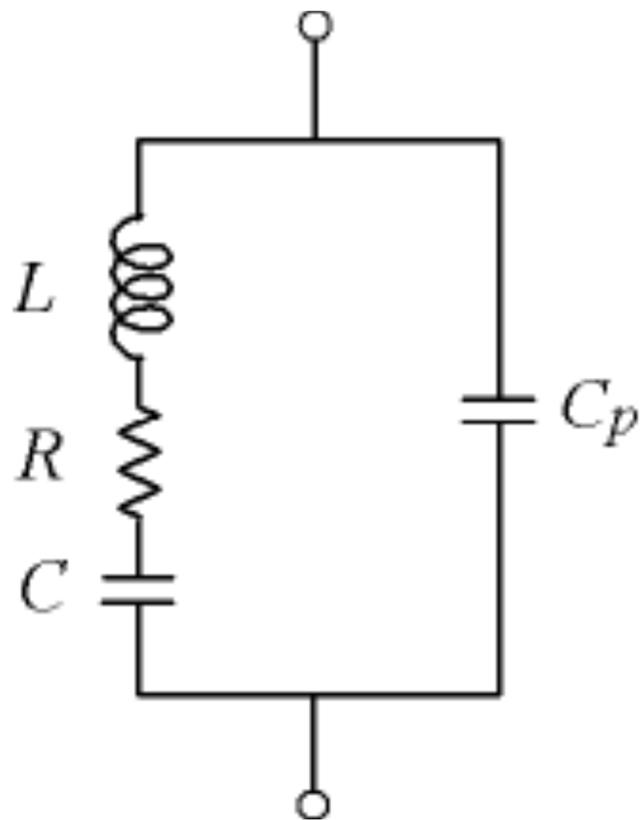


Fig. 1

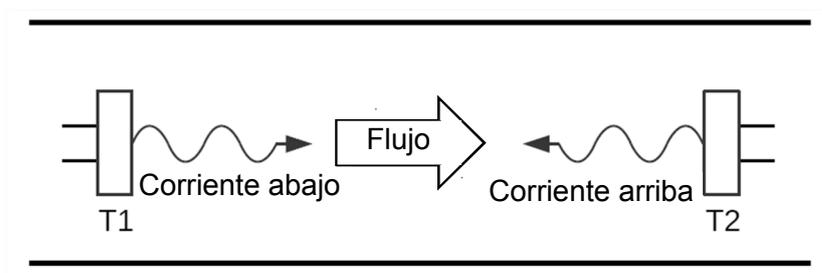


Fig. 2

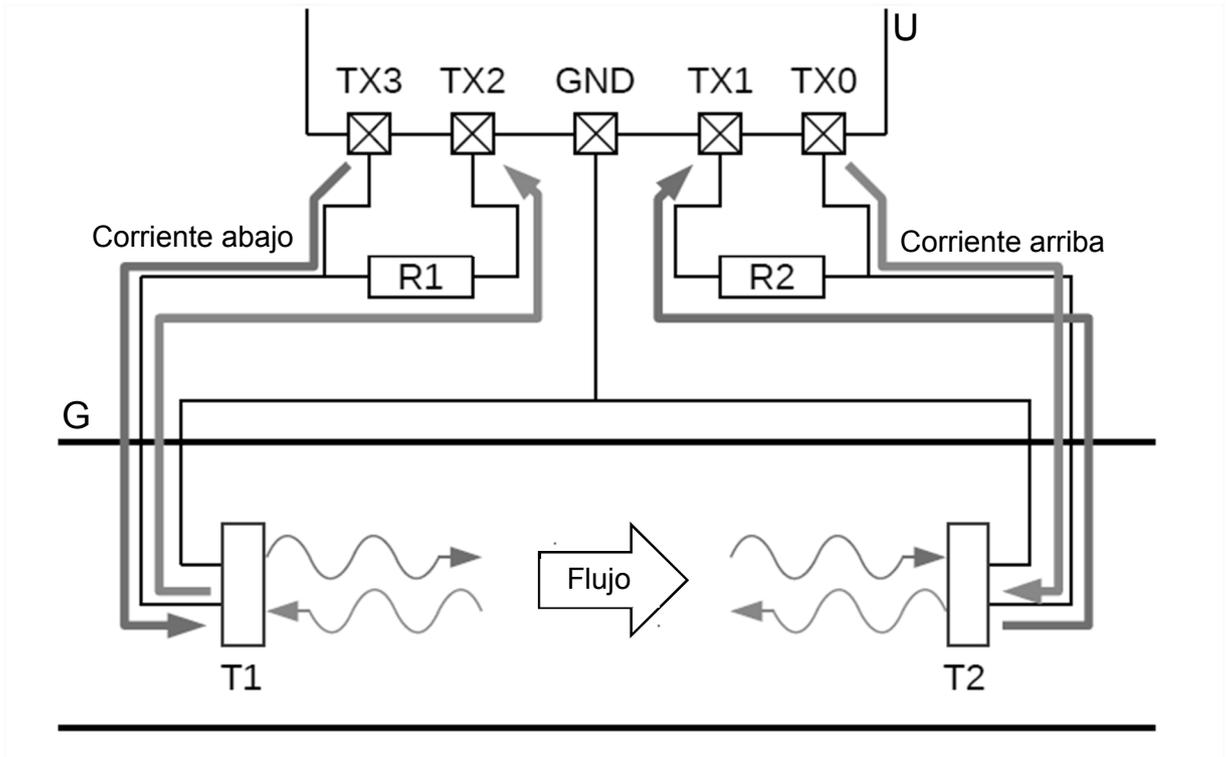


Fig. 3

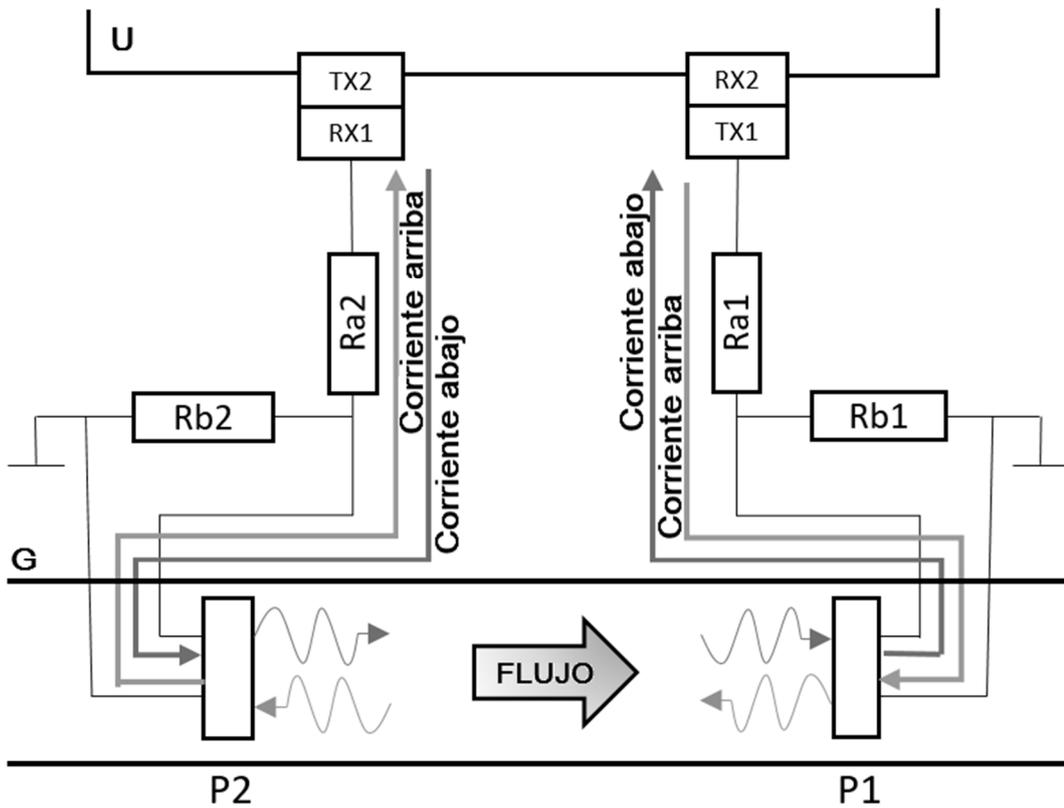


Fig. 4

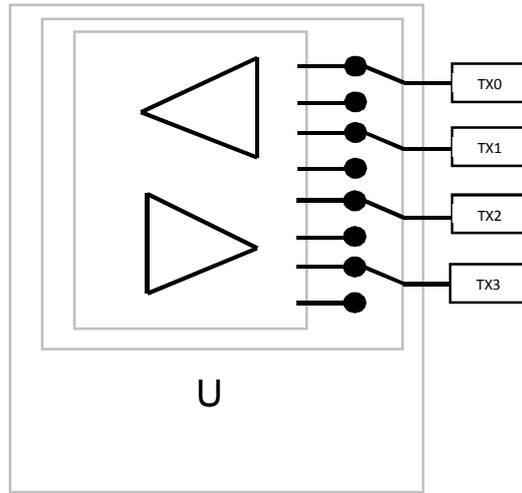


Fig. 5