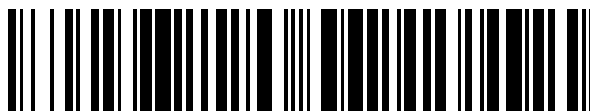


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 933**

51 Int. Cl.:

**G01M 3/28** (2006.01)

**E03B 7/00** (2006.01)

**F17D 5/02** (2006.01)

**G01F 1/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2016 PCT/EP2016/067998**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.03.2017 WO17045819**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2016 E 16753601 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3350560**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar un valor de fuga de una sección de conducto**

30 Prioridad:

**17.09.2015 DE 102015115664**

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

**26.05.2020**

73 Titular/es:

**TURN-OFF METERING GMBH (100.0%)  
Gartenstrasse 3  
97789 Oberleichtersbach, DE**

72 Inventor/es:

**HELFRICH, GERHARD**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 762 933 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y dispositivo para determinar un valor de fuga de una sección de conducto

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar un valor de fuga de una sección de conducto, en la que puede transportarse un fluido, en particular agua potable. Además, la invención se refiere a un dispositivo para su uso en la realización del procedimiento según la invención.

10 En conductos que transportan fluido, especialmente en conductos de agua potable, pueden producirse fugas no deseadas, en las que el líquido sale involuntariamente del conducto. Tales fugas son particularmente muy desventajosas en el caso de los conductos de agua, ya que a menudo pasan desapercibidas debido a la disposición de los conductos de agua en el suelo y provocan pérdidas de agua costosas y dañinas para el medio ambiente. Por tanto, el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención están previstos, en particular, pero de ninguna manera exclusivamente, para determinar el valor de fuga de las fugas en los conductos de agua potable.

15 Para la localización y evaluación de fugas en conductos de agua, se conocen diversas técnicas del estado de la técnica. Así, se conocen procedimientos acústicos, en los que pueden localizarse los ruidos que se producen cuando el fluido sale del conducto y, dado el caso, también evaluarse su calidad.

20 Sin embargo, estos procedimientos acústicos tienen la desventaja de que son relativamente inexactos y algunas fugas, debido a su ubicación, por ejemplo en el caso de producirse una fuga en la parte inferior de la tubería, solo pueden localizarse muy difícilmente o ni siquiera pueden localizarse. Además, es problemático que los ruidos de fuga en las tuberías de plástico cada vez más empleadas en la construcción se producen solo en una medida muy reducida. Además, la búsqueda de fugas acústica puede verse fácilmente obstaculizada por los ruidos interferentes.

25 Además, por el estado de la técnica se conoce la denominada medición de zonas, en la que se cierra una sección de conducto y a continuación se transporta desde una fuente de agua a presión, por ejemplo a través de mangueras e hidrantes, agua presurizada a la sección de conducto que debe someterse a prueba y se realiza una medición de caudal. Sin embargo, tales mediciones de zonas son muy complejas, ya que los conductos para el suministro de agua a presión deben montarse de manera compleja.

30 Por el estado de la técnica se conocen además las denominadas pruebas de gas, en las que el conducto de agua se inunda con un gas presurizado. En los puntos de fuga sale entonces el gas y puede localizarse en la superficie mediante sensores de gas adecuados. Estas pruebas de gas son muy complejas, ya que los conductos se vacían en consecuencia y deben sellarse a presión. Además, con una prueba de gas puede establecerse la ubicación, pero no la magnitud de una fuga.

35 Por el documento DE 39 05 054 C1 se conoce un procedimiento para determinar el valor de fuga de una sección de conducto, que se basa en la medición de presión en la sección de conducto que debe someterse a prueba. A este respecto, en una primera etapa de medición, el conducto que debe someterse a prueba se solicita en primer lugar con una presión inicial y se registra la caída de presión provocada por la fuga. En cuanto la presión en la sección de conducto ha caído por debajo de una presión de referencia, se suministra al conducto agua presurizada desde una fuente de agua a presión, de modo que la presión en la sección de conducto aumenta de nuevo. A partir de la comparación de la curva de caída de presión y de la curva de aumento de presión puede deducirse una evaluación de la fuga en la sección de conducto.

40 En este procedimiento resulta a su vez desventajoso que la sección de conducto que debe someterse a prueba tiene que solicitarse durante la medición con agua a presión desde una fuente, para permitir que la presión vuelva a aumentar. En este sentido, en este caso también se requiere a su vez el esfuerzo no deseado para montar tuberías de agua a presión adicionales.

45 El objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento para determinar el valor de fuga desconocido de una sección de conducto que debe someterse a prueba, que proporcione resultados seguros con medios simples. También es objetivo de la presente invención proponer un dispositivo para realizar el procedimiento según la invención.

50 Estos objetivos se alcanzan mediante un procedimiento y un dispositivo según la enseñanza de las reivindicaciones principales independientes.

60 Formas de realización ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

65 El procedimiento según la invención para determinar el valor de fuga se basa de manera genérica en la medición de curvas de presión en la sección de conducto que debe someterse a prueba. A este respecto, del estado de la técnica se registra al menos una primera curva de presión, en la que se registra la caída de presión en la sección de conducto que debe someterse a prueba partiendo de un límite de presión superior hasta alcanzar un límite de presión inferior. Durante la realización del procedimiento según la invención se abre manualmente y se cierra

manualmente una válvula de aporte, en particular una compuerta de cierre, para aumentar la presión en la sección de conducto. Para ajustar el nivel de presión superior, la compuerta de cierre se abre manualmente por un operador en la sección de conducto por lo demás esencialmente cerrada, de modo que la presión se eleva hasta el nivel de presión deseado por el flujo posterior de fluido. La medición real, registrando la primera curva de presión, tiene lugar entonces después de que el operador haya cerrado manualmente la válvula de cierre, saliendo la presión de la sección de conducto a través de la fuga y provocando así la caída de presión hasta alcanzar el límite de presión inferior.

Sin embargo, a diferencia del procedimiento de medición de presión conocido por el estado de la técnica, no se realiza un aumento de presión controlado registrando el aumento de presión. En cambio, un operador abre manualmente la compuerta de cierre que puede cerrarse y, sin una medición real, la presión en la sección de conducto vuelve a aumentarse por el flujo posterior de fluido hasta alcanzar el límite de presión superior. Tras alcanzar el límite de presión superior, la compuerta de cierre se cierra de nuevo manualmente y se registra una segunda curva de presión con la caída de presión desde el límite de presión superior hasta el límite de presión inferior. Sin embargo, al registrar la segunda curva de presión, según la invención está previsto abrir una válvula de evacuación con un valor de fuga conocido en la sección de conducto que debe someterse a prueba. En este sentido, al registrar la segunda curva de presión, la caída de presión no se provoca solo por la salida del fluido a través de la fuga dado el caso existente, sino también por la salida del fluido a través de la válvula de evacuación con el valor de fuga conocido.

Después de registrar los valores de medición de las dos curvas de presión, tiene lugar según la invención una evaluación, deduciéndose el valor de fuga desconocido de la sección de conducto en relación con el valor de fuga conocido de la válvula de evacuación a partir de la comparación de valores de medición. En otras palabras, esto significa que se comparan analíticamente los valores de medición de las dos curvas de presión, pudiendo concluirse a partir de la variación de las curvas de presión debido a la apertura de la válvula de evacuación con el valor de fuga conocido el valor de fuga desconocido de la sección de conducto.

El procedimiento según la invención ofrece una ventaja especial, ya que no hay necesidad de colocar conductos adicionales para el suministro de agua a presión de la sección de conducto que debe someterse a prueba para realizar el procedimiento. Más bien, basta con poder abrir la válvula de aporte que puede cerrarse de la sección de conducto que debe someterse a prueba, por ejemplo la compuerta de cierre de una sección de conducto de agua que debe someterse a prueba, y elevar la presión mediante el flujo posterior de fluido en cada caso hasta el nivel de presión superior antes de registrar las dos curvas de presión. En la medición real, registrando los valores de medición de las dos curvas de presión, la válvula de aporte está cerrada en cada caso, representando la primera curva de presión la caída de presión debida solo a las fugas de la sección de conducto que debe someterse a prueba, mientras que la segunda curva de presión representa la caída de presión debida a las fugas y el flujo a través de la válvula de evacuación abierta. A este respecto, durante la realización del procedimiento según la invención es básicamente irrelevante si la primera o la segunda curva de presión se registra de antemano. El único factor decisivo es que las dos curvas de presión están disponibles para su evaluación. El registro de las dos curvas de presión en sí es independiente entre sí en el tiempo.

La forma en que se realiza la comparación de valores de medición en la etapa de procedimiento e) del procedimiento según la invención es básicamente arbitraria. Son concebibles las más diversas variantes de procedimiento, en las que se evalúan diferentes tipos de valores de medición. El procedimiento según la invención puede realizarse de manera particularmente fácil cuando en la etapa de procedimiento e) se evalúan el tiempo de caída de presión de la primera curva de medición, que transcurre durante la caída de presión entre el límite de presión superior y el límite de presión inferior, y el tiempo de caída de presión de la segunda medición, que transcurre durante la caída de presión entre el límite de presión superior y el límite de presión inferior.

Como fórmula de cálculo para calcular el valor de fuga buscado de la sección de conducto en relación con el valor de fuga conocido de la válvula de evacuación usando los tiempos de caída de presión medidos puede indicarse la siguiente ecuación:

$$L_x = L_v * [t_2 \setminus (t_1 - t_2)]$$

Siempre que al usar la compuerta de cierre de una sección de conducto de agua esta no esté completamente sellada después del cierre, la medición se distorsiona por el agua que entra a través de la compuerta de cierre con fugas. Por tanto, para evitar tales errores de medición resulta especialmente ventajoso que tras cerrar la compuerta de cierre y antes o tras realizar el registro de la curva de presión real, se compruebe la estanqueidad de la compuerta de cierre mediante un procedimiento de comprobación adecuado correspondiente. Por ejemplo, el cierre estanco de la compuerta de cierre después de alcanzar el límite de presión superior puede comprobarse mediante procedimientos de comprobación acústicos, en los que se detectan los ruidos de flujo en la compuerta de cierre.

Si se comprueba la estanqueidad de la compuerta de cierre mediante un procedimiento de comprobación acústico, entonces esto solo permite una estimación cualitativa de la calidad de sellado de la compuerta de cierre. Con el fin de aumentar la precisión de la medición de la estanqueidad de la compuerta de cierre y permitir también

5 declaraciones cuantitativas sobre la calidad de sellado de la compuerta de cierre, una vez alcanzado el límite de presión inferior puede cerrarse la válvula de evacuación abierta, permaneciendo cerrada la compuerta de cierre que debe someterse a prueba. Con ello, la sección de conducto sometida a prueba está en principio cerrada, de modo que el agua no pueda entrar ni salir. Entonces se mide el tiempo antes de alcanzar de nuevo el límite de presión superior. En el caso de una alta calidad de sellado, se requiere un tiempo muy largo hasta que se vuelva a alcanzar el límite de presión superior, ya que nada o solo muy poca agua fluye a través de la compuerta de cierre cerrada. En el caso de una baja calidad de sellado, se requiere solo un corto tiempo hasta que se vuelva a alcanzar el límite de presión superior, ya que debido a la baja calidad de sellado mucha agua fluye a través de la compuerta de cierre cerrada.

10 El tipo de válvula de evacuación que se utiliza al realizar el procedimiento según la invención es generalmente arbitrario, siempre y cuando se conozca el valor de fuga de la válvula de evacuación abierta. El procedimiento según la invención puede realizarse de manera particularmente sencilla y económica cuando la válvula de evacuación está conectada a un hidrante de superficie o subterráneo de una sección de conducto de agua.

15 En qué momento se establecen los límites de presión superiores o límites de presión inferiores requeridos para la evaluación de las curvas de presión, es básicamente arbitrario. Así, es perfectamente concebible que se registren en primer lugar las curvas de medición con las caídas de presión, y solo a continuación se establezca la ventana de caída de presión relevante con el límite de presión superior y el límite de presión inferior mediante las curvas de medición ya registradas. De esta manera se evita en particular que las mediciones tengan que repetirse de manera indeseable, ya que, por ejemplo, no se alcanzaron los límites de presión superior o inferior cuando se realizó la medición.

20 El dispositivo según la invención para su utilización en la realización del procedimiento está caracterizado por un sensor de presión para medir la presión en la sección de conducto que debe estudiarse, una memoria de datos para almacenar los valores de medición de las dos curvas de presión, una válvula de evacuación con valor de fuga conocido y un dispositivo de evaluación para determinar el valor de fuga buscado a partir de los valores de medición y el valor de fuga conocido. Además, el dispositivo según la invención comprende una tubería vertical que puede conectarse a un hidrante de superficie o subterráneo de la sección de conducto de agua que debe someterse a prueba. A la propia tubería vertical está conectada entonces la válvula de evacuación con el valor de fuga conocido, de modo que la fuga de referencia puede implementarse sin ningún problema.

25 Al estudiar las redes de conductos colocadas espacialmente en una gran superficie, especialmente las redes de conductos de agua, a menudo es inevitable que la válvula de aporte que puede cerrarse y la válvula de evacuación con valores de fuga conocidos se encuentren muy distantes entre sí. Esto es particularmente el caso cuando como válvula de aporte se usa una compuerta de cierre y la válvula de evacuación con un valor de fuga conocido se dispone en un hidrante de superficie o subterráneo de la sección de conducto de agua. Para posibilitar una comunicación entre estos dos lugares al realizar el procedimiento de medición, resulta particularmente ventajoso que el dispositivo presente una interfaz de transmisión de datos, con la que puedan transmitirse los valores de medición del sensor de presión a una estación que puede disponerse lejos del control del propio dispositivo. De esta manera resulta posible, por ejemplo, que los valores de presión se registren en la zona del hidrante de superficie o subterráneo por medio del sensor de presión y se transmitan a través de la interfaz de transmisión de datos a la estación, que está dispuesta en la zona de compuerta de cierre usada como válvula de aporte. Alternativa o adicionalmente, también resulta ventajoso que a través de la interfaz de transmisión de datos puedan transferirse en sentido inverso comandos de regulación de la estación al control del dispositivo. De esta manera puede posibilitarse en particular que todo el procedimiento de medición se realice por un solo operador que, por ejemplo, cierra y abre manualmente la compuerta de cierre.

35 La estructura del dispositivo según la invención se simplifica considerablemente porque la interfaz de transmisión de datos posibilita una transmisión de datos inalámbrica. En este sentido no tienen que colocarse cables entre el propio dispositivo y la estación. Además, la estructura del dispositivo según la invención se simplifica considerablemente porque los diferentes componentes del dispositivo se suministran con la energía necesaria individualmente o también en total de manera independiente de la red. Esto puede conseguirse mediante acumuladores a partir de los cuales se suministra la válvula de evacuación y/o la interfaz de transmisión de datos y/o la estación con la tensión eléctrica necesaria.

40 Además, resulta particularmente ventajoso que el dispositivo comprenda un receptor de GPS con el que puedan determinarse, visualizarse y/o almacenarse las coordenadas de posición del dispositivo. De esta manera, junto con los datos de medición, también puede determinarse y protocolizarse la posición de la sección de conducto que debe comprobarse.

45 En determinados tipos de conductos, por ejemplo tuberías de hierro fundido, puede suceder que los conductos puedan expandirse solo muy ligeramente debido a su rigidez. Cuando se solicita la sección de conducto con presión, solo fluye una cantidad de fluido muy baja en estas tuberías. Al registrar las curvas de presión, esto conduce a que la presión caiga muy rápidamente, en la mayoría de los casos incluso abruptamente, de modo que no es posible medir las curvas de presión. En estos casos, resulta ventajoso que el dispositivo comprenda un acumulador de

presión o un recipiente de expansión, que pueda conectarse a la sección de conducto cerrada. Con esto es posible evitar una caída de presión abrupta al registrar los datos de medición y de este modo posibilitar la medición de las curvas de presión.

5 Una forma de realización de la invención se representa esquemáticamente en los dibujos y se explica a modo de ejemplo a continuación.

Muestran:

10 la figura 1 el fragmento de una red de suministro de agua para el suministro de agua a una pluralidad de consumidores finales en una representación esquematizada;

la figura 2 el fragmento X de la red de conductos de agua según la figura 1 en el caso de la estructura del dispositivo según la invención para realizar el procedimiento según la invención, al determinar el valor de fuga  $L_x$  de una  
15 sección de conducto en una sección transversal esquematizada;

la figura 3 las dos curvas de caída de presión para determinar el valor de fuga de la sección de conducto que debe someterse a prueba en una representación esquematizada.

20 La figura 1 muestra en una representación esquematizada una parte de una red de conductos de agua 01 para suministrar agua dulce a una pluralidad de consumidores finales 02. A este respecto, los consumidores finales 02 están conectados a un conducto anular 04 por medio de secciones de conducto 03, pudiendo separarse las secciones de conducto 03 del conducto anular 04 mediante el accionamiento de compuertas de cierre 05. Además,  
25 al final de cada sección de conducto 03 está previsto un hidrante subterráneo o de superficie 06, del que puede extraerse agua de la sección de conducto 03. El procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención pretenden explicarse a continuación a modo de ejemplo mediante la sección de conducto 03 dibujada en el fragmento X. A este respecto, resulta evidente que no está limitada a la configuración de conducto según la figura 1, sino más bien es concebible cualesquiera configuraciones de conducto.

30 La figura 2 muestra el consumidor final 02, la sección de conducto 03, el conducto anular 04, la compuerta de cierre 05 y los hidrantes subterráneos 06 del fragmento X según la figura 1 en representación ampliada. Para entender el procedimiento según la invención, debe suponerse que la sección de conducto 03 presenta una fuga subterránea 07, desconociéndose el valor de fuga  $L_x$  de la fuga 07 y debiendo determinarse utilizando el procedimiento según la  
35 invención.

Para realizar el procedimiento según la invención, en primer lugar se coloca en el hidrante subterráneo 06 una tubería vertical 08, a través de la cual puede extraerse agua de la sección de conducto 03. En la tubería vertical 08 está colocada una válvula de evacuación 09 conmutable electromecánicamente con valor de fuga  $L_v$  conocido. Es decir, al abrir la válvula de evacuación 09, el agua sale con un caudal definido según el valor de fuga  $L_v$  conocido de  
40 la tubería vertical 08.

Además, en la tubería vertical 08 está colocado un sensor de presión 10, con el que puede medirse la presión de agua en la tubería vertical 08 y con ello al mismo tiempo también en la sección de conducto 03. Los datos del sensor de presión 10 se transmiten a través de un cable a un PC industrial, que sirve como control 11 del dispositivo, que  
45 está equipado con una interfaz de transmisión de datos inalámbrica 12. A través de la interfaz de transmisión de datos inalámbrica 12 se transmiten los datos de presión del sensor de presión 10 por radio a una estación 13, donde pueden visualizarse y almacenarse los valores de medición del sensor de presión 10 como curvas de presión. La estación 13 se encuentra en las inmediaciones de la compuerta de cierre 05, que puede abrirse y cerrarse por el  
50 operador 15 utilizando una herramienta 14 adecuada.

Después de montar la tubería vertical 08 y haber tomado medidas de seguridad adecuadas por parte del operador 15, la válvula de evacuación 09 se enjuaga en primer lugar y a continuación se cierra a presión. Después, el operador 15 abre la compuerta de cierre 05 con la herramienta 14 y aumenta la presión de agua en la sección de conducto que debe someterse a prueba 03 hasta que supere un límite de presión superior de, por ejemplo, 7 bares.  
55 A este respecto, la evolución de la presión se muestra al operador 15 en el monitor de la estación 13.

Tras alcanzar el límite de presión superior, el operador 15 cierra la compuerta de cierre 05 con la herramienta 14, de modo que ya no puede fluir más agua del conducto anular 04 a la sección de conducto que debe someterse a prueba 03. Debido a la fuga 07, el agua presurizada sale de manera continua de la sección de conducto 03, con lo  
60 que la presión de agua cae partiendo de la presión inicial hasta que quede por debajo de un límite de presión inferior  $P_u$ . Los valores de medición que se producen a este respecto de la curva de caída de presión se detectan por el sensor de presión 10, se almacenan y se visualizan en el monitor de la estación 13.

En cuanto se indica al operador 15 que la presión en la sección de conducto 03 ha quedado por debajo del límite de presión inferior, abre de nuevo la compuerta de cierre 05, de modo que la presión de agua supere de nuevo el límite de presión superior. Antes de comenzar la siguiente medición, el operador 15 abre la válvula de evacuación 09

mediante la transmisión inalámbrica de un comando operativo desde la estación 13 al control 11 e inicia el proceso de medición para registrar la curva de caída de presión. Dado que además de la fuga 07 ahora también sale agua a través de la válvula de evacuación 09, la presión en la sección de conducto 03 cae correspondientemente más rápido. En cuanto también durante la segunda medición la presión de agua ha caído por debajo del límite de presión inferior, se completa el proceso de medición real y el operador puede volver a conectar la sección de conducto que debe someterse a prueba 03 al conducto anular 04 abriendo la compuerta de cierre 05. Las dos curvas de presión de las mediciones descritas anteriormente se representan a modo de ejemplo en la figura 3 y se explican brevemente a continuación.

En la figura 3 se facilita a modo de ejemplo la presión de agua registrada por el sensor de presión 10 a lo largo del tiempo en las dos mediciones explicadas anteriormente. A este respecto, las dos curvas de medición comienzan con la presión inicial en el límite de presión superior  $P_o$ , ya que según la invención no importa la secuencia temporal de las dos mediciones en sucesión. La primera curva de presión 16 cae partiendo del límite de presión superior  $P_o$  dentro del tiempo de caída de presión  $t_1$  hasta el nivel del límite de presión inferior  $P_u$ . A este respecto, la relación funcional entre el tiempo y la presión no es lineal, pudiendo asumirse aproximadamente como lineal en la zona entre el límite de presión superior  $P_o$  y el límite de presión inferior  $P_u$ . La segunda curva de presión 17 cae dentro del tiempo de caída de presión  $t_2$  desde el límite de presión superior  $P_o$  hasta el límite de presión inferior  $P_u$ . El segundo tiempo de caída de presión  $t_2$  es naturalmente más corto, ya que la fuga total se ha incrementado correspondientemente debido a la apertura de la válvula de evacuación 09.

El procedimiento según la invención se basa en la suposición aproximada de que la caída de presión  $\Delta p$  puede indicarse de manera aproximadamente lineal según la fórmula:

$$\Delta p = 1/k * L ( \text{Valor de fuga} ) * t \text{ (Tiempo de caída de presión)}$$

Dado que para ambas curvas de presión 16 y 17 existe la misma caída de presión, se deduce que la suma de los dos valores de la fuga de la fuga 07 y de la válvula de evacuación 09 multiplicados por el segundo tiempo de caída de presión es igual al producto del valor de fuga de la fuga 07 solo por el primer tiempo de caída de presión, que puede expresarse a nivel de fórmula tal como sigue:

$$(L_x + L_v) * t_2 = L_x * t_1$$

Por consiguiente, como resultado puede indicarse el valor de fuga  $L_x$  buscado de la fuga 07 después de realizar la medición y el registro de las dos curvas de presión 16 y 17 tal como sigue:

$$L_x = L_v * [t_2 / (t_1 - t_2)]$$

Si el primer tiempo de caída de presión  $t_1$  de la primera curva de presión 16 asciende, por ejemplo, a 120 segundos, el segundo tiempo de caída de presión  $t_2$  de la segunda curva de presión 17 asciende, por ejemplo, a 50 segundos y si el valor de fuga  $L_v$  de la válvula de evacuación 09 es, por ejemplo, de 115 l/h, entonces puede deducirse que el valor de fuga  $L_x$  buscado de la fuga 07 asciende a aproximadamente 80 l/h ( $115 * 50 / 70 \approx 80$ ). Como resultado, por medio del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención puede hacerse una declaración cualitativa sobre la magnitud de la fuga 07, sin necesidad de realizar trabajos de construcción de medición mayores.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para determinar un valor de fuga (Lx) de una sección de conducto de agua (03), en la que se transporta agua potable con las siguientes etapas de procedimiento:

a) abrir manualmente una compuerta de cierre (05) que puede cerrarse por un operador (15) en la sección de conducto de agua (03) por lo demás esencialmente cerrada, hasta que la presión del agua potable en la sección de conducto de agua (03) haya superado un límite de presión superior (Po) debido al flujo posterior de agua potable;

b) cerrar manualmente la compuerta de cierre (05) por el operador (15), midiéndose y almacenándose a continuación valores de medición de una primera curva de presión (16) a lo largo del tiempo, hasta que la presión del agua potable en la sección de conducto de agua (03) quede por debajo de un límite de presión inferior (Pu) debido a la salida del agua potable en la fuga (07), caracterizado por

c) abrir manualmente la compuerta de cierre (05) que puede cerrarse por el operador (15) de la sección de conducto de agua (03) por lo demás esencialmente cerrada, hasta que la presión del agua potable en la sección de conducto de agua (03) supere el límite de presión superior (Po) debido al flujo posterior de agua potable,

d) cerrar manualmente la compuerta de cierre (05) por el operador (15) y abrir una válvula de evacuación (09) con valor de fuga (Lv) conocido, midiéndose y almacenándose a continuación valores de medición de una segunda curva de presión (17) a lo largo del tiempo, hasta que la presión del agua potable en la sección de conducto de agua (03) quede por debajo del límite de presión inferior (Pu) debido a la salida del agua potable en la fuga (07) y la salida del agua potable a través de la válvula de evacuación (09),

e) comparar valores de medición de la primera curva de presión (16) con valores de medición de la segunda curva de presión (17), deduciéndose el valor de fuga (Lx) desconocido de la fuga (07) en relación con el valor de fuga (Lv) conocido de la válvula de evacuación (09) a partir de la comparación de valores de medición.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

caracterizado

por que durante la comparación de valores de medición en la etapa de procedimiento e) se evalúa el tiempo de caída de presión (t1) de la primera curva de medición (16), que transcurre durante la caída de presión entre el límite de presión superior (Po) y el límite de presión inferior (Pu), y el tiempo de caída de presión (t2) de la segunda curva de medición (17), que transcurre durante la caída de presión entre el límite de presión superior (Po) y el límite de presión inferior (Pu).

3. Procedimiento según la reivindicación 2,

caracterizado

por que el valor de fuga (Lx) buscado de la fuga (07) se calcula en relación con el valor de fuga (Lv) conocido de la válvula de evacuación a partir de los tiempos de caída de presión (t1, t2) según la fórmula:

$$L_x = L_v * [t_2 \setminus (t_1 - t_2)]$$

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizado

por que, tras el cierre de la compuerta de cierre (05), la estanqueidad de la compuerta de cierre (05) se comprueba mediante un procedimiento de comprobación en particular acústico.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizado

por que para medir la estanqueidad de la compuerta de cierre (05) después de alcanzar el límite de presión inferior (Pu), se cierra la válvula de evacuación (09) abierta y la compuerta de cierre (05) permanece cerrada, midiéndose el tiempo hasta alcanzar de nuevo el límite de presión superior (Po) y deduciéndose cuantitativamente la calidad de sellado de la compuerta de cierre (05).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5,  
5 caracterizado  
por que la válvula de evacuación (09) con valor de fuga (Lv) conocido se conecta a un hidrante de superficie o subterráneo (06) de una sección de conducto (03) de un conducto de agua.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,  
10 caracterizado  
por que el límite de presión superior (Po) y/o el límite de presión inferior (Pu) solo se establecen después de registrar las curvas de medición.
8. Dispositivo para su utilización en la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,  
15 con  
a) un sensor de presión (10) para medir la presión en la sección de conducto de agua que debe someterse a prueba (03);  
20 b) una memoria de datos, en la que pueden almacenarse al menos parcialmente los valores de medición de una primera y segunda curva de presión (16, 17);  
c) al menos una válvula de evacuación (09) con valor de fuga (Lv) conocido; caracterizado por  
25 d) un dispositivo de evaluación, que está configurado para ejecutar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, y con el que pueden evaluarse los valores de medición de la primera y segunda curva de presión (16) durante la determinación del valor de fuga (Lx) buscado de la fuga (07) en relación con el valor de fuga (Lv) conocido de la válvula de evacuación (09); y por  
30 e) una tubería vertical, que puede conectarse a un hidrante de superficie o subterráneo (06) de una sección de conducto de agua (03), estando conectada en la tubería vertical (08) la válvula de evacuación (09) con valor de fuga (Lv) conocido.
9. Dispositivo según la reivindicación 8,  
35 caracterizado  
por que el dispositivo presenta una interfaz de transmisión de datos (12), con la que pueden transmitirse los valores de medición del sensor de presión (10) a una estación (13) dispuesta lejos del control (11) del dispositivo y/o con la que pueden transmitirse comandos de regulación de la estación (13) al control (11) del dispositivo.
10. Dispositivo según la reivindicación 9,  
40 caracterizado  
por que la interfaz de transmisión de datos (12) posibilita una transmisión de datos inalámbrica.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10,  
45 caracterizado  
por que el dispositivo comprende uno o varios acumuladores para el suministro de energía independiente de la red de la válvula de evacuación (09), la interfaz de transmisión de datos (12) y/o la estación (13).
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 11,  
50 caracterizado  
por que el dispositivo comprende un receptor de GPS, con el que pueden determinarse, visualizarse y/o almacenarse las coordenadas de ubicación del dispositivo.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 12,  
55 caracterizado  
por que el dispositivo comprende un receptor de GPS, con el que pueden determinarse, visualizarse y/o almacenarse las coordenadas de ubicación del dispositivo.
- 60 caracterizado  
por que el dispositivo comprende un receptor de GPS, con el que pueden determinarse, visualizarse y/o almacenarse las coordenadas de ubicación del dispositivo.
- 65 caracterizado  
por que el dispositivo comprende un receptor de GPS, con el que pueden determinarse, visualizarse y/o almacenarse las coordenadas de ubicación del dispositivo.



caracterizado

por que el dispositivo comprende un acumulador de presión o un recipiente de expansión, que puede conectarse a la sección de conducto cerrada (03).

5

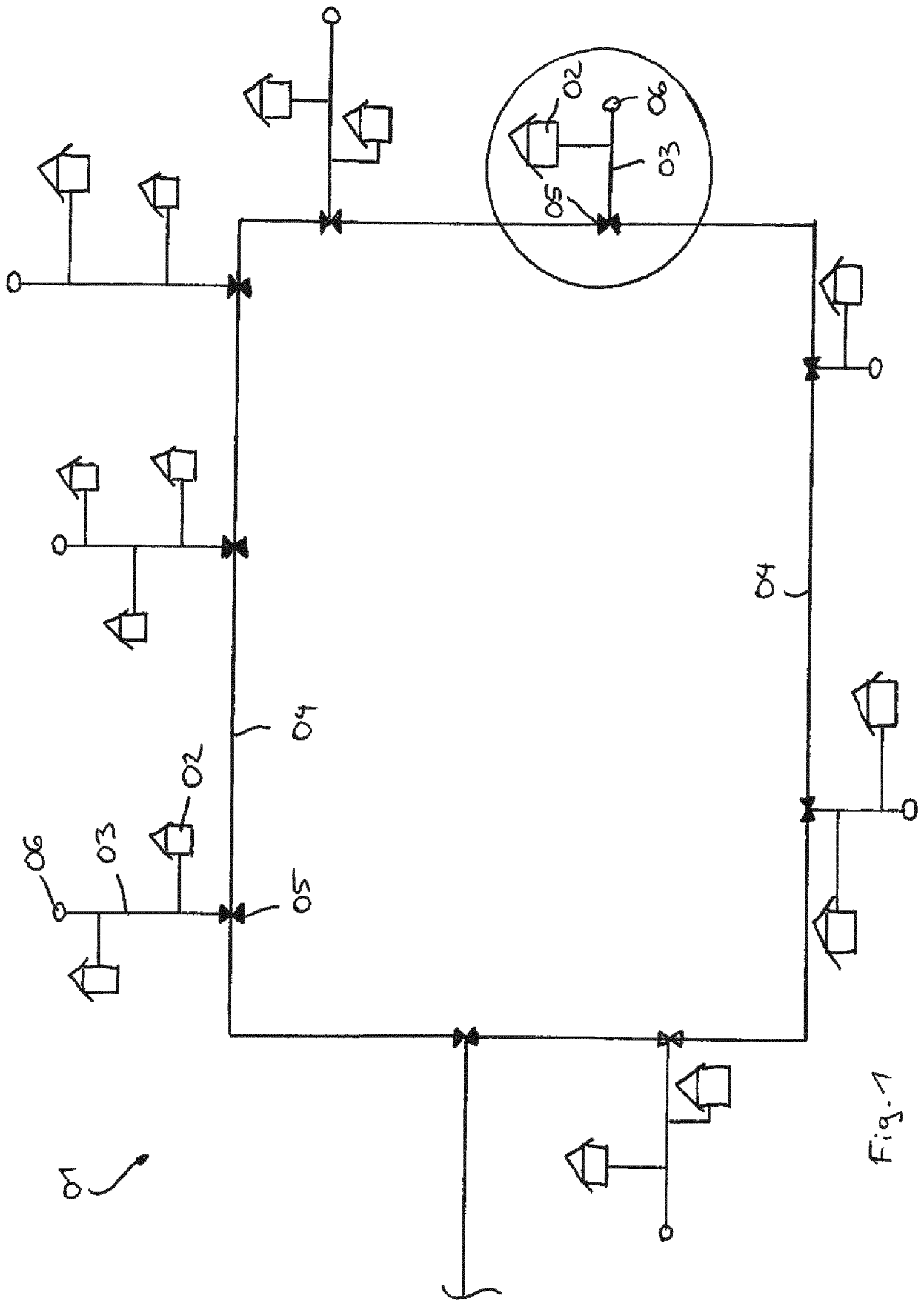


Fig. 1

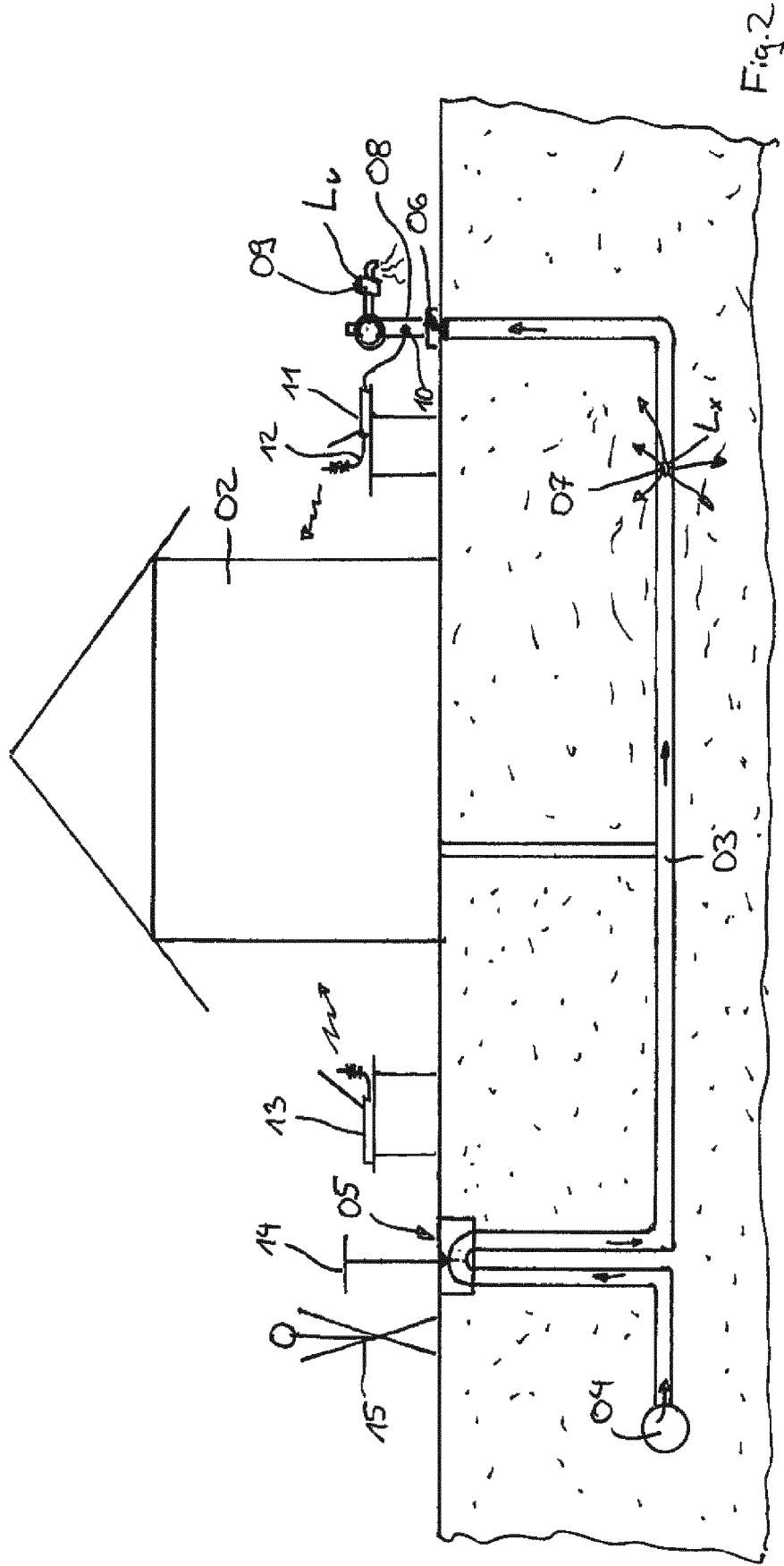


Fig. 2

$$\Delta P = \frac{1}{k} \cdot L_x \cdot \epsilon_1$$

$$\Delta P = \frac{1}{k} \cdot (L_x + L_v) \cdot \epsilon_2$$

$$\Rightarrow L_x = L_v \cdot \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 - \epsilon_2}$$

$$L_1 = L_x$$

$$L_2 = L_x + L_v$$

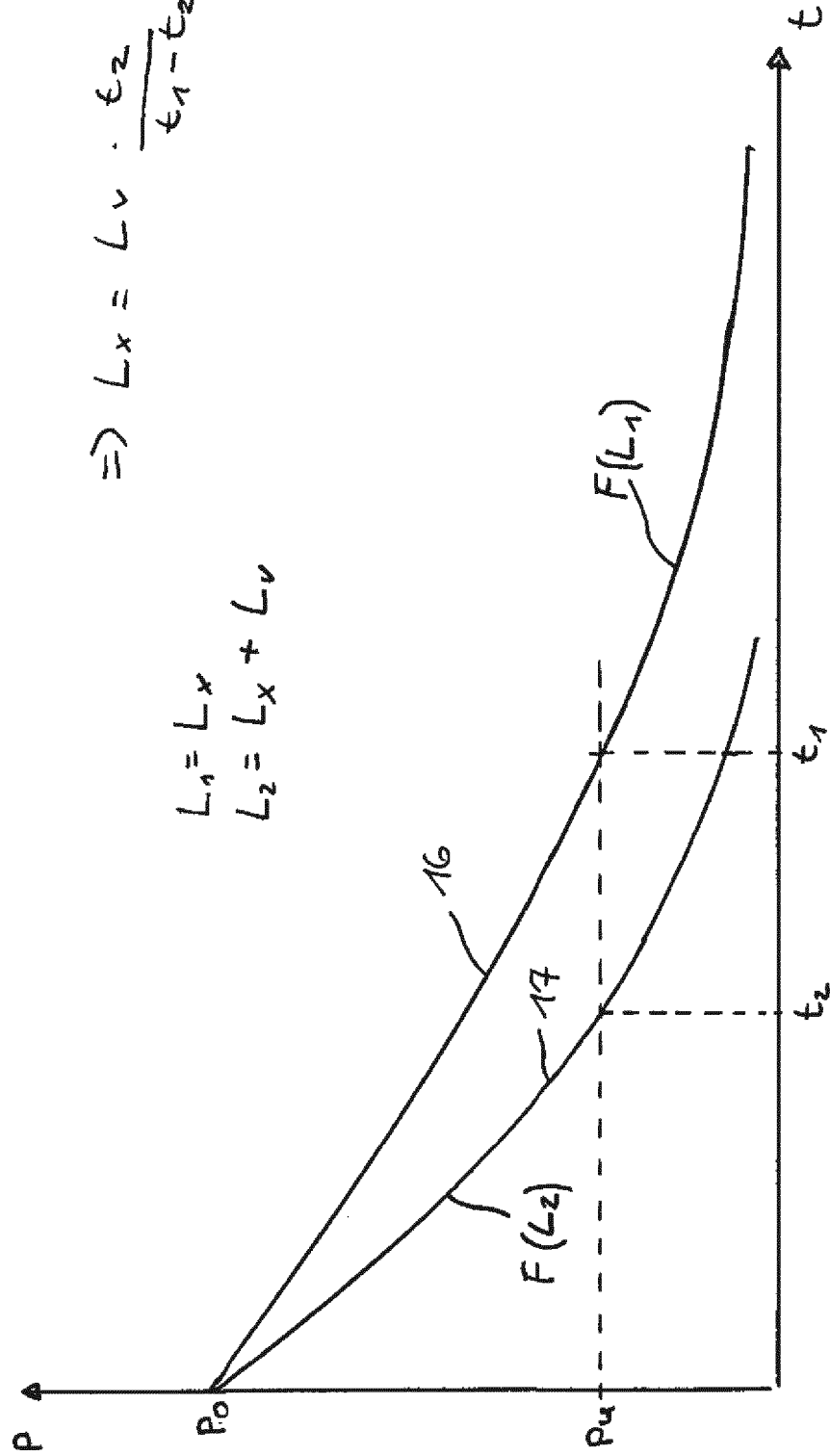


Fig. 3