

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-198145-00000-0000

Fecha: 2014-09-08 17:31:21
Tra. 2 PATENTES
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 1 REGDEPOSITO
Folios: 77

Industria y Comercio T = F = 6

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD DE PATENTE DE
INVENCION

TITULO: APARATO Y METODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE
FLUIDOS EN TUBERIAS A PRESION

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

DIRECCIÓN: Carrera 87 N° 30-65

APODERADO: CARLOS R. OLARTE

BOGOTÁ 08 de Septiembre de 2014

P2014/000121

OLARTEMOURE

OLARTE MOURE & ASOCIADOS LTDA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-198145-00000-0000

Fecha: 2014-09-08 17:31:21 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 7

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

P2014/000121

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención.

☐

Patente de Modelo de Utilidad.

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Dirección: Carrera 87 N° 30-65 Medellín

Nacionalidad o Domicilio: Colombia

Lugar de Constitución: Colombia

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☒

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Teléfono:

Fax:

E-mail:

Número 890.902.920-1

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE

Dirección: Carrera 5 No. 34-03

Teléfono: 601-7700 Fax: 601-7799

E-mail: office@oiartemoure.com

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número 79.782.747 Btá
TP 74.295

4

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: VER PAGINA ADJUNTA

Dirección: VER PAGINA ADJUNTA

Nacionalidad o Domicilio: VER PAGINA ADJUNTA

5

Título (54) APARATO Y METODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE FLUIDOS EN
TUBERÍAS A PRESIÓN

6

Clasificación Internacional (51)

7

Prioridad

SI

☐

NO

☒

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

8

Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

6 meses

☐

12 meses

☐

18 meses

☒

otro

☐

cual

9

Comprobante de pago No. 14-

Fecha

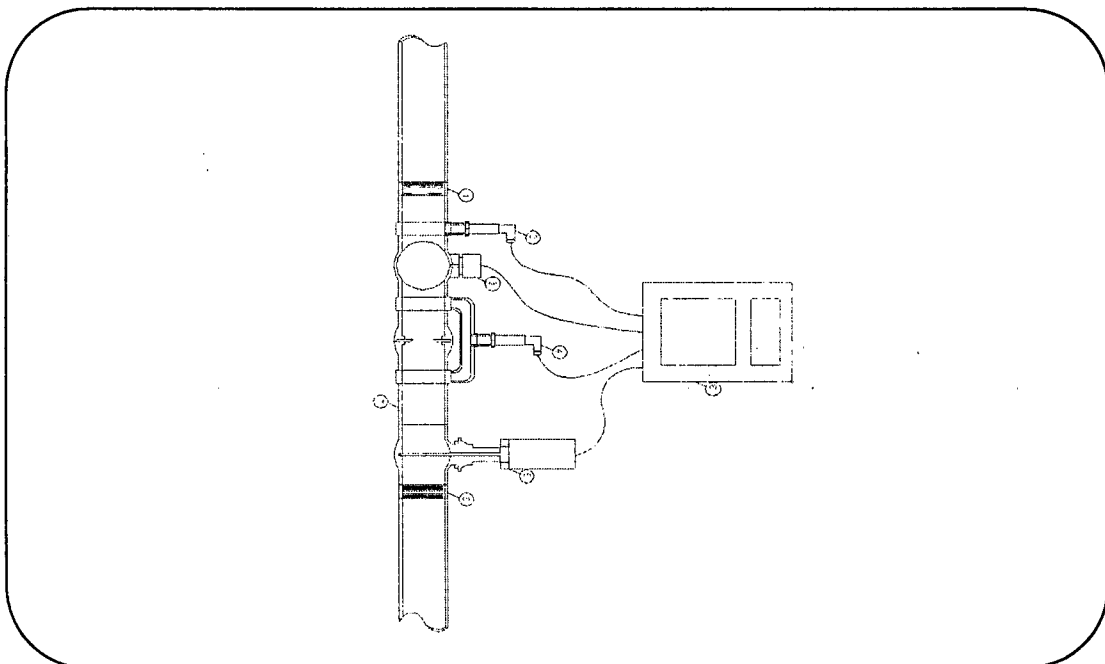
10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de 10 Reivindicaciones.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica. Adjunto copia simple.
- ☒ Poderes, si fuere el caso. Adjunto copia simple.
- ☐ Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☒ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Resumen.
- ☒ Descripción de la invención.
- ☒ Una o más reivindicaciones.
- ☒ Dibujos y/o planos necesarios.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12 x 12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

11

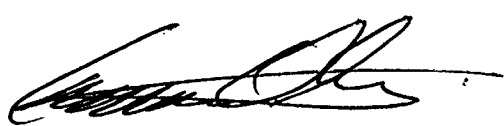
FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA: 
C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

LISTA DE INVENTORES

Rubén Darío Montoya Ramírez

Carrera 87 N° 30-65

Medellín

Nacionalidad: Colombiana

Luis Javier Montoya Jaramillo

Carrera 87 N° 30-65

Medellín

Nacionalidad: Colombiana

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0095384

Bogotá D.C., Septiembre 08 de 2014 - 10:31:33

RECIBIDO DE : OLARTE MOURE & ASOCIADOS

NI 830.122.870

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	664107485	05/09/2014	12.212.250.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1.50005-01-01	SOLICITUDES	2249 DTO 25% PCT SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN	386.250.00	386.250.00
				<u>\$386.250.00</u>
			=====	

SON: **TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-198145- -00000-0000

Fecha: 2014-09-08 17:31:21 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.slc.gov.co e-mail: info@slc.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Septiembre 8 de 2014 - 10:31:42

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
FORMULARIO DE REDUCCIÓN DE TASAS

1. Identificación del Trámite

☒

PATENTE DE INVENCION

☐

PATENTE DE MODELO DE UTILIDAD

☐

Examen de Patentabilidad

☐

Tasas de Mantenimiento

2. BENEFICIARIO

Nombre: UNIVERSIDAD DE MEDELLIN
Dirección: Carrera 87 No. 30-65 Medellín
Teléfono: _____
Nacionalidad o Domicilio: Colombia

Ciudad: Medellin

IDENTIFICACIÓN

☐ C.C.
☐ C.E.

☒

NIT
☐ Otro

En caso de ser una persona natural y carecer de medios económicos y por tanto lo aplique la reducción de tasas a la que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.

3. Anexos

Persona Natural ☐

Persona Jurídica ☐

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Nombre o denominación / Nombre ó razón social

Tipo de empresa

Micro ☐

Pequeña ☐

Mediana ☐

Otra ☐

Documento de identificación: C.C. ☐ C.E. ☐ NIT. ☐ Otro ☐ Número: 890.902.920-1

Micro, pequeñas y medianas
empresas

- ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.
- ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004

Universidades públicas o privadas

- ☐ Universidad pública
- ☒ Universidad privada
- Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación.

Entidades sin ánimo de lucro

- ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio.
- ☐ Hoja de información complementaria.
- ☐ Otros, especificar

Nacionalidad/País de constitución

COLOMBIANA

Dirección y domicilio del titular

Carrera 5 No. 34-03

Dirección electrónica

office@olartemoure.com

No. Fax

601-7799

Número telefónico

601-7700

4. Firma

CARLOS R. OLARTE

Nombre del Firmante

C.C 79.782.747 Btá

Firma

Tarjeta Profesional 74.295

Dependencia:	Fecha: 14 / 9 / 2020 AAAA MM DD	Recurso:
2020		4
Tipo de Radicación: Entrada: ☒ Salida: ☐ Traslado: ☐ Convenio: ☐		
Radicador:		Planilla:

ID	No. Radicación	Consecutivo	Item
1	14-198145	0	7
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Item	Unidad de Conservación
1	Bolsa
2	Caja
3	Libro
4	Sobre
5	Tomo
6	Otro
Item	Soporte Documental
7	CD ☒
8	Disquete
9	DVD
10	Folleto
11	Foto
12	Periódico
13	Plano
14	Publicación Periódica
15	USB
16	Otro

Observaciones:

El cd anexo contiene (9) archivos en formato PDF, los cuales son procesados y subidos al sistema

Andrés B



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-198145- -00000-0000

Fecha: 2014-09-08 17:31:21

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 2 PATENTES

Eve: 1 REGDEPOSITO

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 7

PATENTE DE INVENCION ☐MODELO ☐

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐



Espacio reservado para el adhesivo de radicación.

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

P2014/000121

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención.

☐

Patente de Modelo de Utilidad.

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Dirección: Carrera 87 N° 30-65 Medellín

Nacionalidad o Domicilio: Colombia

Lugar de Constitución: Colombia

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☒

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número 890.902.920-1

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE

Dirección: Carrera 5 No. 34-03

Teléfono: 601-7700 Fax: 601-7799

E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número 79.782.747 Btá
TP 74.295

4

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: VER PAGINA ADJUNTA

Dirección: VER PAGINA ADJUNTA

Nacionalidad o Domicilio: VER PAGINA ADJUNTA

5

Título (54) APARATO Y METODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE FLUIDOS EN
TUBERÍAS A PRESIÓN

6

Clasificación Internacional (51)

7

Prioridad

SI

☐

NO

☒

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

8

Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

6 meses

☐

12 meses

☐

18 meses

☒

otro

☐

cual

9

Comprobante de pago No. 14-

Fecha

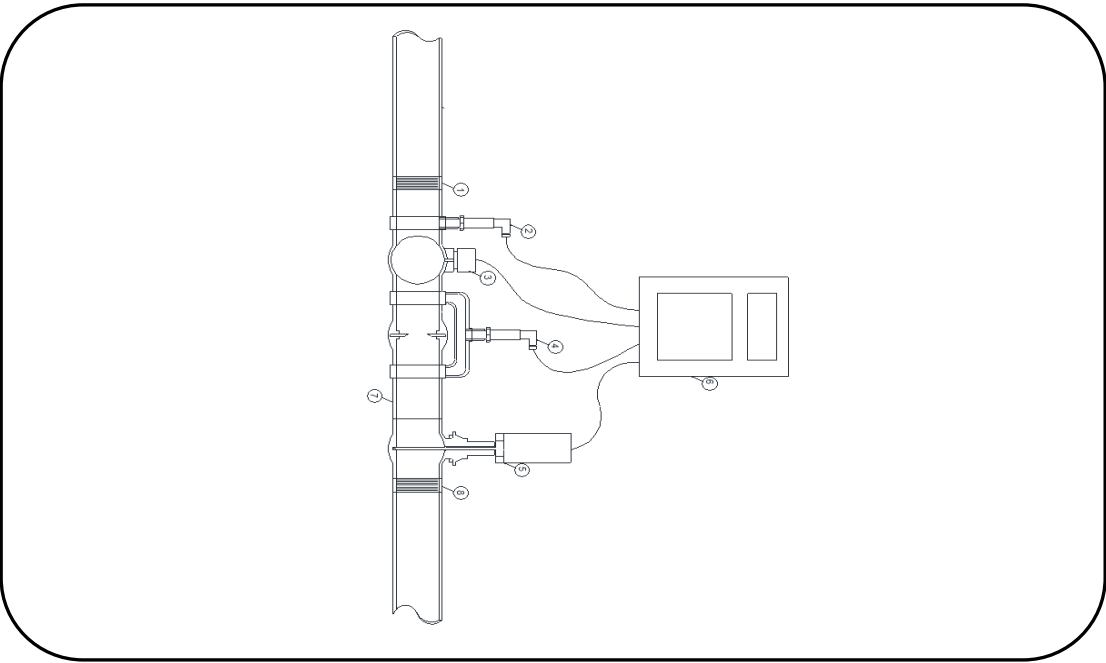
10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de 10 Reivindicaciones.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica. Adjunto copia simple.
- ☒ Poderes, si fuere el caso. Adjunto copia simple.
- ☐ Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☒ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Resumen.
- ☒ Descripción de la invención.
- ☒ Una o más reivindicaciones.
- ☒ Dibujos y/o planos necesarios.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12 x 12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE FIRMA: _____
C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

LISTA DE INVENTORES

Rubén Darío Montoya Ramírez
Carrera 87 N° 30-65
Medellín
Nacionalidad: Colombiana

Luis Javier Montoya Jaramillo
Carrera 87 N° 30-65
Medellín
Nacionalidad: Colombiana

(21) N° de solicitud:	(51) Int Cl:
22) Fecha de solicitud:	(71)Solicitante(s) UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
(30) Prioridad (31) No. Prioridad 32) Fecha (33) País	(72) Inventor(es) RUBEN DARIO MONTOYA RAMÍREZ, LUIS JAVIER MONTOYA JARAMILLO
	(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE
(54) Título: APARATO Y METODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE FLUIDOS EN TUBERÍAS A PRESIÓN	

Reivindicación(es):

La presente invención corresponde a un aparato y método para la identificación de fugas en tuberías a presión. El aparato para detección de fugas de fluidos en tuberías a presión, está conformado por un sensor de presión, una válvula, un medidor de caudal, una válvula reguladora y un dispositivo de control. El sensor de presión y la válvula se disponen en el orden en la tubería entre la unión por la cual se conecta el aparato a la tubería e ingresa el fluido y la unión por la cual sale el fluido y los demás componentes se disponen a lo largo de la tubería. El método de la invención comprende las etapas: (A) identificar la onda patrón bajo la condición sin fugas para diferentes caudales en el rango de operación, (B) identificar la onda de sobrepresión durante el proceso de operación, (C) comparar la onda patrón identificada en la etapa (A) con la onda sobrepresión capturada en la etapa (B), ondas obtenidas con caudales similares para determinar la presencia o no de fugas en la tubería. La comparación es realizada por medio de una o combinación de las siguientes técnicas: diferencia de áreas, diferencia del valor medio cuadrático, diferencia de áreas positivas, diferencia de áreas negativas y diferencia en los picos de presión máximos y mínimos. En el proceso de determinación de la presencia de fugas, los anteriores métodos de comparación exigen la necesidad de que se establezca un valor de umbral por parte del usuario que permita identificar la fuga en caso de que uno o una combinación del valor determinado por dichos métodos supere el porcentaje de umbral establecido.

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional :

(71) Solicitante(s) **UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN**

(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE

(30) Prioridad

(31) **No. Prioridad**

(32) **Fecha**

(33) **País**

(85) Fecha límite inicio fase nacional:

(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT

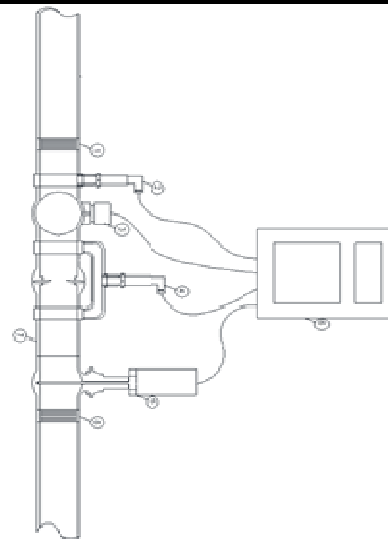
Fecha de presentación de la solicitud:

No. de solicitud **PCT/**

(87) Publicación internacional:

Fecha:

No. Publicación : **WO**



(54) Título: **APARATO Y METODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE FLUIDOS EN TUBERÍAS A PRESIÓN**

(57) Resumen:

La presente invención corresponde a un aparato y método para la identificación de fugas en tuberías a presión. El aparato para detección de fugas de fluidos en tuberías a presión, está conformado por un sensor de presión, una válvula, un medidor de caudal, una válvula reguladora y un dispositivo de control. El sensor de presión y la válvula se disponen en el orden en la tubería entre la unión por la cual se conecta el aparato a la tubería e ingresa el fluido y la unión por la cual sale el fluido y los demás componentes se disponen a lo largo de la tubería. El método de la invención comprende las etapas: (A) identificar la onda patrón bajo la condición sin fugas para diferentes caudales en el rango de operación, (B) identificar la onda de sobrepresión durante el proceso de operación, (C) comparar la onda patrón identificada en la etapa (A) con la onda sobrepresión capturada en la etapa (B), ondas obtenidas con caudales similares para determinar la presencia o no de fugas en la tubería. La comparación es realizada por medio de una o combinación de las siguientes técnicas: diferencia de áreas, diferencia del valor medio cuadrático, diferencia de áreas positivas, diferencia de áreas negativas y diferencia en los picos de presión máximos y mínimos. En el proceso de determinación de la presencia de fugas, los anteriores métodos de comparación exigen la necesidad de que se establezca un valor de umbral por parte del usuario que permita identificar la fuga en caso de que uno o una combinación del valor determinado por dichos métodos supere el porcentaje de umbral establecido.

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
FORMULARIO DE REDUCCIÓN DE TASAS

1. Identificación del Trámite

☒ PATENTE DE INVENCION	☐ PATENTE DE MODELO DE UTILIDAD
☐ Examen de Patentabilidad	☐ Tasas de Mantenimiento

2. BENEFICIARIO

Nombre: UNIVERSIDAD DE MEDELLIN
Dirección: Carrera 87 No. 30-65 Medellín
Teléfono: _____
Nacionalidad o Domicilio: Colombia

Ciudad: Medellin

IDENTIFICACIÓN

☐ C.C.	☒ NIT
☐ C.E.	☐ Otro

En caso de ser una persona natural y carecer de medios económicos y por tanto lo aplique la reducción de tasas a la que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.

3. Anexos

Persona Natural ☐ Persona Jurídica ☐

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Nombre o denominación / Nombre ó razón social

Tipo de empresa Micro ☐ Pequeña ☐ Mediana ☐ Otra ☐

Documento de identificación: C.C. ☐ C.E. ☐ NIT. ☐ Otro ☐ Número: 890.902.920-1

Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004	Universidades públicas o privadas ☐ Universidad pública ☒ Universidad privada Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación.	Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar
--	---	---

Nacionalidad/País de constitución COLOMBIANA	Dirección y domicilio del titular Carrera 5 No. 34-03		
Dirección electrónica office@olartemoure.com	No. Fax 601-7799	Número telefónico 601-7700	

4. Firma

CARLOS R. OLARTE

Nombre del Firmante

C.C 79.782.747 Btá

Firma

Tarjeta Profesional 74.295

APARATO Y MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS DE FLUIDOS EN TUBERÍAS A PRESIÓN.

Campo de la invención

5

El presente invento está relacionado con un dispositivo para la detección de fugas de fluidos en tuberías a presión. Este tipo de tecnologías se aplica en la infraestructura de servicios públicos en sistemas de distribución de agua (acueducto y riego), y en infraestructuras similares o en otros sectores industriales que implican transporte de fluidos en tuberías a presión.

Descripción del estado del arte

En sistemas de conducción de fluidos a presión son comunes las fugas, estas se producen cuando existen orificios, aberturas, grietas o fisuras en la tubería que permiten el escape o salida del fluido cuando la presión al interior de la tubería es superior a la presión externa. Las fugas pueden estar también relacionadas con escapes del fluido en las uniones, juntas, accesorios, conexiones o acometidas y en muchos casos se deben a una inadecuada instalación o a la falta de mantenimiento y reposición en las tuberías. Estas fugas pueden ser particularmente difíciles de detectar cuando las tuberías se encuentran bajo tierra u ocultas al interior de alguna estructura. Estas constituyen un sobre-costos para la empresa prestadora del servicio y un riesgo pues implican un derrame no controlado del fluido.

Para la detección de fugas en sistemas de distribución de agua, se han desarrollado diferentes técnicas. Las técnicas para detección de fugas se pueden clasificar en las siguientes tres categorías: vigilancia e inspección directa de la tubería, métodos externos y métodos hidráulicos.

Vigilancia e inspección directa de la tubería, en las que se incluyen: (a) técnicas visuales para identificar encharcamientos en la superficie del suelo, o el crecimiento anómalo de la vegetación para tuberías enterradas, (b) análisis de fotografías aéreas infrarrojas para detección de zonas húmedas y (c) auditorías al sistema de distribución de agua, realizando balances de masa en diferentes puntos de la red o realizando análisis estadístico de los registros, particularmente de las horas de bajo consumo.

35

Métodos externos basados en dispositivos para detección de alteraciones en la tubería, en las que se incluyen: (a) dispositivos acústicos que implican auscultación directa con

aparatos de amplificación de ruido, estos pueden dividirse en pre-localizadores del área de la fuga mediante registros de sonido y localizadores de punto exacto dentro de los cuales están los geófonos y correladores (acelerómetros o hidrófonos), (b) técnicas de radar de penetración mediante las cuales se detectan los puntos a lo largo de la tubería con baja impedancia eléctrica como un indicativo de encharcamiento, (c) técnicas electromagnéticas para identificar roturas en tuberías metálicas, (d) análisis de fugas generando variaciones de temperatura utilizando termografía infrarroja por sensores situados fuera del sistema de tuberías, (e) inyección de gases trazadores, (f) monitoreo de las presiones mientras un tapón de espuma es forzado a lo largo de la tubería principal y (g) procedimientos acústicos o electro-acústicos.

Métodos basados en la hidráulica del flujo y en los transitorios de presión generados por cambios en el funcionamiento hidráulico del flujo en la tubería en condiciones estacionarias. Dichos cambios, generan una onda de presión que se propaga a lo largo de la tubería viajando por ella hasta encontrar la frontera, punto en el cual se refleja. Dicha onda está afectada por las características de la tubería. Un caso de estos transitorios de presión es el conocido como golpe de ariete, que puede ser generado por el cierre súbito de una válvula. La velocidad a la que se propaga dicha onda depende de la densidad del fluido, la elasticidad de la tubería, la presión, la viscosidad del fluido y su temperatura, entre otras. La onda de presión generada en dicho fenómeno, responde a la configuración geométrica de la tubería y a las condiciones de flujo, por lo que cambios en dichas condiciones produce cambios en la onda propagada. Si no se producen alteraciones en las condiciones del sistema la estructura de la onda de presión y su propagación se dará de la misma forma. Cualquier cambio en la estructura física de la tubería, como por ejemplo una fuga, genera una perturbación en la onda de presiones y ya que la onda de presión generada se propaga por el fluido y al alcanzar una condición de frontera donde es reflejada, viajando por toda la tubería, el análisis de esta señal de presión puede ser utilizado para la detección de fugas (Beck, S.B.M. Taghvaei, M. & Boxall, J.B., 2006). Las alteraciones generadas por las fugas se reflejan en la onda de presiones como una manifestación de la presencia de discontinuidades en el flujo generadas por una disipación puntual de energía en dicho punto (Montoya, L.J, Montoya, R., 2010) y que producen que parte de las ondas se refleje hacia el punto inicial, regresando al punto donde se originó el transitorio. Si las fugas son muy grandes estas alteraciones son grandes, pero si las fugas son pequeñas las alteraciones son más difíciles de detectar por lo que se deben emplear diferentes análisis a la señal de presión obtenida para identificar la presencia de estas alteraciones. Estas técnicas de detección, se pueden agrupar en dos métodos: (a) el método del análisis del transitorio inverso y (b) el método impulso respuesta.

Analizando la señal de la onda de presión en la tubería durante el transitorio hidráulico, diferentes autores han documentado diversas maneras de identificación de fugas por medio de estas técnicas basadas en la hidráulica del flujo. Varios de estos autores se concentran en analizar las alteraciones en el flujo y en la presión por efecto de las fugas en la tubería, resolviendo el problema inverso generado por medio de minimización de las diferencias entre las pérdidas de presión medidas y calculadas bajo estado estacionario o flujo transitorio. Esta técnica es conocida como técnica del análisis inverso del transitorio hidráulico (Liggett, J. Chen, L.C, 1994), esta combina el uso de un algoritmo de optimización para la minimización entre las diferencias cuadráticas de la caída de presión medida y calculada, y el uso de un método analítico de solución del transitorio hidráulico por el método de las características, esta ha sido refinada utilizando diferentes métodos de optimización para la función objetivo utilizada en la comparación, también se han reportado mejoras a estos métodos con la utilización de nuevos dispositivos de medición y mejoras en el modelo para el cálculo teórico del flujo durante el evento de transitorio, una completa revisión de estos métodos se puede encontrar en Colombo, A., Lee, P., & Karney, B. (2009). Las técnicas de análisis del transitorio inverso utilizan la señal de presión y su análisis, implican la simulación numérica y calibración del sistema para dichos caso, y también requieren de monitoreo de la presión en diferentes nodos o puntos del sistema. Como una mejora de esto aparecen otras técnicas en el campo de frecuencias, las cuales utilizan la historia de la señal de presiones en un único punto e involucran un dispositivo que active la onda de presión de forma periódica. Con estas técnicas la presencia de fugas se reflejaría en la aparición de picos de presión en otras amplitudes en el diagrama de frecuencias de la señal experimental. La alteración generada en la onda de presión puede ser utilizada para su detección, por medio de diferentes técnicas o métodos matemáticos de análisis de la onda en el campo de las frecuencias (Mpesha, W., Gassman, S., & Chaudhry, M., 2001), como por ejemplo el método de impulso respuesta (Ferrante, M., & Brunone, B., 2003). Con el mismo principio de operación, otros métodos utilizan el diagrama de respuesta de frecuencia en el cual la presencia de fugas en la tubería impone un patrón de picos de resonancia que pueden ser usados como indicadores de fugas (Lee, P. J., Vítkovský, J. P., Lambert, M. F., Simpson, A. R., & Liggett, J. A., 2005).

Beck et al. (2006) presentan el desarrollo de un dispositivo para uso en la detección de fugas en tuberías, utilizando el análisis cepstrum de la señal de la onda de presión para la detección de las fugas, analizando el retraso entre la onda original y sus refracciones (Taghvaei, M., Beck, S., & Staszewski, W., 2006).

En síntesis, las tecnologías que utilizan la señal de presión antes descrita se basan en la comparación de la señal de presiones captadas con la señal teórica (método del análisis inverso del transitorio hidráulico) o en el análisis de la amplificación de la alteración en la presión generada por medio de la generación de pulsos sucesivos (métodos impulso
5 respuesta), entre ellas se diferencian principalmente por el método para el análisis de los datos que permite la detección de la irregularidad generada por la fuga. Las anteriores técnicas requieren de sofisticados métodos de análisis, involucrando en algunos casos gran capacidad de procesamiento.

10 A los siguientes documentos se ha hecho referencia en la anterior descripción del estado de la técnica.

S. B. M. Beck, M. Taghvaei y J. B. Boxall.UK Patent Patente 244955 (WO2008075066A2), 2006.

15

Montoya, L.J. y Montoya, R. (2010) Efecto de la presión sobre las fugas de agua en un sistema de tuberías simple. Revista Ingenierías Universidad de Medellín vol. 11, No. 20 pp. 77 - 86 - ISSN 1692 - 3324 - enero - junio de 2012/258 p. Medellín, Colombia

20 J. Liggett y L.-C. Chen. (1994). Inverse transient analysis in pipe networks. Journal of Hydraulic Engineering, vol. 120, nº 8, pp. 934-955

Colombo, A., Lee, P., & Karney, B. (2009). A selective literature review of transient-based leak detection methods. . Journal of Hydro-environment Research. , 212-227.

25

Mpesha, W., Gassman, S., & Chaudhry, M. (2001). Leak Detection in Pipes by Frequency Response Method. Journal of Hydraulic Engineering, 127(2), 134-147.

M. Ferrante y B. Brunone. (2003). Pipe system diagnosis and leak detection by unsteady-
30 state tests. 1. Harmonic analysis. Advances in Water Resources, pp. 95-105.

P. J. Lee, J. P. Vítkovský, M. F. Lambert, A. R. Simpson y J. A. Liggett. (2005). Leak location using the pattern of the frequency response diagram in pipelines: a numerical study. Journal of Sound and Vibration, vol. 284, p. 1051–1073.

35

M. Taghvaei, S. Beck y W. Staszewski. (2006). Leak detection in pipelines using cepstrum analysis. Measurement Science and Technology, vol. 17, pp. 367-372, 2006.

Breve descripción de los gráficos

La figura 1 muestra un esquema de una modalidad del dispositivo de la presente invención,
5 y su acople a una tubería a presión.

Breve descripción del invento

La presente invención corresponde a un aparato y método para la identificación de fugas en
10 tuberías a presión empleando el fenómeno del golpe de ariete.

El método de identificación de la fuga consiste en la comparación de ondas de sobrepresión generadas durante la ocurrencia del fenómeno de golpe de ariete. Las ondas de sobrepresión a comparar corresponden a ondas obtenidas en un estado de no fugas en la
15 tubería, denominadas onda patrón, con ondas obtenidas durante un estado de operación del sistema, en el cual la tubería puede o no tener fugas, y en el cual a las ondas obtenidas se les denomina ondas de sobrepresión.

Para la comparación de las ondas, el método puede hacer uso de las siguientes técnicas:

- 20 i) diferencia de áreas,
- ii) diferencia del valor medio cuadrático,
- iii) diferencia de áreas positivas,
- iv) diferencia de áreas negativas, y
- v) diferencia en los picos de presión máximos y mínimos.

25 El resultado de estas técnicas es comparado con un umbral establecido, y basado en ello, se determina la presencia o no de fugas.

El aparato objeto de la invención, es capaz de capturar la información para la realización
30 del método y de ejecutar el método de la presente invención, que comprende un sensor de presión, una válvula para la generación del golpe de ariete, un medidor de caudal, una válvula reguladora y un dispositivo de control.

Descripción detallada de la invención

35 El presente invento corresponde a un aparato y método para identificación de fugas en tuberías a presión. El aparato realiza la identificación de fugas mediante la comparación de

la señal de sobrepresión generada por una onda en una tubería sin fugas y la señal de sobrepresión generada por una onda en una tubería con fugas. A diferencia de las técnicas de análisis inverso del transitorio hidráulico, el aparato no realiza la solución del sistema de forma analítica, sino que realiza una identificación previa del sistema, la cual utiliza una
5 señal patrón que servirá para verificaciones posteriores de la operación del sistema, posibilitando la detección de la fuga utilizando diferentes técnicas de análisis de la señal de sobrepresiones.

Acorde con la FIG. 1, el aparato se conforma de:

- un sensor de presión (2),
- una válvula (3),
- un medidor de caudal (4),
- una válvula reguladora (5),
15 - un dispositivo de control (6), y
- una tubería (7).

Acorde con la FIG. 1, la tubería (7) tiene dos uniones (1) y (8), una en cada extremo de la tubería (7). Por la unión (1) se conecta el aparato a la tubería de presión a la cual se hace la
20 identificación de fugas, para que ingrese el fluido a la tubería (7), y en la unión (8) se conecta la tubería por la cual saldrá el fluido que recorre la tubería (7). El material de la tubería (7) puede ser acero, cobre, bronce, aluminio, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad y una combinación de los anteriores. La combinación corresponde a que la tubería (7) se conforma por tramos de distintos materiales. Preferiblemente el material de
25 la tubería (9) es policloruro de vinilo o polietileno de alta densidad. En una modalidad de la invención, la tubería (7) tiene una sección transversal circular. En una modalidad de la invención, el diámetro interno de la tubería (7) es mayor o igual a 6mm, preferiblemente un diámetro interno entre 6mm y 200mm.

Acorde con la FIG. 1, el sensor de presión (2) esta operacionalmente dispuesto a lo largo de la tubería (7) para la medición de presión, en inmediaciones al extremo donde se localiza la unión (1). El sensor de presión (2) permite medir presiones relativas con valores positivos o negativos. En una modalidad de la invención, el sensor de presión (2) mide presiones relativas desde -68,95kPa hasta 689,50kPa, y entrega una señal análoga en un rango de
35 entre 4 a 20mA, la cual se recomienda sea con precisión mayor o igual al 0,5% y con un tiempo de respuesta entre datos de al menos 0,005s los cuales son transmitidos al dispositivo de control (6) para su almacenamiento y posterior análisis.

Acorde con la FIG. 1, al observar el aparato en la tubería (7) de la unión (1) por la que ingresa el fluido hacia la unión (8) por la que sale el fluido, la válvula (3) esta operacionalmente dispuesta a lo largo de la tubería (7) después del sensor de presión (2).

- 5 La válvula (3) se debe cerrar en máximo un tiempo de cierre que cumpla con la desigualdad de Joukowski, donde $T_c < 2L/a$ (con L la longitud de la tubería y a la celeridad del sonido en el fluido en la tubería) para garantizar que se genere el golpe de ariete el cual será empleado en el proceso de detección de fugas en la tubería (7). En una modalidad de la invención la válvula (3) es una válvula solenoide controlada por el dispositivo de control
- 10 (6). En una modalidad de la invención, el tiempo de cierre máximo es 0,5s.

- Acorde con la FIG. 1, en un punto de la tubería (7) se debe instalar un medidor de caudal (4). Las mediciones de caudal se utilizan para la etapa (A) y en la etapa (B) para determinar la onda de sobrepresión presión con la cual se realizará la comparación en la
- 15 etapa (C), las cual se explicaran más adelante. En una modalidad de la invención, el medidor de caudal (4) permite el registro del mismo en el dispositivo de control (6), antes del cierre de la válvula (3). El medidor de caudal (4) se escoge del grupo que consiste de flujometro, medidor de caudal por ultrasonido, caudalímetro de turbina, caudalímetro magnético, medidor de caudal por diferencias de presiones en un diafragma o una placa
- 20 orificio, una tobera, un venturi y medidor de caudal volumétrico.

- Acorde con la FIG. 1, al observar la tubería (7) de la unión (1) por la que ingresa el fluido hacia la unión (8) por la que sale el fluido, la válvula reguladora (5) esta operacionalmente dispuesta a lo largo de la tubería (7). La válvula reguladora (5) se utiliza en la etapa (A) y
- 25 la etapa (B) para forzar diferentes caudales y así obtener diferentes ondas de sobrepresión. La válvula reguladora (5) se escoge del grupo que consiste de válvula de compuerta, válvula bola y válvula aguja. En una modalidad de la invención, la válvula reguladora (5) se acciona por medio del dispositivo de control (6).

- 30 Acorde a la FIG. 1, al dispositivo de control (6) se conectan todos o algunos de los siguientes componentes: el sensor de presión (2), la válvula (3), el medidor de caudal (4) y la válvula reguladora (5), dependiendo de la configuración deseada por el operario del dispositivo. En una modalidad de la invención el dispositivo de control (6) se conforma por nueve módulos que se integran para la adquisición y procesamiento de datos durante la
- 35 ocurrencia del golpe de ariete generado en la tubería a la cual se hace la identificación de fugas, al cerrar la válvula (3). Los módulos que conforman el dispositivo de control (6) son:

- 1) un módulo de procesamiento de las señales adquiridas por el dispositivo de control (6),
- 2) un módulo de almacenamiento de datos: señales correspondientes a presiones y caudales, controles realizados. En una modalidad de la invención corresponde a una memoria SD,
- 3) un módulo de adquisición de las señales suministradas por el sensor de presión (2). En una modalidad de la invención, la adquisición de datos de sobrepresión se debe realizar cada 0,00001s y con una resolución mínima de 12 bits,
- 4) un módulo de control para la apertura y cierre de la válvula (3),
- 5) un módulo de control para la apertura y cierre de la válvula reguladora (5),
- 6) un módulo visualización, en una modalidad de la invención, este módulo es una pantalla LCD de 4x20 caracteres,
- 7) un módulo interfaz para el ingreso de datos, en una modalidad de la invención este módulo es un teclado de membrana,
- 8) un módulo de adquisición las señales suministradas por el medidor de caudal (4),
- 9) un módulo de salida de datos, en una modalidad de la invención, este módulo es un puerto USB-UART.

Los anteriores módulos pueden localizarse al interior de una caja para la protección de los mismos del polvo, golpes, entre otros.

En una modalidad de la invención, teniendo presente el sentido del caudal en el aparato, se localiza primero el sensor de presión (2) que la válvula (3), los demás componentes se disponen a lo largo de la tubería (7).

El dispositivo de control (6) permite la comparación entre la onda de sobrepresión y la onda patrón.

El método para la detección de fugas de fluidos en tuberías a presión que comprende las etapas:

- A) Identificar la onda patrón,
- B) Identificar la onda de sobrepresión, y
- C) Comparar la onda patrón con la onda de sobrepresión;

Con el método se realiza la comparación entre la onda de sobrepresión obtenida para un determinado caudal , denominada onda de sobrepresión, y la señal de sobrepresión

denomina onda patrón (previamente obtenidas durante la etapa (A)) para un caudal similar, con base a una desviación admisible dada 5% para la presente invención. Además, permite la comparación con diferentes métodos de análisis y reporta la diferencia porcentual obtenida, dato que permite la detección de la fuga.

5

Para realizar la etapa (A), la válvula (3) debe estar abierta al ejecutar las sub-etapas para permitir el flujo del fluido al interior de la tubería (7), y se realizan las sub-etapas de:

- 10 a) determinar por el usuario el valor de las variables: tiempo de espera T1, tiempo de captura T2, el paso de muestreo ΔT y número de caudal a los que se les identificará ondas patrón a los cuales se les denomina Ncaudales, los cuales son almacenados en el dispositivo de control (6);
- b) abrir la válvula reguladora (5) en diferentes aperturas correspondientes a caudales a los que se le asignará una onda patrón para ser posteriormente utilizada en el proceso
- 15 de identificación de fugas;
- c) esperar el tiempo T1 después de la apertura de la válvula de regulación (5);
- d) registrar el caudal por medio de un medidor de caudal (4) y se almacena en el dispositivo electrónico de control (6);
- 20 e) cerrar la válvula (3) después transcurrido el tiempo T1;
- f) adquirir y registrar datos de presión del sensor (2), durante un tiempo T2;
- g) repetir las sub-etapas de la b) a la f) de la etapa (A) manteniendo el mismo caudal de la sub-etapa b) de la etapa (A) y comparar con la onda obtenida en la sub-etapa f) de la etapa (A). Si la diferencia entre la onda patrón obtenida en estas dos repeticiones no es
- 25 superior al 1% se registra esta como onda patrón, de lo contrario se repiten una nueva secuencia de las sub-etapas de la b) a la f) de la etapa (A). Esta información se almacena en el dispositivo de control (6); y,
- h) modificar el caudal accionando la válvula reguladora en aperturas para los distintos caudales y se repiten las sub-etapas c) a f) de la etapa (A) para obtener las otras ondas patrón necesarias. En una modalidad de la invención la válvula reguladora variará hasta
- 30 cubrir el número de caudales establecidos para la identificación de las ondas patrón, se recomienda que se abarque todo el rango de caudales de operación del sistema.

35 Luego de obtener el registro de las ondas patrón para cada uno de los caudales establecidos por el usuario se ejecuta la etapa (B) identificar la onda de sobrepresión, esta se realiza durante el funcionamiento habitual del sistema. Para realizar la etapa (B) se debe tener la válvula (3) abierta y se realizan las sub-etapas de:

- a) abrir la válvula reguladora (5) en un caudal predeterminado por el usuario;
- b) esperar un tiempo T1 después de la apertura de la válvula reguladora (5);
- c) registrar el caudal del sistema (Qo) por medio del medidor de caudal (4);
- 5 d) cerrar la válvula (3) después de transcurrido el tiempo T1; y,
- e) adquirir y registrar los datos del sensor de presión (2) durante un tiempo T2, esta información se almacena en el dispositivo electrónico de control (6).

Una vez se termina la etapa (B) se abre nuevamente la válvula (3) para continuar con la
10 operación normal del sistema.

Posteriormente se procede con la etapa (C) donde se compara la onda patrón identificada en la etapa (A) para un caudal de operación con la onda sobrepresión (obtenidas con caudales similares) identificada en la etapa (B), se realizan las sub-etapas de:

- 15 a) seleccionar una onda patrón de las almacenadas en el dispositivo electrónico (6), obtenidas durante la etapa (A), cuyo valor de caudal no difiera en más del 5% con el valor de caudal (Qo) con que se capturó la onda de sobrepresión durante la etapa (B),
- 20 b) evaluar las diferencias entre la onda patrón y la onda de sobrepresión utilizando diferentes métodos de comparación,
- c) establecer un valor de umbral por parte del usuario para determinar cuándo las diferencias son significativas y,
- d) identificar la presencia o no de la fuga si las diferencias en diferentes métodos
25 superan el umbral establecido en la sub-etapa c) de la etapa (C).

T1 es el tiempo necesario para que el caudal se estabilice después de la operación de algún elemento de regulación en el sistema y T2 es igual al tiempo transcurrido desde el cierre de la válvula hasta que la presión haya alcanzado un valor estable (con desviaciones entre
30 medidas sucesivas menores al 1%) y en el que se produzca una disipación de más del 95% del valor máximo de presión de la onda de sobrepresión. En una modalidad de invención T1 es fijado en 30 s y el tiempo T2 es fijado en 15 s.

La comparación entre la onda patrón identificada en la etapa (A) con la onda de
35 sobrepresión obtenidas con caudales similares al de la operación identificada en la etapa (B), se realiza por medio de una o una combinación de las técnicas comprendidas en el grupo:

- i. diferencia de áreas,
- ii. diferencia del valor medio cuadrático,
- iii. diferencia de áreas positivas,
- 5 iv. diferencia de áreas negativas, y
- v. diferencia en los picos de presión máximos y mínimos.

A continuación se describe cada una de estas técnicas.

- 10 i. diferencia de áreas.

Esta técnica calcula el valor de las áreas de la onda de sobrepresión y la onda patrón, y luego realiza una normalización de la diferencia de ambas comparándola con el área de la onda patrón.

15

Se toman N datos de la onda de sobrepresión capturada en la etapa (B), que para efectos de la descripción se denominarán P_i para $i=1,2,\dots,N$, espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal de operación Q_0 . Se toman los N datos de presión de la onda patrón capturada en la etapa (A) y utilizan en la sub-etapa (b) de la etapa (C) que para efectos de la descripción se denominarán, P_{patron_i} para $i=1,2,\dots,N$, y que están espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal Q , similar a Q_0 , entendiendo por similar que tiene una diferencia de menos del 5% con Q_0 . Se calcula el área de la onda patrón como A_{patron} así:

20

$$A_{patron} = \sum_{i=1}^N P_{patron_i} \times \Delta T$$

y el área de la onda de sobrepresión durante la operación se define como

$$A = \sum_{i=1}^N P_i \times \Delta T$$

- 25 La diferencia entre áreas de forma porcentual se estima de la siguiente forma

$$\%Dif A = \left| \frac{A_{patron} - A}{A_{patron}} \right| \times 100$$

- ii. diferencia del valor medio cuadrático.

Esta técnica calcula el valor cuadrático medio de la onda de sobrepresión capturada y la onda patrón, y luego realiza una normalización de la diferencia de ambos.

30

Se toman N datos de la onda de sobrepresión capturada en la etapa (B), que para efectos de la descripción se denominarán P_i para $i=1,2..N$, espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal de operación Q_o . Se toman los N datos de presión de la onda patrón capturada en la etapa (A) y seleccionada en la sub-etapa (b) de la etapa (C) que para efectos de la descripción se denominarán, P_{patron_i} para $i=1,2...N$, y que están espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal Q , similar a Q_o , entendiendo por similar que tiene una diferencia de menos del 5% con Q_o . Se calcula el error medio cuadrático de la onda patrón como:

$$RMS_{patron} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_{patron_i}^2}{N}}$$

y el error medio cuadrático de la onda de sobrepresiones durante la operación como

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_i^2}{N}}$$

La diferencia del valor medio cuadrático de forma porcentual se calcula como

$$\%Dif\ RMS = \left| \frac{RMS_{patron} - RMS}{RMS_{patron}} \right| \times 100$$

iii. diferencia de áreas positivas.

Esta técnica calcula el valor de las áreas con valores positivos por encima de la presión hidrostática de la onda de sobrepresión y la onda patrón, y luego realiza una normalización de la diferencia de ambas comparándola con el área de la onda patrón.

Se toman N datos de la onda de sobrepresión capturada en la etapa (B), que para efectos de la descripción se denominarán P_i para $i=1,2...N$, espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal de operación Q_o . Se toman los N datos de presión de la onda patrón capturada en la etapa (A) y seleccionada en la sub-etapa (b) de la etapa (C) que para efectos de la descripción se denominarán, P_{patron_i} para $i=1,2...N$, y que están espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal Q , similar a Q_o , entendiendo por similar que tiene una diferencia de menos del 5% con Q_o . Se encuentra la presión para la condición de equilibrio después del cierre de la válvula (3), hallada por medio del promedio de los valores de presión de la onda de sobrepresión, obtenidos después de que pase el tiempo T_2 posterior al cierre de la válvula (3) y para efectos de la descripción se registra la como presión hidrostática y se designa como P_h . Se

calcula el área positiva para la onda patrón considerando solamente los valores de presión que se encuentran por encima de P_h , calculándola de la siguiente manera

$$A_{patron+} = \sum_{i=1}^N (P_{patron_i} - P_h) \times \Delta T$$

Si $P_{patron_i} - P_h > 0$

y el área positiva para la onda de sobrepresión sería dada por la expresión.

$$A_+ = \sum_{i=1}^N (P_i - P_h) \times \Delta T$$

Si $P_i - P_h > 0$

La diferencia entre áreas de forma porcentual se estima mediante la siguiente expresión:

$$\%Dif A_+ = \left| \frac{A_{patron+} - A_+}{A_{patron+}} \right| \times 100$$

5

iv. Diferencia de áreas negativas.

Esta técnica calcula el valor de las áreas con valores negativos por debajo de la presión hidrostática de la onda de sobrepresión y la onda patrón, y realiza una normalización de la diferencia de ambas comparándola con el área de la onda patrón.

Se toman N datos de la onda de sobrepresión capturada en la etapa (B), que para efectos de la descripción se denominarán P_i para $i=1,2,\dots,N$, espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal de operación Q_o . Se toman los N datos de presión de la onda patrón capturada en la etapa (A) y seleccionada en la sub-etapa (b) de la etapa (C), que, para efectos de la descripción se denominarán, P_{patron_i} para $i=1,2,\dots,N$, que están espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal Q , similar a Q_o , entendiendo por similar que tiene una diferencia de menos del 5% con Q_o . Se calcula la presión para la condición de equilibrio después del cierre de la válvula (3), hallada por medio del promedio de los valores de presión de la onda de sobrepresión, obtenidos después de que pase el tiempo T_2 posterior al cierre de la válvula (3) y se registra la como presión hidrostática que para efectos de la descripción se denominara como P_h , el área negativa para la onda patrón sería, considerando únicamente los valores de presión que se encuentran por debajo de P_h

$$A_{patron-} = \sum_{i=1}^N (P_h - P_{patron_i}) \times \Delta T$$

Si $P_{patron_i} - P_h < 0$

y el área negativa para la onda de sobrepresión sería

$$A_+ = \sum_{i=1}^N (P_h - P_i) \times \Delta T$$

Si $P_i - P_h < 0$

La diferencia entre áreas de forma porcentual se estima de la siguiente forma

$$\%Dif A_- = \left| \frac{A_{patron_-} - A_-}{A_{patron_-}} \right| \times 100$$

v. Diferencia en los picos de presión máximos y mínimos.

5

Esta técnica calcula la diferencia entre los picos máximos o mínimos de la onda de sobrepresión, normalizados por la amplitud de cada uno de los picos. En una modalidad de la invención se realiza para los cuatro primeros picos, que se presenta a continuación como modelo sin perder generalidad dado que se puede realizar para un número mayor de picos de presión mínimos y máximos.

10

Se toman N datos de la onda de sobrepresión capturada en la etapa (B), que para efectos de la descripción se denominarán P_i para $i=1,2,\dots,N$, espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal de operación Q_0 . Se toman los N datos de presión de la onda patrón capturada en la etapa (A) y seleccionada en la sub-etapa (b) de la etapa (C) que para efectos de la descripción se denominarán, P_{patron_i} para $i=1,2,\dots,N$, y que están espaciados un intervalo de tiempo ΔT , los cuales son obtenidos para un caudal Q, similar a Q_0 , entendiendo por similar que tiene una diferencia de menos del 5% con Q_0 . Se calcula el primer pico de presión máximo de la onda patrón como:

15

20

$$P_{pico\ patron\ max\ 1} = \max\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=1:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería expresado como $n_{patron\ max\ 1}$.

El primer valor del pico de presiones mínimo de la onda patrón se calcula como:

25

$$P_{pico\ patron\ min\ 1} = \min\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ max\ 1}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ min\ 1}$.

El segundo pico de presión máxima de la onda patrón se obtiene como:

30

$$P_{pico\ patron\ max\ 2} = \max\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ min\ 1}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ max\ 2}$.

El segundo valor del pico de presiones mínimo de la onda patrón se calcula como:

$$P_{pico\ patron\ min\ 2} = \min\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ max\ 2}:N}$$

5

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ min\ 2}$.

El tercer pico de presión máximo de la onda patrón se obtiene como:

$$P_{pico\ patron\ max\ 3} = \max\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ min\ 2}:N}$$

10

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ max\ 3}$.

El tercer valor del pico de presiones mínimo de la onda patrón se calcula como:

$$P_{pico\ patron\ min\ 3} = \min\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ max\ 3}:N}$$

15

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ min\ 3}$.

El cuarto pico de presión máximo de la onda patrón se obtiene como:

$$P_{pico\ patron\ max\ 4} = \max\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ min\ 3}:N}$$

20

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ max\ 4}$.

El cuarto valor del pico de presiones mínimo de la onda patrón se calcula como:

$$P_{pico\ patron\ min\ 4} = \min\{P_{patron_i}\}_{Para\ i=n_{patron\ max\ 4}:N}$$

25

y su localización en la serie de presiones sería $n_{patron\ min\ 4}$.

Se calcula el primer pico de presión máximo de la onda de sobrepresión:

$$P_{pico\ max\ 1} = \max\{P_i\}_{Para\ i=1:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\max 1}$.

El primer valor del pico de presión mínimo de la onda de sobrepresión se calcula como:

5

$$P_{pico\ min\ 1} = \min\{P_i\}_{Para\ i=n_{\max 1}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\min 1}$.

El segundo valor del pico de presión máxima de la onda de sobrepresión como:

10

$$P_{pico\ max\ 2} = \max\{P_i\}_{Para\ i=n_{\min 1}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\max 2}$.

El segundo valor del pico de presiones mínimo de la onda de sobrepresión se calcula como:

15

$$P_{pico\ min\ 2} = \min\{P_i\}_{Para\ i=n_{\max 2}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\min 2}$

El tercer valor del pico de presión máxima de la onda de sobrepresión como:

$$P_{pico\ max\ 3} = \max\{P_i\}_{Para\ i=n_{\min 2}:N}$$

20

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\max 3}$.

El tercer valor del pico de presiones mínimo de la onda de sobrepresión se calcula como:

$$P_{pico\ min\ 3} = \min\{P_i\}_{Para\ i=n_{\max 3}:N}$$

25

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\min 3}$.

El cuarto valor del pico de presión máxima de la onda de sobrepresiones como:

$$P_{pico\ max\ 4} = \max\{P_i\}_{Para\ i=n_{\min 3}:N}$$

30

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\max 4}$.

El cuarto valor del pico de presiones mínimo de la onda de sobrepresión se calcula como:

$$P_{pico \min 4} = \min\{P_i\}_{Para \ i=n_{\max 4}:N}$$

y su localización en la serie de presiones sería $n_{\min 4}$.

Posteriormente al cálculo de los valores pico de presión mínima y máxima se calculan las diferencias porcentuales para cada uno de estos picos de presión la cual se calcula como:

$$\%Dif \ P_{pico \ max \ j} = \left| \frac{P_{pico \ patron \ max \ j} - P_{pico \ max \ j}}{P_{pico \ patron \ max \ j}} \right| \times 100 \text{ para los 4 picos (j=1 hasta 4)}$$

$$\%Dif \ P_{pico \ min \ j} = \left| \frac{P_{pico \ patron \ min \ j} - P_{pico \ min \ j}}{P_{pico \ patron \ min \ j}} \right| \times 100 \text{ para los 4 picos (j=1 hasta 4)}$$

Se toma como diferencia de picos de presión el máximo de estos valores.

A partir de un umbral porcentual definido por el usuario que se denominara para efectos de la descripción U_h se acepta o se rechaza la existencia de una fuga en el sistema a partir de uno o varios de los métodos definidos en la sub-etapa (b) de la etapa (C). Para valores de disipación porcentual superiores al umbral se aceptara la presencia de una fuga en el sistema en caso contrario se rechazara la existencia de una fuga en el sistema de presión.

Este porcentaje de umbral U_h se puede determinar a partir de análisis estadísticos realizados en laboratorio y mediante ensayos previos del sistema a considerar todo esto con la finalidad de determinar un porcentaje de umbral a partir del cual es clara la presencia de una fuga en el sistema (sub-etapa d de la etapa C).

En una modalidad de la invención se detecta la presencia de una fuga en caso de que la diferencia en al menos tres de las técnicas comprendidas en la sub-etapa (b) de la etapa (C) supere un porcentaje de umbral preestablecido por el usuario en la sub-etapa (c) de la etapa (C).

Para la comparación para la detección de fugas se puede utilizar el módulo de análisis del dispositivo (6).

Definiciones:

Caudal de operación: este caudal es definido como el volumen por unidad de tiempo a lo largo de la tubería (7) que está pasando en un momento dado en condición de caudal estacionario antes de iniciar la prueba y con la válvula (3).

Onda de sobrepresión: onda generada durante el fenómeno de transitorio hidráulico medida por el sensor de presiones (2). Es la onda que se identifica en la etapa (B).

Onda patrón: onda de sobrepresión generada por el cierre súbito de la válvula (3) durante el fenómeno del golpe de ariete, para un caudal dado de operación sin la presencia de ningún tipo de fuga en el sistema. Es la onda que se identifica en la etapa (A).

Tiempo T1: es el tiempo que se debe permitir que fluya el agua después de abierta la válvula (3) y antes de realizar la operación de cierre, con el fin de permitir el establecimiento de caudal estacionario en la tubería.

Tiempo T2: es el tiempo durante el que se almacenarán los registros generados por el sensor de presión (2) y que abarca la ocurrencia del golpe de ariete en la tubería (hasta que la presión haya alcanzado un estado en el que se alcance una presión hidrostática, por encima de la cual se haya producido una disipación de más del 95% del valor máximo de presiones de la onda de sobrepresión).

Ejemplo

Se construyó un montaje de experimental. Dicho montaje contó con una tubería de longitud aproximada de 80m, de tubería de polipropileno de diámetro nominal de 63mm, en donde se forzaron fugas a través de un orificio de 3/16”.

El proceso inicia con la etapa (A), para ello se construyeron las curvas patrón para los caudales reportados en la Tabla 1. Dichas ondas patrón fueron almacenadas en el dispositivo de control (6).

Tabla 1 Caudales para los cuales fueron obtenidas ondas patrón.

Patrón	Caudal (L/s)
--------	--------------

1	3.85
2	4.14
3	4.42

Para la obtención de las ondas patrón se fijaron los siguientes valores:

T1: 20 s

5 Caudal: Se ingresaron los valores indicados en la Tabla 1, para cada caso.

T2: 30 s

10 Para la etapa (B), para cada uno de los caudales reportados en la Tabla 1, se realizaron 2 ensayos adicionales sin fuga con el fin de determinar si después de los análisis estas eran reportadas como no detectada (NO) y 3 ensayos con una fuga inducida en la tubería, con el fin de mostrar si después de los análisis eran reportadas como detectada (SI). En la Tabla 2 se presenta un resumen de los 15 ensayos obtenidos con 3 caudales, estos fueron obtenidos para una fuga generada por un orificio circular en la tubería con un diámetro de 3/16”.

15 Tabla 2. Caudales y resumen de los ensayos.

Ensayo	Caudal (L/s)	Ensayo realizado con fuga o sin fuga
1	3.85	Con fuga
2	3.85	Con fuga
3	3.85	Con fuga
4	3.85	Sin fuga
5	3.85	Sin fuga
6	4.14	Con fuga
7	4.14	Con fuga
8	4.14	Con fuga
9	4.14	Sin fuga
10	4.14	Sin fuga
11	4.42	Con fuga
12	4.42	Con fuga
13	4.42	Con fuga
14	4.42	Sin fuga
15	4.42	Sin fuga

Para la sub-etapa (b) de la etapa (C), se seleccionaron los seis métodos de comparación. Los resultados de las comparaciones (con sus respectivos métodos) se presentan en la Tabla 3.

5 Tabla 3. Resultados de análisis con diferentes métodos

Ensayo	Caudal (L/s)	Ensayo con o sin fuga	% Área	% RMS	% A positiva	% A negativa	% picos mínimo	% pico max. 2
1	3.85	Con fuga	5.2197	4.8994	1.7789	83.2945	32.5183	36.7543
2	3.85	Con fuga	7.2124	4.8742	5.0496	61.0894	30.6866	39.1106
3	3.85	Con fuga	5.1071	4.257	2.1399	82.0957	30.6866	35.9689
4	3.85	Sin fuga	1.4138	0.5557	1.5422	0.9931	1.3744	23.2464
5	3.85	Sin fuga	0.5253	0.4885	0.8184	4.1323	0.9159	2.199
6	4.14	Con fuga	10.5247	5.0405	9.055	49.4059	30.2087	43.8557
7	4.14	Con fuga	13.1006	5.6918	11.6356	48.4732	28.5306	44.4502
8	4.14	Con fuga	12.9314	5.2554	11.6823	45.1051	26.4326	44.1529
9	4.14	Sin fuga	1.1101	0.0739	1.6764	7.1359	2.0981	0
10	4.14	Sin fuga	0.3335	0.2144	0.909	7.9321	0	3.865
11	4.42	Con fuga	9.3027	2.8049	7.9602	42.6967	22.4338	39.2674
12	4.42	Con fuga	10.2382	2.4867	8.4321	49.0128	24.6323	38.3251
13	4.42	Con fuga	8.6901	1.8982	5.8514	58.7947	21.9935	36.2829
14	4.42	Sin	0.555	1.3756	0.1437	5.6751	0.4393	5.9685

		fuga						
15	4.42	Sin fuga	1.2131	1.752	1.398	1.1908	0.4393	1.0995

En la sub-etapa (c) de la etapa (C) se determinó un umbral U_h del 5%.

En la sub-etapa (d) de la etapa (C) se realizó la comparación para identificar la fuga. Se estableció el criterio de existencia de fuga si al menos en tres de los seis métodos, la diferencia fue superior al umbral establecido. En la Tabla 5 se presentan un consolidado de la detección por los diferentes métodos y el consolidado de detección de fugas, indicando con un SI en caso de ser detectada y con un NO en caso de no detectarla.

10 Tabla 5. Consolidados de diferencias superiores al 5% para detección de fugas.

Ensayo	Caudal (L/s)	Ensayo con o sin fuga	% Área	% RMS	% A positiva	% A negativa	% picos mínimo	% pico máx. 2	Fuga
1	3.85	Con fuga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	3.85	Con fuga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	3.85	Con fuga	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI
4	3.85	Sin fuga	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
5	3.85	Sin fuga	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	4.14	Con fuga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	4.14	Con fuga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	4.14	Con fuga	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	4.14	Sin fuga	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO
10	4.14	Sin fuga	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO
11	4.42	Con fuga	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
12	4.42	Con fuga	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
13	4.42	Con fuga	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
14	4.42	Sin fuga	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO
15	4.42	Sin fuga	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para detección de fugas de fluidos en tuberías a presión, conformado por:

- 5 - un sensor de presión;
- una válvula;
- un medidor de caudal;
- una válvula reguladora; y
- un dispositivo de control conectado al sensor de presión;

10

donde, el sensor de presión y la válvula se disponen en el orden anterior en la tubería, entre la unión de la tubería por la cual se conecta el aparato a la tubería e ingresa el fluido y la unión por la cual sale el fluido, y los demás componentes se disponen a lo largo de la tubería.

15

2. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, caracterizado porque el material de la tubería se escoge del grupo que consiste de policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad, acero, cobre, bronce, aluminio, hierro y una combinación de estos.

20

3. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, caracterizado porque la sección transversal de la tubería es circular con un diámetro interno mayor o igual a 6mm.

4. El aparato reclamado en la Reivindicación 3, caracterizado porque el diámetro interno de la tubería es de entre 6mm y 254mm.

25

5. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, caracterizado porque el sensor de presión mide presiones relativas negativas y presiones relativas positivas.

6. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de cierre de la válvula cumple la desigualdad de Joukowski correspondiente a $T_c < 2L/a$.

30

7. El aparato reclamando en la Reivindicación 1, caracterizado porque el medidor de caudal se escoge del grupo que consiste de flujometro, medidor de caudal por ultrasonido, caudalímetro de turbina, caudalímetro magnético, medidor de caudal por diferencias de presiones en un diafragma o placa orificio, una tobera, un venturi y medidor de caudal volumétrico.

35

8. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, caracterizado porque la válvula reguladora se escoge del grupo que consiste de compuerta, bola y aguja.

9. El aparato reclamado en la Reivindicación 1, donde el dispositivo de control comprende:

- 5
 - un módulo de adquisición de señales suministradas por el sensor de presión;
 - un módulo de adquisición de señales suministradas por el medidor de caudal;
 - un módulo de control para la apertura y cierre de la válvula;
 - un módulo de control para la apertura y cierre de la válvula reguladora;
 - un módulo de interfaz para el ingreso de datos;
- 10
 - un módulo de procesamiento de las señales adquiridas;
 - un módulo de visualización de datos;
 - un módulo de almacenamiento de datos; y,
 - un módulo de salida de datos.

15 10. El aparato reclamado en la Reivindicación 9, caracterizado porque al dispositivo de control se conectan:

- el sensor de presión;
- el medidor de caudal;
- la válvula; y,
- 20 - la válvula reguladora.

11. Método para la detección de fugas de fluidos en tuberías a presión ejecutado por el aparato de la Reivindicación 1, que comprende las etapas de:

- 25
 - A) identificar la onda patrón;
 - B) identificar la onda de sobrepresión; y,
 - C) comparar la onda patrón identificada en la etapa (A) para un caudal de operación con la onda de sobrepresión identificada en la etapa (B) dado por medio de una o combinación de las técnicas comprendidas en el grupo de
- 30
 - diferencia de áreas, diferencia del valor medio cuadrático, diferencia de áreas positivas, diferencia de áreas negativas, y diferencia en los picos de presión máximos y mínimos.

12. El método reclamado en la reivindicación 11 caracterizado porque la etapa (A) comprende las sub-etapas de:

- a) determinar por el usuario el valor de las variables: tiempo de espera T1, tiempo de captura T2, el paso de muestreo ΔT y Ncaudales;

- 5 b) abrir la válvula reguladora en diferentes aperturas correspondientes a caudales a los que se le asignará una onda patrón para ser posteriormente utilizada en el proceso de identificación de fugas;
- c) esperar el tiempo T1 después de la apertura de la válvula de regulación;
- d) registrar el caudal por medio de un medidor de caudal y se almacena en el dispositivo electrónico de control;
- e) cerrar la válvula después transcurrido el tiempo T1;
- f) adquirir y registrar datos de presión del sensor, durante un tiempo T2;
- 10 g) repetir las sub-etapas de la b) a la f) de la etapa (A) manteniendo el mismo caudal de la sub-etapa b) de la etapa (A) y comparar con la onda obtenida en la sub-etapa f) de la etapa (A), si la diferencia entre la onda patrón obtenida en estas dos repeticiones no es superior al 1% se registra esta como onda patrón, de lo contrario se repiten una nueva secuencia de las sub-etapas de la b) de la
- 15 etapa (A) a la f) de la etapa (A); y,
- h) modificar el caudal accionando la válvula reguladora en aperturas para los distintos caudales y se repiten las sub-etapas c) a f) de la etapa (A) para obtener las otras ondas patrón necesarias;

20 donde al iniciar la ejecución las sub-etapas se tiene la válvula abierta.

13. El método reclamado en la reivindicación 11 caracterizado porque la etapa (B) comprende las sub-etapas de:

- 25 a) abrir la válvula reguladora en un caudal predeterminado por el usuario;
- b) esperar un tiempo T1 después de la apertura de la válvula reguladora;
- c) registrar el caudal del sistema (Qo) por medio del medidor de caudal;
- d) cerrar la válvula después de transcurrido el tiempo T1; y,
- e) adquirir y registrar los datos del sensor de presión durante un tiempo T2;

30 donde al iniciar la ejecución las sub-etapas se tiene la válvula abierta.

14. El método reclamado en la reivindicación 11 caracterizado porque la etapa (C) comprende las sub-etapas de:

- 35 a) seleccionar una onda patrón de las almacenadas en el dispositivo electrónico, obtenidas durante la etapa (A), cuyo valor de caudal no difiera en más del 5%

- con el valor de caudal (Q_0) con que se capturó la onda de sobrepresión durante la etapa (B);
- b) evaluar las diferencias entre la onda patrón y la onda de sobrepresión utilizando diferentes técnicas de comparación;
 - 5 c) establecer un valor de umbral por parte del usuario para determinar cuándo las diferencias son significativas; y,
 - d) identificar la presencia o no de la fuga si las diferencias en diferentes métodos superan el umbral establecido en la sub-etapa c) de la etapa (C);
- 10 donde en la sub-etapa b) se selecciona una o combinación de las técnicas comprendidas en el grupo de diferencia de áreas, diferencia del valor medio cuadrático, diferencia de áreas positivas, diferencia de áreas negativas, y diferencia en los picos de presión máximos y mínimos
- 15 15. El método reclamado en la reivindicación 12 y 13, caracterizado porque en la sub-etapa (a) de la etapa (A) y la sub-etapa (b) de la etapa (B) el tiempo T1 es de 30s.
16. El método reclamado en la reivindicación 12 y 13, caracterizado porque en la sub-etapa (a) de la de la etapa (A) y la sub-etapa (e) de la etapa (B) el tiempo T2 es igual al tiempo de
- 20 la ocurrencia del transitorio de presiones.
17. El método reclamado en la reivindicación 12 y 13, caracterizado porque el tiempo T2 es igual al tiempo transcurrido desde el cierre de la válvula hasta que la presión haya alcanzado un valor estable y en el que se produzca una disipación de más del 95% del valor
- 25 máximo de presión de la onda de sobrepresión.
18. método reclamado en la reivindicación 12 y 13, caracterizado porque en la sub-etapa (a) de la de la etapa (A) y la sub-etapa (e) de la etapa (B) el tiempo T2 está comprendido entre 15s y 30s.
- 30 19. El método reclamado en la reivindicación 11, caracterizado porque en la sub-etapa (d) de la etapa (C) se indica la presencia de una fuga en caso de que la diferencia en una o más de las técnicas de la etapa (C) supere el porcentaje de umbral preestablecido por el usuario en la sub-etapa (c) de la etapa (C).

35

FIGURAS

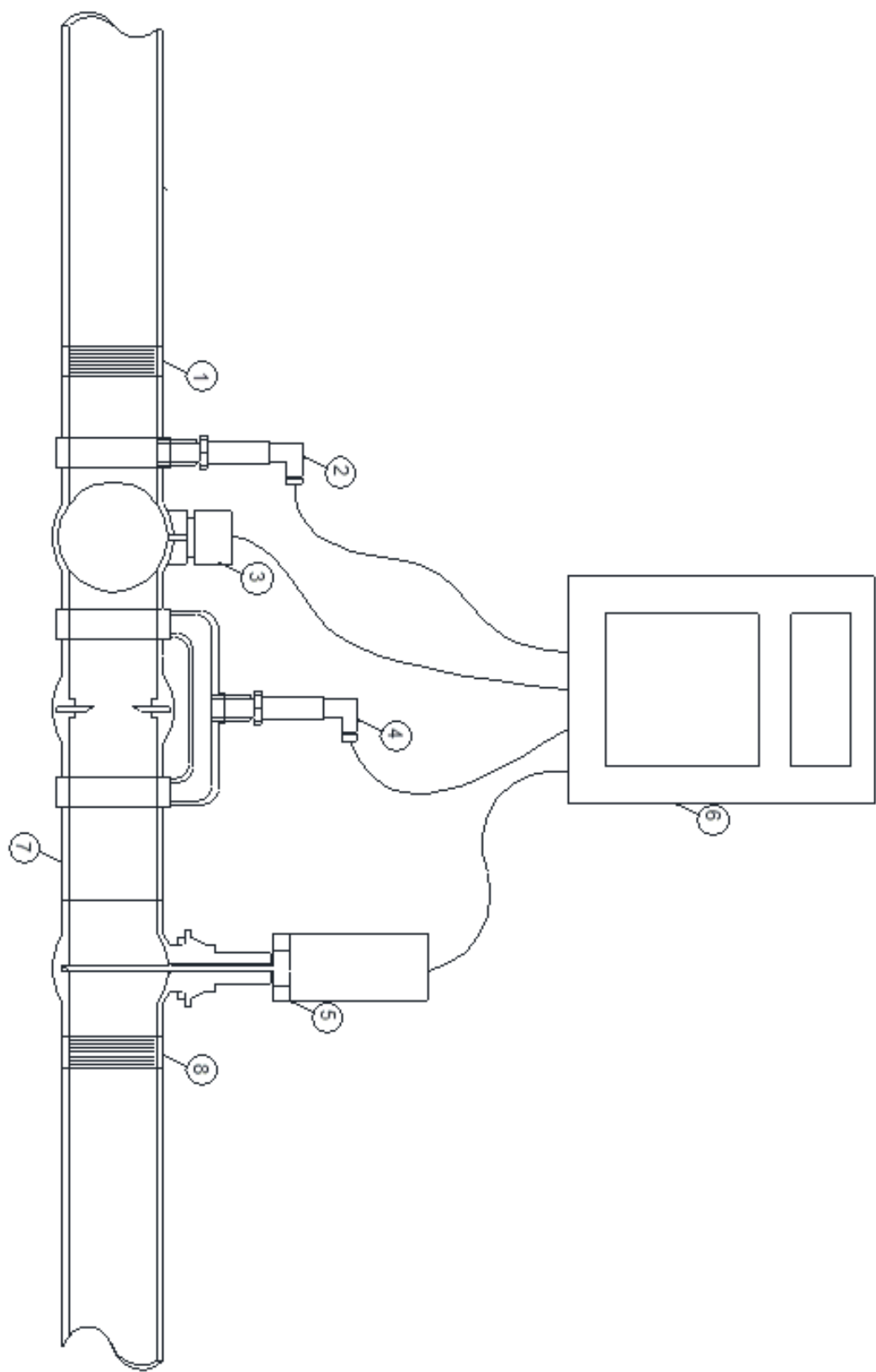


FIG 1.

RESUMEN

La presente invención corresponde a un aparato y método para la identificación de fugas en tuberías a presión. El aparato para detección de fugas de fluidos en tuberías a presión, está conformado por un sensor de presión, una válvula, un medidor de caudal, una válvula reguladora y un dispositivo de control. El sensor de presión y la válvula se disponen en el orden en la tubería entre la unión por la cual se conecta el aparato a la tubería e ingresa el fluido y la unión por la cual sale el fluido y los demás componentes se disponen a lo largo de la tubería. El método de la invención comprende las etapas: (A) identificar la onda patrón bajo la condición sin fugas para diferentes caudales en el rango de operación, (B) identificar la onda de sobrepresión durante el proceso de operación, (C) comparar la onda patrón identificada en la etapa (A) con la onda sobrepresión capturada en la etapa (B), ondas obtenidas con caudales similares para determinar la presencia o no de fugas en la tubería. La comparación es realizada por medio de una o combinación de las siguientes técnicas: diferencia de áreas, diferencia del valor medio cuadrático, diferencia de áreas positivas, diferencia de áreas negativas y diferencia en los picos de presión máximos y mínimos. En el proceso de determinación de la presencia de fugas, los anteriores métodos de comparación exigen la necesidad de que se establezca un valor de umbral por parte del usuario que permita identificar la fuga en caso de que uno o una combinación del valor determinado por dichos métodos supere el porcentaje de umbral establecido.

Alexander Agudelo
Carlos A. Parra
Juan Felipe Acosta
Andrés Rincón
Mónica Guevara
Andrés Alvarado
Ella Ponce
Liliana Galindo
María Clara Calderón
Mauricio Ávila
José Jairo Dangond
Gina Cáceres
Isabella Herrera
Zaava Ravid
Miguel Felipe Porras
Catalina Amaya
Laura M. Escobar

Medellín
María Clara Múnera
Eddie Manotas
Adrián Santamaría

ASSIGNMENT

CESION

Rubén Darío Montoya Ramírez C.C 71.726.492
Luis Javier Montoya Jaramillo C.C 71.750.013

by means of this document assign(s) worldwide,
to

por medio de la presente cedo(cedemos) a nivel
mundial, a

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

a University
organized under the laws of

Una Universidad
organizada bajo las leyes de

Colombia

Domiciled in

domiciliada en

Carrera 87 N° 30 - 65 Medellín - Colombia

(here in after referred to as the "ASSIGNEE"),
all my (our) rights, including those of priority,
title and interest in and to my (our) invention for
a new and useful improvement entitled and as
fully set forth and described in:

(de ahora en adelante el "CESIONARIO"),
todos mis (nuestros) derechos, incluyendo los de
prioridad, título e interés sobre mi (nuestra)
invención tal como describe en:

"Aparato y Método para la Detección de Fugas de Fluidos en Tuberías a Presión"

Medellín 29 de Mayo 2014

Place, date and signature

Medellín 29th May 2014

Place, date and signature

Medellín 29 de Mayo 2014

Lugar, fecha y firma

Medellín, 29 de mayo de 2014

Lugar, fecha y firma

Alexander Agudelo
Carlos A. Parra
Juan Felipe Acosta
Andrés Rincón
Mónica Guevara
Andrés Alvarado
Ella Ponce
Liliana Galindo
María Clara Calderón
Mauricio Ávila
José Jairo Dangond
Gina Cáceres
Isabella Herrera
Zaava Ravid
Miguel Felipe Porras

Medellín
María Clara Múnera
Eddie Manotas

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. _____ S. _____ D. _____

Asunto : Poder especial

El suscrito, Néstor Hincapié Vargas, domiciliado en la ciudad de Medellín, obrando en representación de **UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN**, por medio del presente escrito otorgo a **Carlos R. Olarte y/o Juan Guillermo Moure**, poder especial, amplio y suficiente para tramitar la solicitud de Patente de Invención titulada:

**“APARATO Y MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS
DE FLUIDOS EN TUBERÍAS A PRESIÓN”,**

a cuyo efecto los faculta para dar todos los pasos necesarios ante la Superintendencia de Industria y Comercio y ante cualquier autoridad administrativa o judicial de cualquier jerarquía para cumplir con lo encomendado, elevar solicitudes, recursos, respuestas y oposiciones, pagar impuestos y anualidades, solicitar testimonios, recibir documentos y valores, desistir y percibir. Se concede poder suficiente para recibir notificaciones a nombre de la Universidad, otorgar poderes a quienes vayan a representar a la Universidad administrativa, judicial y extrajudicialmente, responder en juicio a todas las reclamaciones o demandas que por motivo de lo encomendado se presentaren, dándoles asimismo facultad para sustituir el presente y revocar dichas sustituciones.

Atentamente,



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
RECTORÍA

Néstor Hincapié Vargas
C.C. N° 8.255.095

