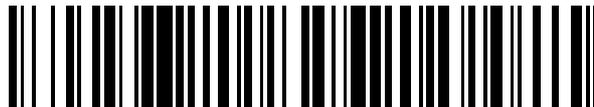


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 212**

51 Int. Cl.:

G01F 23/296 (2006.01)

G01N 29/024 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2004 E 08158367 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 1962066**

54 Título: **Dispositivo de medición de nivel de un fluido**

30 Prioridad:

15.10.2003 SE 0302710

15.10.2003 SE 0302709

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

09.05.2016

73 Titular/es:

AXSENSOR AB (100.0%)

VIKTORIAGATAN 3

411 25 GÖTEBORG, SE

72 Inventor/es:

BOSTRÖM, JAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 569 212 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 medición de nivel de un fluido

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo mejorado para proporcionar una medición acústica del nivel de un fluido en un depósito, comprendiendo dicho dispositivo un transductor que se encuentra dispuesto fuera del citado líquido para transmitir y recibir señales acústicas, y una guía de ondas conectada al citado transductor y que se extiende en el interior del líquido. La presente invención también se refiere a un procedimiento para medir acústicamente el nivel del líquido en un depósito.

Técnica antecedente

10 Los dispositivos y los procedimientos de medición que utilizan señales acústicas son bien conocidos en la técnica anterior. La medición acústica puede ser utilizada, por ejemplo, para medir la distancia, la profundidad, el volumen, el caudal o propiedades acústicas de objetos de medición tales como la atenuación y otros similares. A menudo, el tiempo de desplazamiento de un impulso acústico a través de un medio, o el tiempo de desplazamiento de un impulso acústico hacia delante y atrás de un objeto de medición reflectante se utiliza como base para el cálculo de, por
15 ejemplo, la distancia al objeto de medición. La distancia se calcula básicamente a partir de la fórmula muy conocida: distancia = velocidad * tiempo.

20 Sin embargo, la velocidad del sonido depende, por ejemplo, de la temperatura, lo que puede hacer que la medición sea errónea. Para superar este problema, muchos sistemas de medición acústica comprenden un sistema de referencia, en el que el impulso acústico recorre una distancia conocida con el fin de determinar la velocidad actual del sonido, con lo que la velocidad actual del sonido se utiliza a continuación para calcular la distancia desconocida o el volumen, etcétera, del objeto de medición. Un sistema de referencia se desvela, por ejemplo, en la solicitud de patente del Reino Unido GB2 164 151.

25 Sin embargo, la velocidad del sonido también depende de la composición del gas a través del cual se desplaza la señal. A menudo, la composición del gas varía a lo largo del dispositivo de medición, con lo que la velocidad del sonido es diferente en diferentes partes del dispositivo de medición, lo cual puede afectar de manera significativa la precisión de la medición.

30 El documento US 4.933.915 (D4) desvela un dispositivo para medir el nivel de un fluido en un depósito de gasolina de un vehículo usando impulsos acústicos en base a la propagación de ondas planas. En particular, se describe una forma de medir con precisión el tiempo de llegada de los impulsos acústicos.

Sumario de la invención

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de medición de nivel del fluido que está mejorado en comparación con los dispositivos de medición de nivel del fluido conocidos.

Un objeto particular de la invención es proporcionar un dispositivo de medición de nivel del fluido que es compacto, y se puede realizar de una manera efectiva en costos.

35 Estos y otros objetos que se harán evidentes en la descripción que sigue se han logrado mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1

La presente invención se basa en el entendimiento de que cuando se usan impulsos de baja frecuencia y la propagación de ondas planas en una guía de ondas, es posible doblar y / o curvar la guía de ondas, dentro de ciertos límites, sin afectar negativamente la propagación de los impulsos en la guía de ondas.

40 Una ventaja con la curvatura de la pieza de referencia de la guía de ondas es que hace posible realizar el dispositivo de medición de nivel del fluido de una manera mucho más compacta. Un tamaño compacto es fundamental cuando el dispositivo de medición de nivel del fluido se va a emplear, por ejemplo, en un coche de pasajeros, en el que el espacio alrededor del depósito de combustible generalmente es muy limitado.

45 Otra ventaja al utilizar la propagación de ondas planas y señales de baja frecuencia es que se pueden utilizar componentes electrónicos estándar de bajo costo en el dispositivo, lo cual permite costos de fabricación bajos.

La pieza de referencia del dispositivo de medición se puede colocar dentro o fuera del recipiente o depósito que contiene el fluido que va a ser medido. Preferiblemente, la pieza de referencia del dispositivo está dispuesta en conexión con la superficie superior del depósito. El líquido que va a ser medido por el dispositivo de medición puede ser cualquier fluido que incluye, pero no se limita a gas, diesel o agua.

Mediante la disposición helicoidal de la pieza de referencia, se consigue una pieza de referencia relativamente plana con una extensión limitada en el plano paralelo a la superficie del fluido. Una pieza de referencia helicoidal de este tipo puede estar dispuesta ventajosamente alrededor de una bomba de combustible en un depósito de combustible. En el caso de una forma espiral plana, la altura de la pieza de referencia sólo está limitada por el diámetro de la guía de ondas. Esto permite un diseño muy plano de la pieza de referencia, lo cual es una ventaja importante cuando el dispositivo de medición debe estar dispuesto, por ejemplo, en conexión con un depósito de combustible en un auto-móvil.

En una realización, la pieza de referencia de la guía de ondas del dispositivo de medición está dispuesta con una pluralidad de curvas en un plano, que es esencialmente paralelo a la superficie del fluido que va a ser medido. Por ejemplo, la pieza de referencia puede tener una forma correspondiente y se extienden en curvas hacia atrás y adelante a lo largo del plano paralelo al fluido. Esto permite un tamaño más compacto del dispositivo de medición.

En otra realización, la pieza de referencia de guía de ondas se proporciona en una pluralidad de curvaturas de 360° en el plano esencialmente paralelo a la superficie del fluido.

De acuerdo con una realización de la invención, un dispositivo de medición comprende una segunda guía de ondas que tiene un extremo que se extiende en el interior del fluido. Esto hace que sea posible detectar el nivel del fluido en dos posiciones diferentes en el depósito, y obtener de esta manera una medición más precisa del nivel del fluido en un depósito con geometría irregular o restringida. Un depósito de este tipo puede ser, por ejemplo, un denominado depósito de silla de montar en el que el espacio en el depósito está dividido en dos partes por una indentación en el extremo de fondo del depósito. Las guías de ondas del dispositivo de medición se pueden extender fácilmente en partes más compactas y restringidas, por ejemplo, en un depósito de este tipo, por lo que el posicionamiento de los puntos de medición se hace muy flexible. Por ejemplo, es posible posicionar un punto de medición en el recipiente que generalmente rodea a una bomba de combustible, y en dicho recipiente se encuentra el combustible final del depósito, y permite de esta manera la medición de nivel de la última cantidad de combustible en el depósito.

La segunda guía de ondas puede estar conectada por ejemplo, al transductor de la primera guía de ondas. De esta manera, se utiliza un transductor común. Otra ventaja de esta disposición es que sólo es necesaria una abertura del depósito para conectar el dispositivo de medición con la electrónica exterior del depósito. Esto es ventajoso ya que la legislación en algunas partes del mundo requiere que el depósito de combustible de un vehículo tenga sólo una abertura. En este caso es posible posicionar la segunda guía de ondas ya sea en el mismo lado del transductor que la primera guía de ondas, o en el lado opuesto del transductor, si el transductor está dispuesto para transmitir y recibir impulsos en estas dos direcciones. Esto puede facilitar la fijación de dos guías de ondas al transductor.

Alternativamente, la segunda guía de ondas y la primera guía de ondas pueden tener una pieza de referencia común. Como más arriba, esta disposición requiere sólo una abertura en el depósito. Otra ventaja es que permite el uso de un transductor y pieza de referencia comunes, lo que reduce los costes de fabricación y ahorra espacio en o alrededor del depósito.

Como tercera alternativa, la segunda guía de ondas puede estar conectada a un segundo transductor. En esta disposición, las piezas relativamente más voluminosas del dispositivo de medición, tales como los transductores y las piezas de referencia, se pueden colocar ventajosamente juntas como una pieza más voluminosa del depósito, mientras que sólo las guías de ondas se extienden dentro de las piezas más compactas y restringidas del depósito.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones actualmente preferidas de la invención se describirán a continuación adicionalmente con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista lateral esquemática de una realización de la invención que incluye medios para alimentar un flujo del fluido dentro de la guía de ondas;

la figura 2 es una vista lateral parcial esquemática de una realización de la invención, en la que la pieza de referencia se coloca en una estructura en forma de embudo;

la figura 3 es una vista lateral parcial esquemática de otra realización de la invención que comprende una función de sifón;

la figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de una realización de la invención que comprende una pieza de referencia en forma de espiral plana;

la figura 5 es una vista lateral esquemática de una realización de la invención que comprende una pieza de referencia de forma helicoidal;

la figura 6 es un gráfico que muestra una secuencia de impulsos acústicos relacionados con el dispositivo en la figura 1 o en la figura 2;

la figura 7 es una vista lateral esquemática de una realización de la invención que tiene una segunda guía de ondas y una pieza de referencia común;

5 las figuras 8a - 8b son una vista lateral esquemática de una realización de la invención que tiene una segunda guía de ondas y un transductor común; y

la figura 9 es una vista lateral esquemática de una realización de la invención que tiene una segunda guía de ondas y un segundo transductor.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

10 La figura 1 muestra una realización preferida de un dispositivo de medición de acuerdo con la presente invención. El dispositivo de medición está dispuesto para determinar el nivel del líquido en un depósito. El depósito puede ser, por ejemplo, un depósito de combustible de un barco o un vehículo tal como un automóvil o un camión. El líquido que va a ser medido puede ser, por ejemplo, agua, gasolina o diesel o similares. El depósito que se muestra en la figura 1 contiene también una bomba de combustible 11.

15 En la figura 1, el dispositivo de medición 10 de acuerdo con la invención comprende una guía de ondas 12 que tiene un extremo que está conectado a un transductor 14, mientras que el otro extremo se extiende dentro del fluido 16 que está contenido en el depósito 18. El extremo 20 de la guía de ondas 12 que se extiende dentro del fluido 16 tiene una abertura para permitir que el fluido entre en la guía de ondas. Además, el extremo 20 de la guía de ondas que se extiende dentro del fluido está fijado preferiblemente parcialmente a la parte de fondo del depósito 18. Esto asegura la posición del extremo 20 de la guía de ondas 12, y permite la medición de nivel del fluido desde el fondo del depósito.

20 El transductor 14 que se ha mencionado más arriba puede ser, por ejemplo, un componente piezoeléctrico de bajo costo, o comprender un transmisor y un receptor de sonido separados. El transductor está dispuesto en relación con un dispositivo de control electrónico 22, que está dispuesto para controlar el transductor y para calcular el nivel del fluido en función de las señales transmitidas y recibidas por el transductor.

25 Además, la guía de ondas 12 comprende un elemento de referencia 26, por ejemplo un saliente dispuesto dentro de la guía de ondas. El elemento de referencia 26 puede ser, por ejemplo, de forma anular, o comprender un pasador dispuesto en la pared de la guía de ondas. La pieza de la guía de ondas 12 que se extiende desde el extremo conectado con el transductor 14 al elemento de referencia 26 se denominará en la presente memoria descriptiva y en adelante como la pieza de referencia 28 de la guía de ondas. La pieza de la guía de ondas 12 desde el fondo del depósito 20 a la altura máxima del depósito 30, es decir, el nivel del fluido más alto posible, se denominará en la presente memoria descriptiva y en adelante como la pieza de medición 32 de la guía de ondas 12. La pieza de la guía de ondas 12 entre la pieza de referencia y la de medición se denominará como la pieza "muerta" 34.

30 La pieza de referencia en la figura 1 tiene una forma helicoidal, sin embargo, la pieza de referencia puede tener una forma espiral plana.

35 Cuando se mide el nivel del fluido, el transductor 14 es alimentado con una señal eléctrica desde el dispositivo de control 22 con el fin de producir un impulso de sonido. El impulso de sonido es transmitido desde el transductor 14 y es guiado a través de la guía de ondas 12 hacia la superficie del fluido 36. El impulso de sonido es reflejado parcialmente por el elemento de referencia 26 en el extremo de la pieza de referencia 28 de la guía de ondas. El resto del impulso pasa a la pieza muerta 34 y se desplaza a través de la pieza de medición 32 hasta que es reflejado por la superficie 36 del fluido. Por lo tanto, dos impulsos reflejados retornan al transductor 14. Un impulso reflejado está asociado con el elemento de referencia, y el otro impulso reflejado está asociado con la superficie del fluido. Como respuesta a los impulsos de sonido recibido, el transductor 14 genera señales eléctricas correspondientes y las alimenta de vuelta al dispositivo de control 22.

40 La pieza muerta 34 de la guía de ondas 12 es lo suficientemente larga para asegurar que los dos impulsos reflejados desde el elemento de referencia 26 y la superficie 36 del fluido, respectivamente, están suficientemente separados de manera que los dos impulsos se puedan distinguir, incluso si el depósito está lleno hasta la pieza superior y por lo tanto los impulsos regresan al transductor 14 en proximidad relativamente cercana.

45 Conociendo el rango de tiempo entre cada impulso, es decir, el tiempo de tránsito para cada impulso acústico, y la longitud de la pieza de referencia 28, de la pieza muerta 34 y de la pieza de medida 32, es posible que el dispositivo de control 22 calcule el nivel del fluido o el volumen del fluido en el depósito de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel 1} = (\text{pieza de referencia} + \text{pieza muerta} + \text{pieza de medición}) - (\text{pieza de referencia} / \text{REF}) + \text{SURF}$$

en los que "pieza de referencia", "pieza muerta" y "pieza de medición" se refieren a la longitud de cada elemento respectivamente, y REF y SURF se refieren al tiempo de tránsito del impulso reflejado por el elemento de referencia y por la superficie del fluido, respectivamente.

5 De esta manera, el nivel del fluido se calcula mediante la reducción de la longitud total de la guía de ondas con la longitud de la guía de ondas por encima de la superficie, con lo que la longitud de la guía de ondas por encima de la superficie se calcula como la velocidad del sonido (=pieza referencia / REF) multiplicado por el tiempo de SURF..

Los cálculos anteriores son realizados por el dispositivo de control 22.

10 El dispositivo de medición comprende, además, una conexión 38 entre la pieza de referencia 28 de la guía de ondas y el reflujo de combustible 40 procedente de la bomba de combustible 11. La conexión 38 es un tubo que puede conducir fluido tal como gasolina. Además, la pieza de referencia 28 comprende una pluralidad de orificios de drenaje 42. Preferiblemente, la pieza de referencia 28 contiene alrededor de 8 orificios de drenaje por vuelta de la espiral helicoidal.

15 Concurrentemente con los impulsos de sonido que se desplazan a través de la guía de ondas 12 como se ha descrito más arriba, el fluido, en este caso combustible, es bombeado desde el depósito por medio de la bomba de combustible 11, a través del tubo de conexión 38, y al interior de la pieza de referencia 28. Por lo tanto, un flujo de combustible es bombeado continuamente a través de la guía de ondas 12 durante el proceso de medición. El combustible que se desplaza a través de la guía de ondas 12 se devuelve al depósito 18 a través de los orificios de drenaje 42 y a través de la misma guía de ondas 12.

20 Por un lado, la extensión del flujo continuo a través de la guía de ondas 12 es lo suficientemente grande para que el gas pueda emanar del flujo de combustible, por lo que la composición del gas en el dispositivo de medición se hace esencialmente idéntica en toda la guía de ondas. Por otra parte, la extensión de la corriente es lo suficientemente pequeña para que los impulsos de sonido en la pieza de referencia 28 no se vean afectados significativamente por el propio fluido.

25 Debido al flujo concurrente del fluido a través de la guía de ondas y la pieza de referencia de la invención, la composición del gas en la pieza de referencia 28 es esencialmente similar a lo largo de la totalidad de la guía de ondas situada por encima del nivel del fluido. Eso significa que la velocidad del sonido, que varía dependiendo de la composición del gas, en la guía de ondas está compensada con respecto a la composición del gas.

30 Puesto que la fórmula anterior utiliza la velocidad del sonido de acuerdo con la medición de referencia con el fin de calcular el nivel del fluido en el depósito 18, se obtiene una medición compensada de la composición del gas muy precisa del nivel del líquido.

En la realización anterior, la pieza de medición 32 es esencialmente vertical y se obtiene una medida absoluta del nivel del líquido. Sin embargo, también es posible inclinar la pieza de medición con el fin de que se pueda ajustar en diferentes depósitos con diferentes alturas. En ese caso, es ventajoso calcular la relación entre el nivel del líquido y el nivel máximo del depósito con el fin de evitar una calibración adicional, con lo que:

35
$$\text{Relación} = \text{nivel} / \text{pieza de medición}$$

40 En la realización de la invención que se muestra en la figura 1, se utiliza la propagación de ondas planas. Con el fin de lograr la propagación de ondas planas, la longitud de onda es mucho mayor que el diámetro de la guía de ondas. La longitud de onda debe ser superior a aproximadamente el doble de diámetro. La longitud de onda de los impulsos acústicos está preferiblemente en el rango de aproximadamente 2 a 10 cm, que corresponde a una frecuencia de aproximadamente 3,4 a 17 kHz, es decir, no de ultrasonido. Debido a la longitud de onda relativamente larga, la guía de ondas también tiene que ser larga. Preferiblemente, la longitud de la pieza de referencia es de hasta aproximadamente 70 cm, y la longitud de la pieza muerta es de hasta aproximadamente 30 cm.

45 La guía de ondas 12 en la figura 1 puede comprender también elementos de referencia adicionales colocados a distancias conocidas desde el primer elemento de referencia 26. Cuando se utiliza por ejemplo un elemento de referencia adicional, un impulso de sonido adicional vuelve al transceptor, con lo que el tiempo de tránsito del impulso se utiliza para calcular la velocidad actual del sonido. Elementos de referencia adicionales pueden ser colocados, por ejemplo, en la pieza de medición, o entre el transductor y el primer elemento de referencia. Los resultados anteriores en esa pieza de referencia están más cerca del fluido cuando el nivel del fluido es bajo.

50 Las figuras 2 - 3 muestran realizaciones de la presente invención en las que la pieza de referencia 28 está situada fuera del depósito. Los dispositivos en las figuras 2 - 3 tienen la misma estructura y características básicas que el dispositivo que se muestra en la figura 1, y números de referencia idénticos se han utilizado para las mismas estructuras en todas las figuras.

La figura 2 muestra un dispositivo de medición en el que la pieza de referencia 28 se encuentra exterior del depósito 18 en, por ejemplo un barco. La pieza de referencia 28 comprende una pluralidad de orificios de drenaje 42. El dispositivo de medición comprende además una estructura en forma de embudo 44 en la que está dispuesta la pieza de referencia 28. La pieza de referencia 28 tiene la forma de una espiral, que en la figura 2 está alineada con la pared interior 46 del embudo 44. Alternativamente, la pieza de referencia puede estar formada como por ejemplo una espiral plana que está situada dentro del embudo 44. La abertura del extremo de fondo 48 del embudo 44 está conectada al depósito 18, y la guía de ondas 12 entra al interior del depósito 18 a través de la abertura 48.

La medición de nivel del fluido en el depósito se produce de una manera similar a la que se ha descrito más arriba con respecto a la figura 1.

En el dispositivo que se muestra en la figura 2, el fluido en exceso del flujo del fluido en la pieza de referencia 28 es conducido a través de los orificios de drenaje 42 y vuelve al depósito 18 a través del embudo 44. También el fluido en exceso que se origina, por ejemplo, por la condensación y / o por el fluido que entra en la guía de ondas de referencia 28 desde el depósito 18 si las inclinaciones del depósito pueden conducirse a través de los orificios de drenaje 42 y el embudo 44 asociado. El fluido será dirigido de vuelta al depósito 18 por el embudo 44, siempre y cuando el ángulo A del embudo sea más grande que el ángulo de inclinación B del depósito. Por lo tanto, cuando se diseña el dispositivo de medición, la pendiente del embudo 44 puede ser elegida de manera que el dispositivo de medición del depósito pueda realizar mediciones de hasta un ángulo de inclinación máximo permitido predeterminado del depósito. Por ejemplo, en un barco, el ángulo de inclinación máximo permitido puede estar en un orden de magnitud de aproximadamente 25°, por lo que el ángulo A del embudo se encuentra justo por encima del ángulo de inclinación máximo permitido elegido.

Otra realización de la invención se muestra en la figura 3. En la figura 3, la pieza de referencia 28 del dispositivo de medición tiene la forma de una espiral plana y está posicionada fuera del depósito. El dispositivo de medición comprende, además, un recipiente 50 en el que se coloca la pieza de referencia en forma de espiral plana. El recipiente 50 tiene una placa de base esencialmente circular 52 y una pared 54 se extiende hacia arriba desde el borde de la placa de base. El recipiente 50 está conectado al depósito a través de una abertura 56 en la placa de base 52, con lo que la guía de ondas 12 pasa a la abertura 56 en el depósito. El recipiente 50 comprende además una capa absorbente 58 que se extiende sobre la placa de base 52 del recipiente, y hacia abajo en la abertura 56 en el depósito. Se debe hacer notar que los extremos inferiores 60 de la capa absorbente 58 están colocados en el pasaje al depósito. La capa absorbente 58 puede ser, por ejemplo, un paño absorbente, tal como un paño de esponja.

Durante la medición, el exceso del fluido, que se origina, por ejemplo, por un flujo a través de la pieza de referencia 28 y / o condensación, emana de los orificios de drenaje 42 y es absorbido por el paño absorbente 58. Puesto que los extremos 60 del paño absorbente 58 están situados a un nivel inferior a la parte del paño absorbente en la placa de base 52 del recipiente 50, el fluido se acumula en los extremos 60, y gotea retornando al depósito 18 debido del principio de sifón. Además, al elevar el recipiente 50 de la superficie superior del depósito 18 una distancia C, es posible utilizar la función de sifón, y por lo tanto el dispositivo de medición, incluso si todo el depósito está inclinado, siempre que la distancia denotada por D en la figura. 3 sea mayor que cero. Por lo tanto, cuando se diseña el dispositivo de medición, la elevación del recipiente 50 puede ser elegida de manera que el dispositivo de medición del depósito pueda proporcionar mediciones hasta un ángulo de inclinación deseado del depósito.

Como se ha mencionado, los dispositivos para la medición acústica del nivel de un fluido en un depósito, en particular un depósito de combustible, por ejemplo, en un vehículo o un barco, son conocidos en la técnica anterior. Uno de los dispositivos de este tipo se desvela en la solicitud de patente del Reino Unido GB2 164 151, que desvela un aparato de medición de nivel del fluido acústico para determinar el nivel del fluido en un depósito. El aparato comprende un tubo, en el que un extremo del tubo está sumergido en el líquido, y el otro extremo está dispuesto con un transductor. El tubo también está dispuesto con dos medios de referencia situados a lo largo del tubo entre los dos extremos del tubo. El transductor produce impulsos de fuente que son reflejados parcialmente por los medios de referencia, y la energía del impulso restante se refleja en la superficie del fluido, con lo que los retardos de tiempo entre los ecos pueden ser usados para calcular el nivel del líquido en el depósito.

Al medir con las señales acústicas en una guía de ondas, es ventajoso el uso de la propagación de ondas planas, que por ejemplo hace que sea posible reducir las perturbaciones. Una condición para la propagación de ondas planas de una señal acústica en una guía de ondas es que la longitud de onda de la señal tiene que ser mucho mayor que el diámetro de la guía de ondas. Al mismo tiempo, con el fin de permitir la separación de las señales reflejadas, la guía de ondas debe tener una longitud de varias longitudes de ondas. Por lo tanto, puesto que una guía de ondas tiene típicamente un diámetro en el orden de un centímetro, la guía de ondas en un aparato de medición que emplea la propagación de ondas planas debe ser muy largo, variando desde varios decímetros hasta aproximadamente un metro.

Sin embargo, un aparato de este tipo tiene el inconveniente de que es muy alargado y requiere una cantidad relativamente grande de espacio. Cuando un dispositivo de medición de nivel del fluido se va a incorporar, por ejemplo, en un coche o un camión con el fin de determinar el nivel de combustible en el depósito de combustible del vehículo,

es de suma importancia que el dispositivo de medición no ocupe demasiado espacio. El espacio alrededor del depósito de combustible, por ejemplo en un coche, es normalmente muy limitado.

Las figuras 4 y 5 muestran un dispositivo de medición de nivel del fluido de acuerdo con dos realizaciones de la invención. Se han sido utilizados números de referencia idénticos para las mismas estructuras en ambas figuras.

5 El dispositivo de medición está dispuesto para ser asociado con un recipiente o depósito. El depósito puede ser, por ejemplo, un depósito de combustible de un barco o de un vehículo, tal como un automóvil o un camión. El fluido que va a ser medido puede ser, por ejemplo, un líquido tal como gasolina, diesel o agua o similares. El depósito que se muestra en la figura 4 y en la figura 5 contiene también una bomba de combustible 11.

10 En la figura 4, el dispositivo de medición 110 de acuerdo con la invención comprende una guía de ondas 112 que tiene un extremo que está conectado a un transductor 114, mientras que el otro extremo se extiende en el interior del fluido 116 que está contenido en el depósito 118. El extremo 120 de la guía de ondas 112 que se extiende en el interior del fluido 116 tiene una abertura para permitir que el fluido entre en la guía de ondas. Además, el extremo 120 de la guía de ondas que se extiende en el interior del fluido está fijado preferiblemente parcialmente a la parte de fondo del depósito 118. Esto asegura la posición del extremo 120 de la guía de ondas 112, y permite la medición de nivel del fluido de la parte más inferior del depósito.

La guía de ondas en la figura 4 se extiende esencialmente hacia abajo a través del depósito desde el transductor. Sin embargo, es posible colocar el punto de medición, es decir, el extremo 120 de la guía de ondas, en cualquier lugar en el depósito. Por ejemplo el punto de medición puede estar situado en el centro de la parte de fondo del depósito, aunque el transductor pueda estar situado, por ejemplo, en una esquina superior del depósito.

20 El transductor 114 que se ha mencionado antes puede ser, por ejemplo, un componente piezoeléctrico de bajo costo, o un transmisor de sonido y receptor de sonido separados. El transductor está dispuesto en conexión con un dispositivo electrónico de control 122, que está dispuesto para controlar el transductor y para calcular el nivel del fluido en base a las señales transmitidas y recibidas por el transductor.

25 Además, la guía de ondas 112 comprende un elemento de referencia 126 dispuesto, por ejemplo, en un saliente dentro de la guía de ondas. El elemento de referencia 126 puede ser, por ejemplo, de forma anular, o comprender un pasador dispuesto en la pared de la guía de ondas. La pieza de la guía de ondas 112 que se extiende desde el extremo conectado con el transductor 114 al elemento de referencia 126 se denominará en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue como la pieza de referencia 128 de la guía de ondas. La pieza de la guía de ondas 112 desde el fondo del depósito 120 a la altura máxima del depósito 130, es decir, el nivel más alto posible del fluido, se denominará en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue como la pieza de medición 132 de la guía de ondas 112. La pieza de la guía de ondas 112 entre la pieza de referencia y la de medición es denominada como la pieza "muerta" 134.

30 Cuando se mide el nivel del fluido, el transductor 114 es alimentado con una señal eléctrica desde el dispositivo de control 122 con el fin de producir un impulso de sonido. Con referencia a la figura 6A, el impulso A de un sonido es transmitido desde el transductor 114 y guiado a través de la guía de ondas 112 hacia la superficie 136 del fluido. A continuación, como se muestra en la figura 6b, el impulso A de un sonido es reflejado parcialmente por el elemento de referencia 126, y un impulso reflejado B es devuelto hacia el transductor. El resto del impulso A' pasa a la pieza muerta 134 y se desplaza a través de la pieza de medición 132 hasta que es reflejado por la superficie 136 del fluido. Por lo tanto, como se muestra en la figura 6c, dos impulsos reflejados B y C retornan al transductor 114. Un impulso reflejado B está asociado con el elemento de referencia, y el otro impulso reflejado C está asociado con la superficie del fluido. Como respuesta a los impulsos de sonido recibidos, el transductor 114 genera señales eléctricas correspondientes y las alimenta de vuelta al dispositivo de control 122.

35 La pieza muerta 134 es lo suficientemente larga para asegurar que los dos impulsos B y C están suficientemente separados de manera que los dos impulsos se pueden distinguir, incluso si el depósito está lleno hasta la pieza superior y por lo tanto los impulsos B y C están regresando al transductor con una proximidad relativamente cercana.

40 Conociendo el rango de tiempo entre cada impulso, es decir, el tiempo de tránsito de cada impulso acústico, y la longitud de la pieza de referencia 128, de la pieza muerta 134 y de la pieza de medición 132, es posible para el dispositivo de control 122 calcular el nivel del fluido o el volumen del fluido en el depósito de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel 1} = (\text{pieza de referencia} + \text{pieza muerta} + \text{pieza de medición}) - (\text{pieza de referencia} / \text{REF}) + \text{SURF}$$

45 en la que "pieza de referencia", "pieza muerta" y "pieza de medición" se refieren a la longitud de cada elemento respectivamente, y REF y SURF se refieren al tiempo de tránsito para los impulsos A y B reflejados por el elemento de referencia y la superficie del fluido, respectivamente.

En la fórmula anterior, el nivel del fluido es calculado reduciendo la longitud total de la guía de ondas por la longitud de la guía de ondas por encima de la superficie. La longitud de la guía de ondas por encima de la superficie se calcula como la velocidad del sonido (= pieza referencia / REF) multiplicado por el tiempo SURF. La velocidad del sonido varía generalmente en relación con la temperatura y la composición del gas. Sin embargo, puesto que la fórmula anterior utiliza la velocidad del sonido de acuerdo con la medición de referencia, la medición global es relativamente insensible con respecto a la temperatura y a la composición del gas.

En la realización anterior, la pieza de medición 132 es esencialmente vertical y se obtiene una medida absoluta del nivel del fluido. Sin embargo, también es posible inclinar la pieza de medición con el fin de que se ajuste en los diferentes depósitos con diferentes alturas. En ese caso, es ventajoso calcular la relación entre el nivel del fluido y el nivel máximo del depósito con el fin de evitar una calibración adicional, con lo que:

$$\text{Relación} = \text{nivel} / \text{pieza de medición}$$

De acuerdo con la invención, la pieza de referencia 128 de la guía de ondas está curvada en un plano esencialmente paralelo a la superficie 136 del fluido. En la realización que se muestra en la figura 4, la pieza de referencia 128 tiene la forma de una espiral plana. Esto asegura que el dispositivo de medición ocupa un espacio tan pequeño como sea posible en relación con el depósito. En la figura 4, la pieza de referencia 128 de la guía de ondas está contenida en un saliente 138 en el depósito 118, junto con el transductor 114, mientras que el dispositivo electrónico de control 122 está colocado fuera del depósito.

Alternativamente, la pieza de referencia de la guía de ondas puede tener una forma helicoidal, como se muestra en la figura 5. En la figura 5, la pieza de referencia 128 está dispuesta alrededor de la bomba de combustible 111, y por lo tanto utiliza el espacio alrededor de la citada bomba de combustible. La pieza de referencia helicoidal 128 puede ser colocada alternativamente de una manera similar a la que se ha explicado más arriba con respecto a la referencia en forma de espiral plana, es decir, dentro del depósito independiente de la bomba de combustible, por ejemplo en un saliente en el techo del depósito, o justo fuera del depósito.

En las realizaciones de la invención que se muestran en la figura 4 y en la figura 5, se utiliza la propagación de ondas planas. Con el fin de lograr la propagación de ondas planas, la longitud de onda es mucho mayor que el diámetro de la guía de ondas. La longitud de onda debe ser superior a aproximadamente el doble del diámetro. La longitud de onda de los impulsos acústicos está preferiblemente en el rango de aproximadamente 2 a 10 cm, que corresponde a una frecuencia de aproximadamente 3,4 a 17 kHz, es decir, no ultrasonidos. Debido a la longitud de onda relativamente larga, la guía de ondas también tiene que ser larga. Preferiblemente, la longitud de la pieza de referencia es de hasta aproximadamente 70 cm, y la longitud de la pieza muerta es de hasta aproximadamente 30 cm.

También con referencia a las realizaciones de la figura 4 y de la figura 5, la pieza de referencia 128 de la guía de ondas está contenida en el depósito 118, junto con el transductor 114, mientras que el dispositivo de control electrónico 122 se coloca fuera del depósito. Alternativamente, el dispositivo de control puede ser colocado dentro del depósito junto con el transductor. Sin embargo, también es posible colocar tanto el transductor como el dispositivo de control juntos justo fuera del depósito, o colocar la pieza de referencia, y por lo tanto el dispositivo transductor y control, todos juntos justo fuera del depósito.

La guía de ondas 112 en las figuras 4 y 5 puede comprender también elementos de referencia adicionales colocados a distancias conocidas desde el primer elemento de referencia 126. Cuando se utiliza, por ejemplo, un elemento de referencia adicional, un impulso de sonido adicional retorna al transceptor, con lo que el tiempo de tránsito del impulso es utilizado para calcular la velocidad actual del sonido. Los elementos de referencia adicionales pueden ser colocados, por ejemplo, en la pieza de medición, o entre el transductor y el primer elemento de referencia. Lo anterior hace que esa pieza de la referencia esté más cerca del fluido cuando el nivel del fluido es bajo.

Las figuras 7 a 9 muestran realizaciones del segundo aspecto de la presente invención, en el que el nivel del fluido se puede medir en dos posiciones diferentes en el depósito. Los dispositivos de medición en las figuras 7 a 9 tienen la misma estructura básica y características que los dispositivos que se muestran en las figuras 4 y 5, e idénticos números de referencia han sido utilizados para las mismas estructuras en todas las figuras.

La figura 7 muestra un dispositivo de medición 110 similar al de la figura 5, que comprende, además, una segunda guía de ondas 140, que está conectada al extremo de la pieza muerta 134 y se extiende en el interior del fluido 116. El extremo 142 de la segunda guía de ondas que se extiende al interior del fluido tiene una abertura para permitir que el fluido entre en la guía de ondas 140. Además, el extremo 142 se coloca preferiblemente en una posición diferente en comparación con el extremo 120 de la primera guía de ondas 112, y está fijado parcialmente a la pieza de fondo del depósito 118 para asegurar la posición del extremo de la guía de ondas.

El depósito 118 en la figura 7 es un denominado depósito de silla de montar, que comprende una indentación 144 en la pieza de fondo del depósito, con lo que una guía de ondas 112, 140 está dispuesta en cada lado de la indentación 144. De esta manera, se proporciona una medición más precisa del nivel del fluido en el depósito. Además, el dispo-

sitivo de medición está construido alrededor de una única pieza de referencia 128 y un único transductor 114 y dispositivo de control 122, lo cual permite una realización más eficiente en costo del dispositivo, así como permite que sólo se requiera una abertura del depósito 118 para el dispositivo de medición, a pesar de que el dispositivo dispone de dos puntos de medición separados.

5 Cuando se mide el nivel del fluido, un impulso de sonido es transmitido desde el transductor 114, tal como se ha descrito más arriba. Después de ser reflejado parcialmente por el elemento de referencia 126 y de haber pasado por la pieza muerta 134, el impulso se divide y se desplaza a través de la pieza de medición 132 y de la segunda guía de ondas 140, respectivamente, y es reflejado por la superficie 136 del fluido en cada guía 132, 140. Por lo tanto, tres impulsos reflejados retornan al transductor 114. Un impulso reflejado está asociado con el elemento de referencia 126, uno está asociado con la superficie del fluido en la pieza de medición 132, y uno está asociado con la superficie del fluido en la segunda guía de ondas 140. La pieza de medición 132 y la segunda guía de ondas 140 tienen que ser de longitudes diferentes de manera que sea posible distinguir los dos ecos uno del otro.

10 Al conocer el tiempo utilizado por cada impulso y la distancia con la que la pieza de referencia, la pieza muerta y las guías de ondas se extienden en el interior del fluido, es posible calcular el nivel del fluido o el volumen del fluido en el depósito. El cálculo es realizado por el dispositivo de control electrónico 122.

15 Como una alternativa a la figura 7, la segunda guía de ondas 140 puede estar conectada al transductor 114, que se muestra en las figuras 8a y 8b. En las figuras 8a - 8b, la segunda guía de ondas 140 comprende una pieza de referencia 148, una pieza de medición 150 y una pieza muerta 152 similar a la primera guía de ondas 112. La segunda guía de ondas 140 puede estar situada ya sea en el mismo lado del transductor 114 como la primera guía de ondas 112 (figura 8a), o en el lado opuesto del transductor 114 (figura 8b). En la figura 8b, el transductor 114 está dispuesto para transmitir los impulsos en ambas direcciones.

20 Cuando se realiza la medición de nivel del fluido en las figuras. 8a y 8b, un impulso de sonido es transmitido desde el transductor 114 y es guiado a través de las guías de ondas 112, 140 hacia la superficie 136 del fluido. El impulso de sonido es reflejado parcialmente por los elementos de referencia 126, 154 en el extremo de cada pieza de referencia de las guías de ondas. Las piezas de referencia 128, 148 están dispuestas de tal manera que los ecos relativos a los elementos de referencia que retornan al transductor 114 se pueden separar. El resto del impulso pasa a las piezas muertas 134, 150 y se desplaza a través de la pieza de medición 132, 152 de las guías de ondas primera y segunda respectivamente, y es reflejado por la superficie del fluido.

25 De esta manera, cuatro impulsos reflejados retornan al transductor 112. Un impulso reflejado está asociado con el elemento de referencia 126 de la primera guía de ondas, uno está asociado con el elemento de referencia 154 de la segunda guía de ondas, uno está asociado con la superficie del fluido en la pieza de medición 132 de la primera guía de ondas, y uno está asociado con la superficie del fluido en la pieza de medición 152 de la segunda guía de ondas. Las piezas de medición de la primera y segunda guía de ondas tienen que ser de diferentes longitudes de manera que sea posible distinguir los dos ecos uno del otro.

30 Conociendo el tiempo utilizado para cada impulso y la distancia de las piezas de referencia, las piezas muertas y las guías de ondas que se extienden en el interior del fluido, es posible calcular el nivel del fluido o el volumen del fluido en el depósito. El cálculo es realizado por el dispositivo de control electrónico.

35 Como tercera alternativa, la segunda guía de ondas 140 puede estar conectada a un segundo transductor 156 como se muestra en la figura 9. La segunda guía de ondas 140 y el segundo transductor 156 tienen la misma estructura y funcionamiento que la primera guía de ondas 112 y el primer transductor 114 en la figura 4. Las piezas de medición se colocan en diferentes posiciones en el depósito para permitir una lectura más precisa del nivel del fluido. Los transductores pueden estar dispuestos preferiblemente en la misma región del depósito, y están conectados a un único dispositivo de control electrónico 122, que calcula el nivel del fluido en general en base a las lecturas individuales de los transductores primero y segundo 114, 156 y guías de ondas 112, 140.

40 En la realización que se muestra en las figuras 7 a 9, el uso de dos puntos de medición también hace que sea posible proporcionar una medición de nivel que es independiente de la inclinación del depósito. Para los movimientos de giro del depósito alrededor de un único eje, una guía de ondas es colocada en cada lado del depósito, por lo que la diferencia de tiempo de la recepción de los impulsos de eco se calcula con el fin de proporcionar una medición de nivel del líquido compensada en inclinación.

45 La invención no está limitada a las realizaciones que se han descrito más arriba. Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden realizar variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

50 Por ejemplo, el aspecto de los orificios de drenaje se puede combinar con cualquier dispositivo de medición, en el que el exceso del fluido debe ser drenado fuera de la guía de ondas.

Además, otras guías de ondas de medición adicionales pueden estar conectadas al dispositivo de medición, lo cual permite mediciones de diferentes partes de un depósito. En este caso, un transductor y pieza de referencia comunes pueden ser utilizados.

5 Además, el paño de absorción puede ser utilizado en combinación con cualquier estructura, tal como el embudo que se ha explicado más arriba.

Además, las piezas de referencia 28, 48 de los dispositivos de medición en las figuras 7 a 9 son helicoidales y están dispuestas alrededor de la bomba de combustible 11 del depósito 18. Sin embargo, alternativamente, la pieza de referencia puede estar colocada en una posición independiente de la bomba de combustible, ya sea dentro o fuera del depósito. La pieza de referencia también puede tener una forma en espiral plana como en la figura 4.

10 A pesar de que se han utilizado dos guías de ondas, por ejemplo, en los dispositivos de medición en las figuras 7 a 9, se pueden utilizar más guías de ondas con el fin de aumentar el número de puntos de medición.

Además, el aspecto de varias guías de ondas se puede combinar con cualquier dispositivo convencional.

15 Además, las guías de ondas que se extienden en el interior del fluido pueden tener una forma cónica de manera que el diámetro en la pieza inferior del extremo de la guía de ondas es mayor que el diámetro en la pieza superior de la guía de ondas. Esto permite un mejor ángulo de alivio.

Además, las guías de ondas, en todo o en parte, pueden tener un diseño de la sección transversal que es redondo, rectangular o plano u otros similares.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de medición del nivel de un fluido (116) en un depósito (118), utilizando impulsos acústicos de baja frecuencia, comprendiendo el citado dispositivo:
- un medio transductor (114) para transmitir y recibir impulsos acústicos, y
 - 5 - una guía de ondas (112) conectada al citado transductor (114) y dispuesta para extenderse en el interior del fluido (116),
teniendo los citados impulsos acústicos una longitud de onda que es más larga que el doble del diámetro de la guía de ondas, para asegurar la propagación de ondas planas,
teniendo la citada guía de ondas una pieza de referencia (128) dispuesta para estar situada por
10 encima de la superficie del fluido y que se extiende entre el transductor y un elemento de referencia (26), estando dispuesto el citado elemento de referencia (26) para reflejar parcialmente un impulso acústico desde el transductor con el fin de permitir la determinación de la velocidad actual del sonido,
caracterizado porque
15 la citada pieza de referencia (128) de la guía de ondas es helicoidal o tiene la forma de una espiral plana.
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la citada pieza de referencia (128) de la guía de ondas está provista de una pluralidad de curvaturas en un plano esencialmente paralelo a la superficie del fluido.
- 20 3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la citada pieza de referencia (128) de la guía de ondas está provista en una pluralidad de vueltas de 360° en un plano esencialmente paralelo a la superficie del fluido.
4. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además, una segunda guía de ondas (140) que se extiende en el interior del fluido (116).
- 25 5. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la citada guía de ondas (112) y la citada segunda guía de ondas (140) están conectadas respectivamente al citado transductor (114) en lados opuestos del citado transductor.
6. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la citada guía de ondas (112) y la citada segunda guía de ondas (140) tienen una pieza de referencia común (128).
- 30 7. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende, además, un segundo transductor (156), en el que la citada segunda guía de ondas (140) está conectada al citado segundo transductor.
8. Un sistema de medición de nivel dispuesto para medir el nivel del contenido en un depósito, que comprende un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, y un dispositivo de control electrónico (122) dispuesto para estar situado fuera del depósito, en el que el o los transductores está / están dispuestos
35 para estar situados en el interior del depósito.

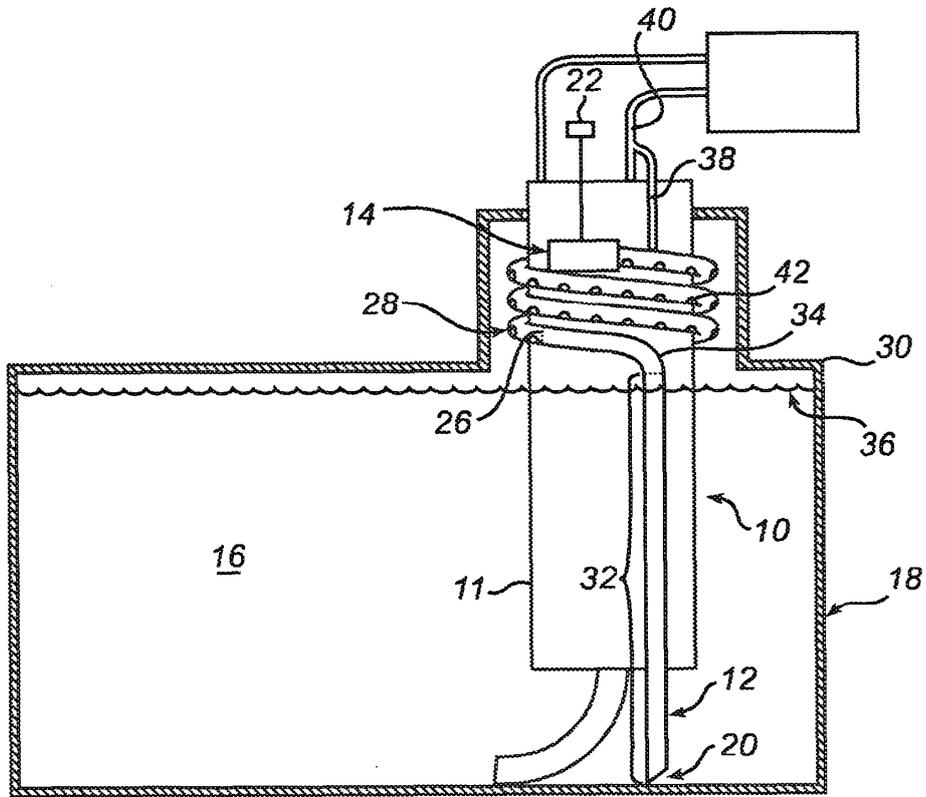


Fig. 1

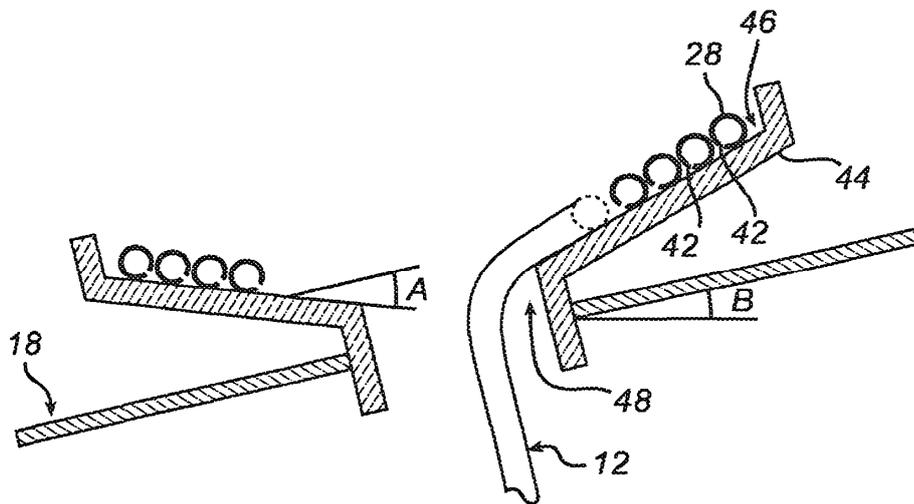


Fig. 2

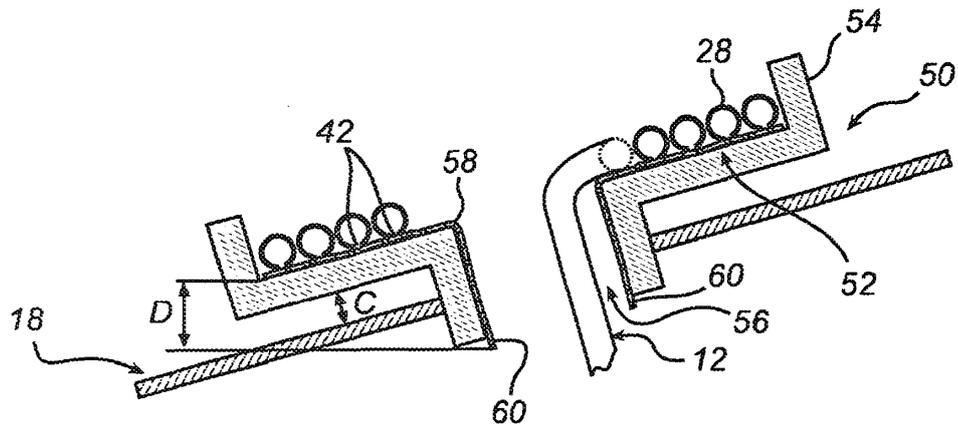


Fig. 3

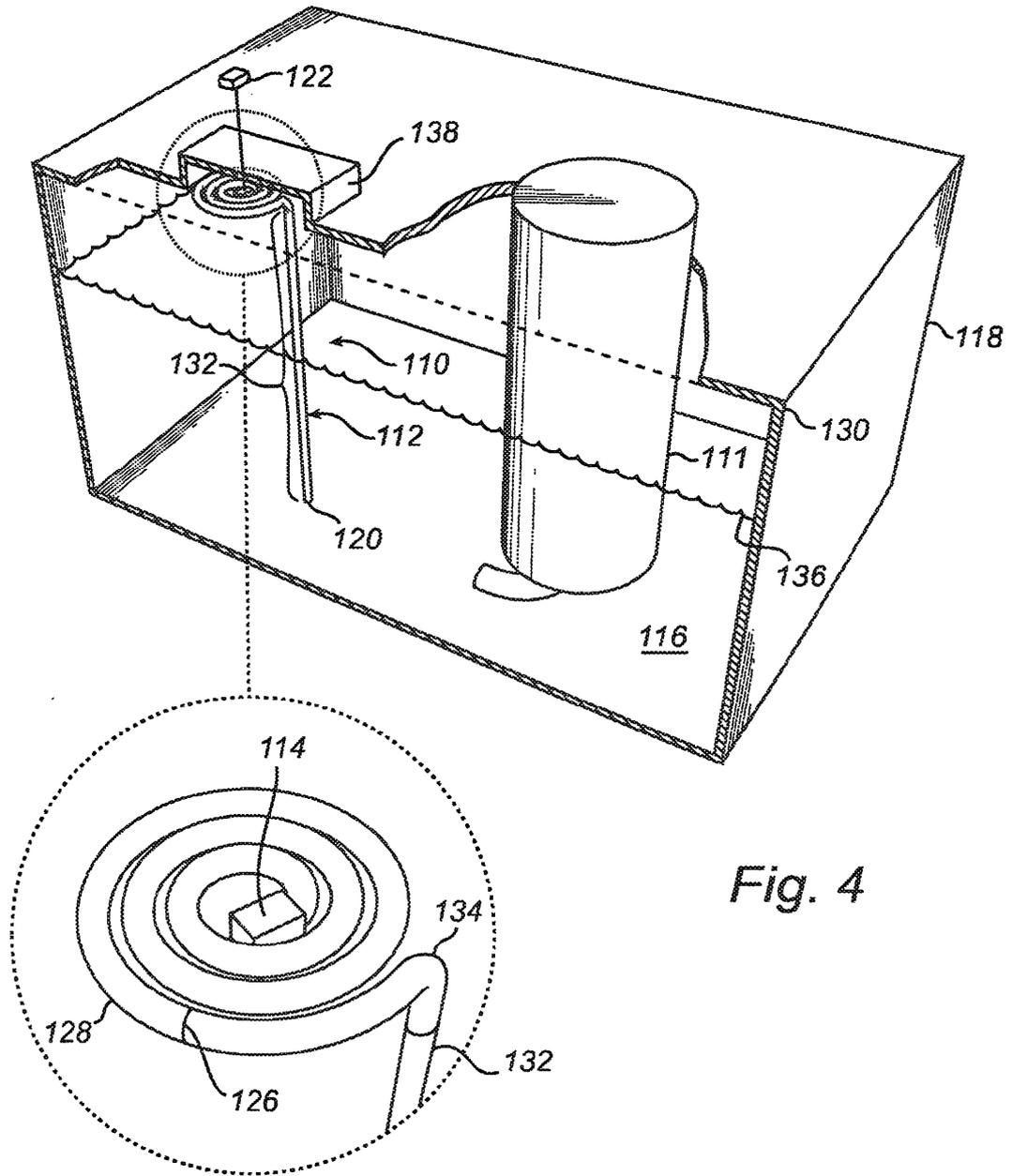


Fig. 4

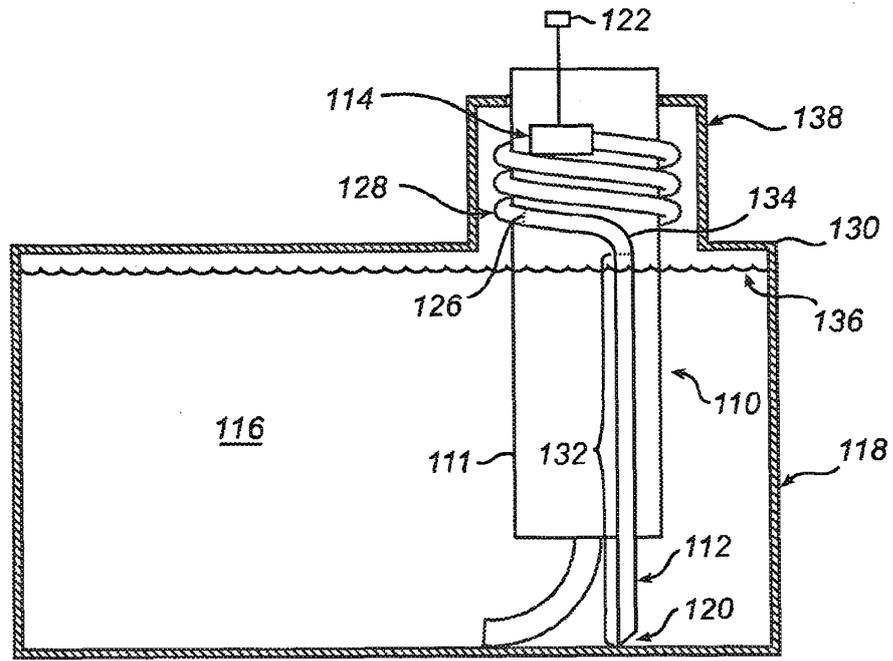


Fig. 5

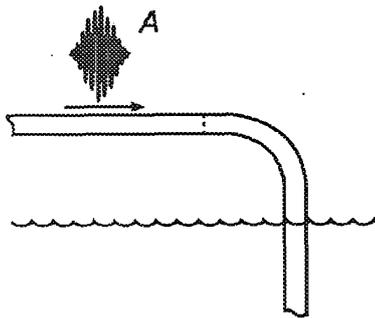


Fig. 6a

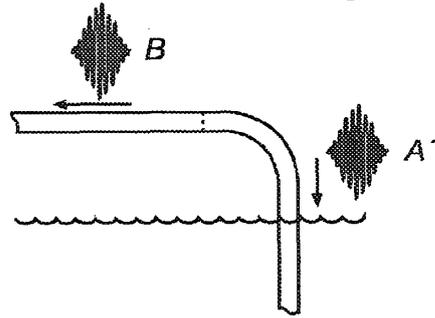


Fig. 6b

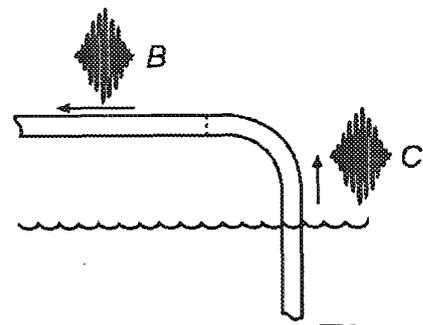


Fig. 6c

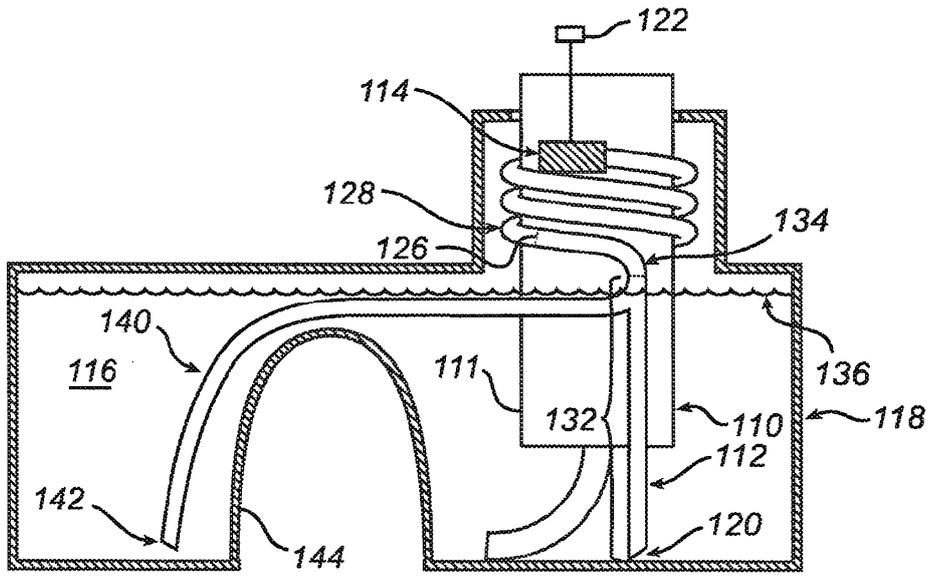


Fig. 7

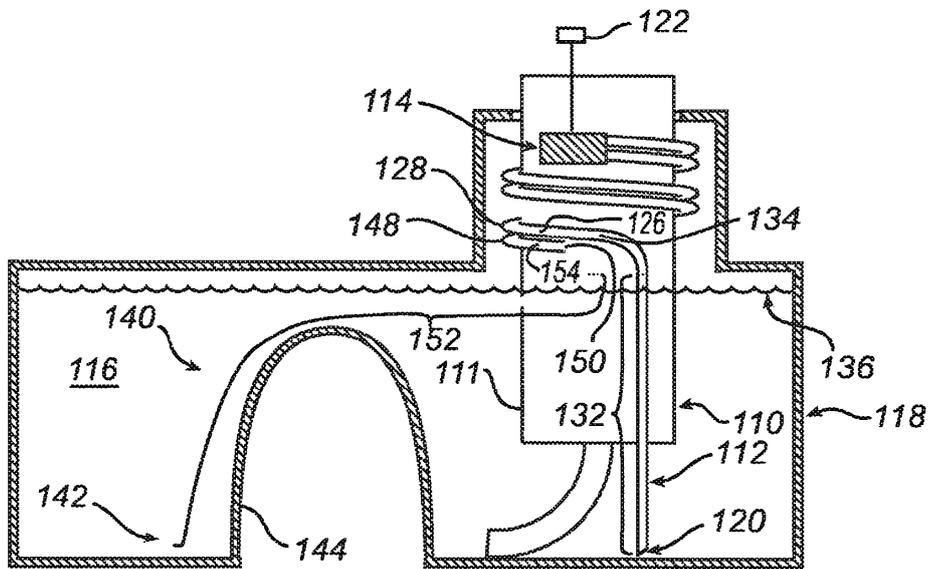


Fig. 8a

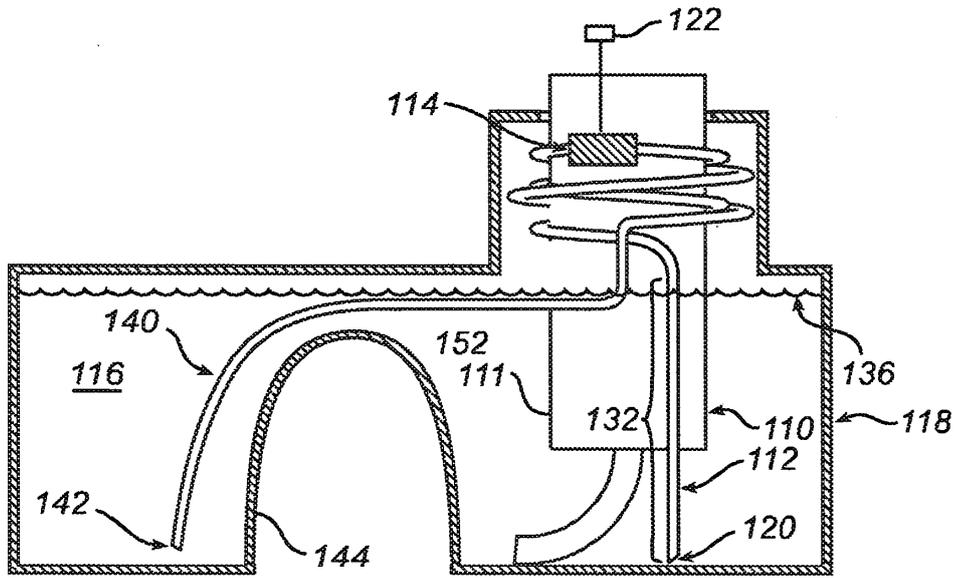


Fig. 8

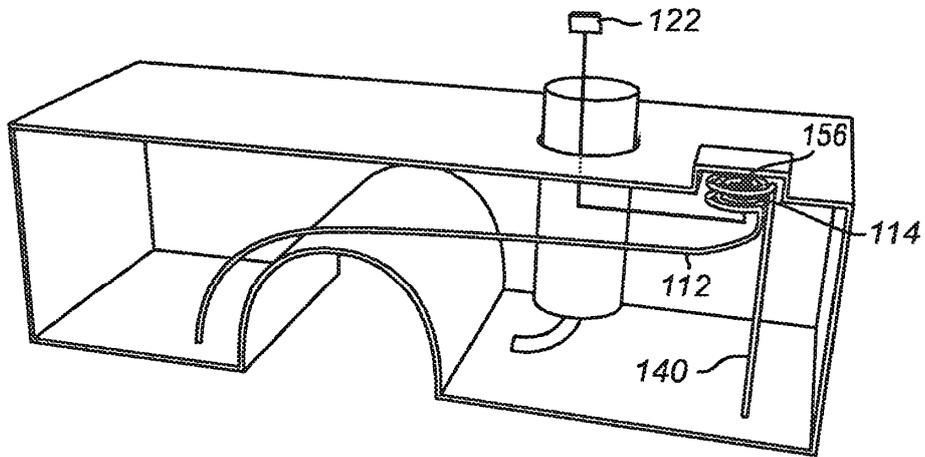


Fig. 9