

CAVELIER

ABOGADOS

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

EDIFICIO SISKI
CARRERA 4 No. 72 - 35
BOGOTA 8, COLOMBIA

151
Teléfono: (57-1) 347 3611
Telefax: (57-1) 211 8650
(57-1) 540 0860

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 05-090935- -00008-0000

Fecha: 2008-06-17 16:40:50 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 43

Señora Jefe de la
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

Trámite : 002 Evento : 001 Actuación : 444

Referencia : Expediente No. 05090935
Asunto : Solicitud de Patente: "TRANSDUCTOR DE
PRESION DIFERENCIAL A FIBRA OPTICA"
Solicitante : PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS
Clase : F15B 005/000

1. Yo, Emilio FERRERO, obrando como apoderado del solicitante en el asunto antes identificado, me refiero al Oficio No. 1556 notificado por fijación en lista del 07 de febrero de 2008. Mediante memorial radicado el 6 de mayo de 2008 solicité un plazo de treinta (30) días para dar respuesta a este oficio.

2. Mediante el Oficio No. 1556 se puso en conocimiento del solicitante el informe del examen de fondo que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Atiendo a las observaciones de la siguiente manera:

3. De la solicitud de patente:

3.1 Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

Su Despacho enuncia lo siguiente:

"Algunos términos utilizados en el pliego reivindicatorio no son usuales y pueden prestarse para confusiones" y

"Las reivindicaciones 15 y 16, no especifican ninguna característica contenida en la reivindicación 5, tan solo repiten la materia ya dicha"

Con respecto a lo señalado por su Despacho mi representada desea señalar lo siguiente:

Con el fin de atender las anteriores observaciones y de acuerdo al artículo 34 de la Decisión 486, se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio como sustituto del anteriormente presentado.

En este nuevo capítulo reivindicatorio, se modificaron las reivindicaciones 1, 3, 5, 18, 25-27 y 30 sustituyendo el término vedar (vedación) por términos más precisos como sellar (sellamiento) y aislar (aislamiento). De la misma manera fue modificado el término "O-Ring" por empaque de sellamiento. Consecuentemente, estas mismas modificaciones se realizaron al capítulo descriptivo.

Adicionalmente, se eliminaron las reivindicaciones 15 y 16, de acuerdo con la sugerencia del Señor Examinador.

Por lo tanto, el nuevo capítulo reivindicatorio esta constituido por treinta y tres (33) reivindicaciones.

Así entonces, con las modificaciones realizadas al capítulo reivindicatorio, la materia reivindicada en la presente solicitud cumple con los requisitos de claridad exigidos en el artículo 30 de la decisión 486, y las objeciones formuladas a este respecto se deben tener por superadas.

4. Evaluación de los requisitos de patentabilidad:

Su Despacho concluye que el nivel inventivo de las reivindicaciones 1 a 31 de la presente solicitud de patente, se ven afectadas por los documentos D1 "DP FLOW SENSOR USING OPTICAL FIBRE BRAGG GRATING" y D2 "STRAIN AND TEMPERATURE SENSORS USING MULTIMODE OPTICAL FIBER BRAGG GRATINGS AND CORRELATION SIGNAL PROCESSING".

Su despacho enuncia lo siguiente:

"un transductor de presión diferencial a fibra óptica, para registrar la variación de presión producida cuando el fluido corre a través de un dispositivo tipo Venturi, utilizando una sola fibra óptica, se puede resolver combinando las características de los documentos citados dentro del estado de la técnica"

Con respecto a que los documentos D1 y D2 afectan el nivel inventivo de la presente solicitud, mi representada desea señalar lo siguiente:

La presente invención se relaciona con un sensor compuesto por una fibra monomodo. En la literatura se encuentra que estructuras enrejadas de fibras en una fibra de modo sencillo (SMF) han sido estudiadas extensivamente desde el descubrimiento de la fotosensibilidad en fibras de germanio dopadas con silicio. En efecto, estas han sido utilizadas en numerosas aplicaciones que van desde la longitud de onda selectiva de filtrado en sistemas de acceso múltiple por división en longitud de onda, hasta la medición de temperaturas y esfuerzos.

Igualmente, las rejillas Bragg de fibras multimodo (MMF) también han sido estudiadas. En particular, las rejillas de fibras multimodo se caracterizan por ofrecer flexibilidad adicional en diseños de redes y por sus características de funcionamiento en comparación con rejillas de fibras monomodo, ya que la respuesta a la reflectividad puede ser sintonizada por la periodicidad espacial, longitud, tamaño del núcleo, apertura numérica, y las características del modo de acoplamiento de la rejilla.

Así entonces, teniendo en cuenta la anterior información, dado que D1 se refiere a rejillas Bragg de fibras monomodo y D2 a fibras multimodo, a partir de la combinación de las características de los sensores divulgados en las referencias D1 y D2 citadas por su despacho, los cuales muestran diferentes mecanismos y estructuras, NO se puede obtener el concepto de la presente solicitud de patente con respecto al arreglo en serie de las redes Bragg y una medición más fácil de la presión (objeto de la presente solicitud). Por tanto, no se considera que para una persona versada en la materia correspondiente, esta invención pudiera resultar obvia o se derive de manera evidente de la combinación de los documentos referenciados en el estado de la técnica.

De modo que, se debe tener en cuenta que la combinación de los documentos D1 y D2, y los documentos por si solos no afectan el nivel inventivo de la presente invención por cuanto sus enseñanzas no llevarían a obtener el transductor de presión diferencial reivindicado en la presente solicitud.

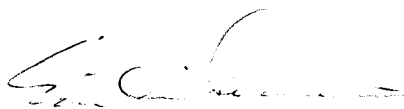
Por las anteriores razones, se debe tener por superada la objeción formulada por nivel inventivo.

Puesto que se han atendido a cabalidad las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente, respetuosamente solicito se continúe con su tramitación.

6. Anexos:

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 33 reivindicaciones.
- Nuevo capítulo descriptivo.
- Formulario para modificaciones.
- Recibo por concepto de modificaciones en solicitud pendiente.

Señora Jefe,



EMILIO FERRERO

T.P.A. No. 31.929

COLO-00795-801-026-1

MGM\MGM\ID-127800\WPCL0795

No. M-2008-127800\MGM

166



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

1	SOLICITUD DE: ☐ Corrección de Error Material ☒ Modificación a una solicitud	
2 SOLICITANTE	Nombre: PETROLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS Sociedad constituida y existente bajo las leyes de Brasil. Dirección: Av. República do Chile n° 65, Río de Janeiro, Brasil Domicilio: Río de Janeiro, Brasil Teléfono: 546 09 70 Fax: 249 40 70 E-mail: clientes@camyp.com	IDENTIFICACION C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Emilio FERRERO Dirección: Carrera 4ª No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 217 92 11 E-mail: cavelier@cavelier.com	IDENTIFICACION C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Número: <u>438.019</u> TP <u>31.929</u>
4	Número de expediente: <u>05.090.935</u>	
5	Descripción de la corrección o modificación solicitada: Presento nuevos capítulos descriptivo y reivindicatorio compuesto por 33 reivindicaciones con el fin de superar las objeciones hechas por Su Despacho a la presente solicitud de patente y pido que el examen de patentabilidad sea efectuado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas.	
6	Comprobante de pago No. <u>08-48,123</u> Fecha: <u>17 de junio de 2008</u>	
7	Anexos ☒ Comprobante de pago de la tasa por \$103.000, por concepto de modificaciones. ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.	
8	NOMBRE: EMILIO FERRERO FIRMA: C.C. 438.019 de Usaquén T.P.A. 31.929	

TRANSDUCTOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL A FIBRA ÓPTICA

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un transductor de presión diferencial de fibra óptica para utilización en un medidor de caudal (tipo Venturi) de producción o inyección de fluidos en el interior de los pozos de petróleo. El transductor de presión diferencial es a base de fibra óptica conteniendo por lo menos una red de Bragg.

FUNDAMENTOS DE LA INVENCION

Entre los numerosos tipos de medidores de caudal, el medidor de caudal a presión diferencial es uno de los más conocidos. Uno de los elementos que forman parte de este tipo de medidor es un dispositivo mediante el cual se produce un diferencial de presión (Venturi, placa de orificios, bocal); el otro elemento importante es el transductor de presión, encargado de registrar la variación de presión (pérdida de carga) producida cuando el fluido corre a través de un venturi.

La literatura de patentes presenta varios documentos sobre el asunto.

La patente US 4.899.046 muestra un sensor en el cual una cavidad sellada está formada de dos medias cavidades (20,22) con flanges que permiten que estén unidas. Las dos medias cavidades dan forma a las cámaras (26,28) que están separadas por un diafragma (24). La periferia del diafragma está vedada por la unión entre sus dos medias cavidades. Las tomas de presión (30, 32) para cada cámara permiten la comunicación del líquido con las cámaras, debiendo medirse su diferencia de presión. Un guía óptico (34) está adherido al diafragma de modo que las diferencias de presión se transmitan al mismo. La luz se envía por medio de una fuente (40) a un conversor optoelectrónico (42) acoplado a un circuito procesador de señales (44) y a un indicador (45).

se deforma bajo presión, la luz a través del guía se irá atenuando.

La publicación internacional W09944026 (US 6.563.970) muestra redes de Bragg para el sensoriamiento de temperatura y presión en pozos de petróleo. La novedad en esta invención es que los apoyos (5a, 5b) forman un cuerpo presurizado (7a, 7b) que convierte la presión circundante de un medio (11) en expansión o compresión longitudinal de la fibra del sensor de presión (3). El sensor (1) comprende una cámara aislada de presión, con la entrada de la fibra (16) lacrada por la fuerza de la propia presión. Una fibra detecta la presión y la temperatura. La fibra del sensor de temperatura (19) incluye una FBG (20). El cuerpo presurizado comprende un cilindro de presión (7a, 7b), cuya cavidad (9) cuenta con una abertura (118), y las superficies de la extremidad (8a, 8b) se conectan a los portadores de la fibra (6a, 6b). El primer apoyo (5a) es un cilindro (7a) que se expande por la presión interna; el segundo es un cilindro exterior (7b) aislado del medio circundante (11); ambos están presos a la pared del transductor (14) y encapsulados por el embalaje del mismo. Alternativamente, en una disposición similar, el cilindro exterior está comprimido por la presión externa. Se describen variaciones adicionales basadas en principios similares. Diversos transductores de diferentes longitudes de onda de Bragg se acoplan por fibras ópticas para una extensa franja de fuente de luz (40) a una unidad de detección. Esta incluye un multiplexador y un detector de longitud de onda conectado a la instrumentación electrónica. El cuerpo presurizado está lleno de aceite de silicona, y la cámara aislada de presión contiene gas a baja presión o al vacío. Según sus inventores, este sensor podría ser usado para medir presiones y temperaturas en pozos de petróleo arriba de 100 MPa (14500 psi) y hasta 170°C.

En el sensor descrito en la publicación internacional WO 0114843-A1, se emplean por lo menos dos redes de Bragg. En este sensor de presión, el uso de dos redes permite la

efectos sobre la longitud de onda de las FBG debido al contacto con gases, posiblemente H_2 . El elemento de transferencia de la presión convierte a la presión de un medio en una expansión o compresión longitudinal de por lo menos una sección de la fibra óptica conteniendo una red de Bragg. El sensor objeto de la invención se usa para medir altas presiones, es decir, en la región de 100 MPa (14500 psi), especialmente en pozos de petróleo o gas natural.

En la publicación internacional WO 0033048-A2 se propone un sensor de presión de fibra óptica utilizando redes de Bragg, también teniendo en mira aplicaciones en pozos. Se utiliza una fibra óptica con dos FBG. La sección de la fibra conteniendo una de las redes de Bragg se fija, a través de una cola a base de epoxi, a un detector de presión. La deformación elástica del detector se transmite para la FBG a lo largo de su línea central longitudinal, de modo que en la FBG se desarrollan restricciones mecánicas correspondientes a la deformación. La longitud de onda característica de la capacidad reflectora de la FBG se modifica de acuerdo con las restricciones mecánicas. Otra FBG se coloca en el detector de presión para registrar la temperatura ambiental. Según los autores, este sensor es adecuado para altas presiones, y puede ser utilizado para medir la presión en pozos, motores, cámaras de combustión y otros ambientes.

En la patente US 6.597.821 se muestra un sensor de presión diferencial que emplea un láser la fibra, e incluye una fuente de luz, fibras de alimentación, un láser a fibra formado de por lo menos dos reflectores en las extremidades, un detector y un analizador. El principio de medición se basa en el batimiento inducido por birrefringencia. La invención tiene como aplicación indicada por sus inventores la medición de presión en pozos de petróleo.

La literatura científica reporta un artículo de Lim, J., Yang, Q. P., Jones, B.E., y Jackson, P.R, "DP Flow using Optical Fiber Bragg Grating," Sensors and Actuators A, vol. 92, pp 102 - 108, 2001, donde se relata el desarrollo de un

presión diferencial emplea dos redes de Bragg en fibra óptica simple, que se montan en los dos lados del diafragma del sensor diferencial. La señal del caudal se obtiene por el cambio de las longitudes de onda de las dos FBG. El sensor fue probado con velocidades de flujo de $800 \text{ cm}^3/\text{s}$ con la temperatura variando entre 25°C y 75°C , con diferencial de presión máximo de $0,08 \text{ Mpa}$ (12 psi), producidos por una placa de orificio. También fue probado como un sistema de monitoreo para una válvula hidráulica, con velocidad del fluido superior a $6 \text{ cm}^3/\text{s}$ y a la presión de $0,7 \text{ MPa}$ (100 psi). La diferencia principal entre el transductor diferencial propuesto por los autores del artículo citado y el sensor propuesto en la presente invención es que, contrariamente al sensor relatado por Lim et al, que empleó FBG en serie con auxilio de un acoplador óptico, en el sensor de la Solicitante las redes de Bragg fijadas en lados opuestos del diafragma se posicionan en serie en una misma fibra óptica. Esta distribución en serie facilita la integración (y reduce pérdidas por inserción) con los demás sensores a red de Bragg del sistema de completación óptica inteligente desarrollado por la Solicitante.

Así, a pesar de los avances de la técnica, existe todavía necesidad de un transductor de presión diferencial a fibra óptica en el cual una presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi actúa directamente sobre la superficie de un diafragma, que es flexionado, siendo que la deformación producida por la acción de la presión en la superficie del diafragma se relaciona linealmente con la presión aplicada y transformada en deformación óptica usando una FBG montada en el centro del diafragma en el lado que está en tensión, mientras una segunda FBG montada en la superficie del diafragma que se encuentra en compresión se usa para medir la temperatura, efectuando una compensación para la temperatura, estando tal transductor de presión diferencial descrito y reivindicado en el presente pedido.

SUMARIO DE LA INVENCION

De un modo amplio, en una modalidad, la invención trata de un transductor de presión diferencial a fibra óptica conteniendo por lo menos una red de Bragg (FBG), destinado a medir un diferencial de presión en un ducto recorrido por un fluido, comprendiendo el referido transductor:

a) Un cuerpo principal, dotado de:

- i) un orificio abierto;
- ii) de modo simétrico al referido orificio, un rebaje o bisel, conteniendo en el medio un diafragma para fijar por lo menos una FBG, estando dicho cuerpo conectado a

b) una tapa, dotada de rebaje con extremos coincidentes y de la misma dimensión que el orificio abierto y el rebaje del cuerpo, y de surco para alojar sello mecánico para el aislamiento de la parte superior del transductor y también para comunicar el referido orificio abierto a una de las superficies del diafragma sometidas a la acción de la presión, estando la otra superficie del diafragma en contacto con otra toma de presión, estando el cuerpo y la tapa montados y fijados a un mandril con auxilio de dispositivos de fijación a través de orificios, y donde la fibra óptica conteniendo por lo menos una FBG recorre orificios en el cuerpo del transductor de tal forma que la referida FBG se encuentre exactamente sobre las superficies del diafragma, siendo que el trayecto de la fibra comprende el ingreso por un orificio en una de las laterales del cuerpo del transductor, el pasaje a través del diafragma, seguir hasta el orificio abierto, circundar el referido orificio en una espiral hecha en las paredes del cuerpo; y volver a entrar en dirección a la otra superficie del diafragma y finalmente salir, para ser conectada a otro transductor o al sistema de

Así, la invención prevé un transductor de presión diferencial para medir una caída de presión en un ducto, conteniendo el transductor redes de Bragg adheridas en lados opuestos de un diafragma, que constituyen parte integrante del cuerpo del transductor, posicionadas en serie en una misma fibra óptica.

La invención brinda también un transductor de presión diferencial para medir una caída de presión en un ducto, donde la diferencia de presión actúa directamente sobre la superficie de un diafragma, que se flexiona entonces, relacionándose linealmente la deformación producida con la presión aplicada y transformada en deformación óptica usando la FBG montada en el centro del diafragma en una de sus superficies, en el lado que está en tensión.

La invención suministra incluso un transductor de presión diferencial para medir una caída de presión en un ducto con posibilidad de ser usado como transductor de temperatura usando una segunda FBG, con longitud de onda diferente de la primera, colocada en la otra superficie del diafragma, que se encuentra en compresión, de modo de establecer una compensación para la temperatura.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DISEÑOS

La FIGURA 1 adjunta ilustra el transductor de presión diferencial de la invención y la disposición del mismo junto a un ducto donde se efectúa un diferencial de presión ΔP . Las FIGURAS 1A hasta 1C ilustran valores decrecientes del valor de ΔP .

La FIGURA 2 adjunta ilustra el diafragma del transductor de presión diferencial que será deformado por acción del ΔP en el flujo de un fluido que circula por un ducto.

La FIGURA 3A adjunta ilustra un panorama en perspectiva del cuerpo del transductor con un rebaje conteniendo el diafragma y un orificio abierto.

La FIGURA 3B es un corte A-A del cuerpo del transductor mostrando el trayecto de la fibra óptica en el interior de dicho cuerpo. La FIGURA 3C es un corte 8-8 del mismo cuerpo, mostrando el pasaje de la fibra óptica en el cuerpo del transductor. La FIGURA 3D es un corte C-C mostrando otra parte del pasaje de la fibra óptica en el cuerpo del transductor.

La FIGURA 4A adjunta ilustra una vista en perspectiva de la tapa del transductor óptico (100) de la invención, con canal para sello mecánico y encajes para dispositivos de fijación al cuerpo del transductor. La FIGURA 4B es un corte B-B de la misma tapa.

La FIGURA 5 ilustra el esquema de montaje de la fibra óptica en el transductor (100).

La FIGURA 6A adjunta ilustra un corte del sello mecánico flexible y la FIGURA 6B adjunta ilustra un esquema del transductor de presión diferencial (200).

La FIGURA 7 adjunta ilustra un modelo mecánico del sello mecánico, y la rigidez de dos elementos elásticos están representados por resortes.

La FIGURA 8A adjunta ilustra una vista inferior del cuerpo del transductor (200). La FIGURA 8B ilustra un corte B-B a través de la cámara C2 del cuerpo del transductor (200). La FIGURA 8C es un detalle de la FIGURA 8B. La FIGURA 8D ilustra un corte C-C a través de la cámara C1 del cuerpo del transductor (200). La FIGURA 8E ilustra un corte A-A longitudinal pasando por las cámaras C1 y C2.

La FIGURA 9A adjunta ilustra una vista inferior de la tapa del transductor (200). La FIGURA 9B adjunta ilustra un corte longitudinal A-A de la tapa superior. La FIGURA 9C adjunta ilustra una vista en perspectiva de la tapa superior del transductor (200). La FIGURA 9D adjunta ilustra una vista superior de la tapa inferior con los orificios para las tomas de presión. La FIGURA 9E ilustra una vista en perspectiva de la tapa inferior, mostrando los orificios para las tomas de presión, los orificios para instalación en un mandril y los

La FIGURA 10A adjunta ilustra una vista abierta o cortada de las partes del transductor (200) con la tapa superior, cuerpo, sellos mecánicos y tapa inferior. La FIGURA 10B ilustra una vista en perspectiva del transductor (200) montado.

La FIGURA 10C es un corte longitudinal de la vista en perspectiva del transductor (200) montado.

La FIGURA 11A adjunta ilustra el cuerpo del transductor (200) mostrando el trayecto de la fibra óptica.

La FIGURA 11B muestra a perspectiva inferior del cuerpo encajado en la tapa superior exhibiendo la salida de las redes por la tapa superior.

La FIGURA 12 adjunta ilustra un corte de una microválvula de alivio, comercial.

La FIGURA 13A adjunta ilustra una vista superior del transductor (300) de la invención. La FIGURA 13B ilustra una vista inferior, con el trayecto de la fibra óptica.

La FIGURA 14 muestra en panorama abierto el conjunto del transductor (300), con tapa superior, cuerpo y tapa inferior.

La FIGURA 15A adjunta ilustra el cuerpo del transductor (300) con las microválvulas.

La FIGURA 16A adjunta ilustra una vista superior del cuerpo del transductor (300). La FIGURA 16B es una vista frontal del mismo cuerpo. La FIGURA 16C es el corte A-A en la FIGURA 16B pasando por el alojamiento de una de las microválvulas. La FIGURA 16D es un corte C-C en la FIGURA 16B pasando por los alojamientos de las dos microválvulas.

La FIGURA 16E es un corte B-B de la FIGURA 16A pasando por el centro de las cámaras C1 y C2. La FIGURA 16F es un detalle de la pared interna del canal del sello mecánico y el adosamiento en dicha pared, relativo a la Figura 16E. La FIGURA 16G es un detalle del rayo de adosamiento del diafragma en el engarce, relativo a la Figura 16E.

La FIGURA 17 A adjunta es una vista superior del cuerpo del transductor (400) de la invención. La FIGURA 17B es un corte transversal del cuerpo, pasando por el diafragma. La

FIGURA 17C es un corte del tornillo de fijación de la anilla de sellamiento.

La FIGURA 17D es una vista de la tapa inferior del transductor (400).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS.

De acuerdo con una modalidad, la invención comprende, pues, un transductor de presión diferencial a fibra óptica conteniendo por lo menos una red de Bragg, destinado a medir un diferencial de presión en un ducto recorrido por un fluido, comprendiendo el referido transductor:

a) un cuerpo principal, dotado de:

- un orificio abierto;
- de modo simétrico al referido orificio, un rebaje, dotado en el medio de un diafragma para fijar por lo menos una FBG, el referido cuerpo estando conectado a:

b) una tapa, dotada de rebaje con extremos coincidentes y de la misma dimensión que el orificio abierto y el rebaje del cuerpo, y de un surco para abrigar sello mecánico de aislamiento de la parte superior del transductor y también para comunicar el referido orificio abierto a una de las superficies del diafragma sometida a la acción de la presión, estando la otra superficie del diafragma en contacto con otra toma de presión, montándose y fijándose el cuerpo y la tapa a un mandril con auxilio de dispositivos de fijación a través de orificios, y donde:

La fibra óptica conteniendo por lo menos una FBG recorre orificios en el cuerpo del transductor de tal forma que la referida FBG se encuentre exactamente sobre las superficies del diafragma, siendo que el trayecto de la fibra incluye el ingreso por un orificio en una de las laterales del cuerpo del transductor, pasando a través del diafragma, siguiendo hasta el orificio abierto, rodeando el referido orificio en

una espiral hecha en las paredes del cuerpo; y volver a entrar en dirección a la otra superficie del diafragma y finalmente salir, para conectarse a otro transductor o al sistema de medición.

Se fija el diafragma de cualquier modo conocido, por ejemplo, por colado, a por lo menos una red de Bragg.

De manera ventajosa, la geometría y la forma de medición de la presión en el transductor (100, 200, 300, 400) permite que sea utilizado indistintamente en cualquier dirección del flujo.

También en el modo usual, la fibra óptica conteniendo FBG se conecta a un conector óptico para que conduzca la luz hasta la FBG y enseguida hasta un wavemeter (Medidor de Espectro Óptico) o OSA (Optical Spectrum Analyser). El sistema se completa con un acoplador óptico para hacer las conexiones ópticas entre la fuente de luz, el elemento sensor y el wavemeter o OSA.

El intervalo de presión de trabajo del transductor de la invención está entre 0,1 y 1 MPa.

El transductor óptico de la invención utiliza la tecnología de fibra óptica conteniendo redes de Bragg (FBG).

Las redes de Bragg se proyectan de manera que exista una modulación periódica en el índice de refracción del núcleo de la fibra óptica a lo largo de la longitud de esta fibra. La red refleja una faja de longitudes de donde cuyo valor en el pico del espectro, λ_B , corresponde a cerca de tres veces el valor del período espacial Λ de la modulación de índice, de acuerdo con: $\lambda_B = 2n \Lambda$, siendo $n \approx 1,5$ el índice de refracción del núcleo de la fibra óptica.

El comportamiento de las Redes de Bragg es semejante al de un sistema de filtro resonante, o sea, las longitudes de donde que satisfacen a la condición de resonancia se ven afectadas mientras que los demás son ignorados.

Las redes de Bragg útiles para las finalidades de la invención comprenden las redes preparadas previamente a la instalación en el transductor de presión diferencial.

La construcción de la red de Bragg se efectúa exponiendo localmente el núcleo de la fibra óptica a un parámetro de interferencia de dos rayos de luz ultravioleta donde la orientación con relación al eje longitudinal de la fibra óptica es tal que para la red, los máximos y mínimos del parámetro de interferencia se extienden a lo largo de una pequeña parte de la fibra en direcciones normales al eje longitudinal y que la periodicidad es aquella deseada para la red.

El sensor está compuesto por una fibra óptica mono modo usualmente para la longitud de onda en la banda de 1300nm a 1550nm conteniendo la FBG grabada en el núcleo de la misma en cualquier posición a lo largo de la fibra. La FBG acoplada mecánicamente al transductor se interroga utilizando un sistema óptico compuesto por una fuente de luz - que puede ser un láser de banda ancha (C1 +C2), o sintonizable en longitud de onda o una fuente de luz con banda ancha de emisión, como un LED o una fuente ASE - acoplada al núcleo de la fibra, y un sistema de medida de la variación de la longitud de onda de Bragg que puede estar compuesto de un analizador de espectro o por un sistema de medida de la longitud de onda, o por variación de la intensidad (convolución de la señal proveniente de la FBG con la del filtro fijo de la misma longitud de onda en la superficie).

La medida de la señal puede realizarse en transmisión o en reflexión. Para aplicaciones en fondo de pozo o en cualesquiera equipamientos de difícil acceso, las medidas se realizan en reflexión.

A partir de la medición de la longitud de onda de Bragg de la red, se recupera el valor de la medida en cuestión a través de una curva de calibración que debe ser levantada previamente en laboratorio antes de la instalación del sensor

Una modalidad de la invención prevé el uso de dos redes de Bragg en la misma fibra óptica. Las redes son escritas con longitudes de onda diferentes. Las dos FBG se colocan en las superficies del diafragma en contrafase, dando como consecuencia que una FBG irá a trabajar a tracción y la otra, a compresión. Esto permite que el transductor sea autocompensado con relación a los efectos de la temperatura, es decir, debido a las dos FBGs colocadas prácticamente en el mismo punto, el gradiente de temperatura será nulo pues el espesor del diafragma es pequeño. El sistema de medición registra la diferencia entre las longitudes de onda de las FBGs ($\Delta\lambda$). Para una variación en la temperatura, los picos sufren un desplazamiento en su longitud de onda, aumentando o disminuyendo conforme aumento o disminuya, respectivamente, la temperatura, mas como se trata del mismo material, dicho $\Delta\lambda$ permanece constante para una determinada presión. Esta configuración se utiliza en las modalidades (100, 200 Y 300) del transductor óptico de la invención.

Alternativamente, por lo menos dos redes, y preferentemente tres, se posicionan en la misma cara del diafragma. En este caso, las parcelas de los desplazamientos espectrales de las dos FBG, $\Delta\lambda_B$, producidas por variaciones de temperatura, serían también idénticas. Las parcelas de $\Delta\lambda_B$ relacionadas con la deflexión del diafragma serían, no obstante, diferentes, permitiendo también en este caso relacionar variaciones de presión con variaciones en la diferencia espectral entre los picos de las señales reflejadas por las dos redes. Esta alternativa se utiliza en la modalidad (400) del transductor óptico de la invención.

Durante los procedimientos de calibrado no se observa la presencia de histéresis.

La invención será descrita a seguir por referencia a las Figuras adjuntas.

Las Figuras 1A, 1B y 1C ilustran la disposición del transductor (100) de presión diferencial a fibra óptica en un ducto (1) por donde se desplaza un fluido como petróleo. Es

evidente que cualquiera de las modalidades (100, 200, 300, 400) del transductor de la invención puede ser utilizada para medir la presión diferencial en un Venturi instalado en el interior de un pozo de petróleo.

El principio de funcionamiento del transductor de la invención tiene por base producir una pérdida de carga localizada en el flujo mediante un dispositivo (Venturi), obteniéndose de esa forma un aumento de presión en la restricción del Venturi. El valor del ΔP obtenido dependerá del tamaño de la restricción utilizada, como se puede ver en la secuencia de Figuras 1A, 1B y 1C. En la FIGURA 1A ΔP tendrá valor mayor que en la FIGURA 1B, y a su vez éste será mayor que el valor de la FIGURA 1 C. Mayor ΔP significa mayores pérdidas de carga.

La FIGURA 2 es un esquema del diafragma (2) utilizado en las modalidades del transductor de la invención, estando el referido diafragma (2) sometido a una presión P_1 en uno de los lados ya una presión P_2 en el otro lado, creando un ΔP . La deflexión provocada en el diafragma (2) por la resultante de P_1 y P_2 se indica como δ Deflexión. En transductores comerciales, el valor de ΔP está en torno de 0,001 MPa (0,15 psi). Así, se efectúan cálculos para determinar espesor y diámetro para garantizar que el diafragma (2) soporte las presiones sin sufrir deformaciones permanentes y obviamente no alcance una condición extrema tal como la ruptura.

El material de que serán contruidos el transductor (100) y el diafragma (2) es cualquier material que sea suficientemente resistente para atender a las condiciones de operación en pozos de petróleo.

La FIGURA 3 se refiere al cuerpo principal del transductor (100) de presión diferencial a fibra óptica. La FIGURA 3A es una vista en perspectiva del cuerpo principal (110) con un orificio abierto (113) y un rebaje (112) de ambos lados del referido cuerpo (110). Se proveen pasajes u orificios (111 a, 111 b) desde la lateral del cuerpo (110) hasta el orificio abierto (113), tangenciando las superficies del diafragma (2).

para introducir la fibra óptica (no representada) y colocar en posición las redes de Bragg en las regiones centrales de dichas superficies. Se coloca en posición un canal (114) en espiral en el orificio abierto (113) para comunicar los orificios (111 a, 111 b) permitiendo la protección y pasaje de la fibra óptica (no representada) de una superficie para otra del diafragma (2). Se suministran orificios (120) en los cuatro bordes del cuerpo (110) para montaje del transductor (100) y fijación en un mandril de un ducto, como una columna de producción y/o inyección.

En el transductor (100) el diafragma (2) está colocado paralelo al cuerpo (110).

La FIGURA 3B es un corte A-A longitudinal del cuerpo (110) pasando por el diafragma (2) y por el orificio abierto (113) mostrando pasajes u orificios (111a, 111b) para la fibra óptica (no representada), el diafragma (2) y la mitad del canal (114) en espiral.

La FIGURA 3C es un corte B-B transversal del cuerpo (110) pasando por el diafragma (2) con la sección transversal de los orificios (111 a, 111 b) para la fibra óptica (no representada).

La FIGURA 3D es un corte C-C transversal del cuerpo (110) pasando por el orificio abierto (113) mostrando el canal (114) en espiral con la sección transversal de los orificios (111 a, 111 b).

La FIGURA 4A es una vista en perspectiva de la tapa (115) que se conecta al cuerpo (110) para formar el transductor (100). La tapa (115) está dotada de canal (116) para abrigar un empaque de sellamiento y un rebaje (117) mientras que los extremos del referido rebaje son coincidentes y de la misma dimensión que el orificio abierto (113) y el rebaje (112). Los orificios (120) son como en la FIGURA 3A.

La FIGURA 4B es un corte B-B longitudinal de la tapa (115) mostrando el canal (116) para el empaque de sellamiento y el rebaje (117).

La geometría de la tapa (115) es tal que no solamente sella la parte superior del transductor (100), sino que también comunica el orificio abierto (113) del cuerpo (110) a una de las superficies del diafragma (2) donde la presión actúa, pues la otra superficie del diafragma (2) ya se encuentra en contacto con la otra toma de presión.

La conexión cuerpo (110)/tapa (115) del transductor (100) se completa por orificios (120) para inserción de dispositivos de fijación (no representados) que traspasan los cuatro bordes del cuerpo (110) y de la tapa (115).

La FIGURA 5 ilustra como se idealizó el montaje de las redes de Bragg (FBG) en el transductor (100): la fibra óptica (118) conteniendo las FBG (118a, 118b) ingresa por uno de los orificios (111a o 111b) hechos en el cuerpo (110) de tal forma que una FBG se coloca en la región central de una de las superficies del diafragma (2). La fibra óptica (118) continúa hasta llegar al orificio abierto (113) circundando este orificio a través del canal en espiral (114) hasta llegar al otro orificio (111b o 111a) para después llegar hasta la otra superficie del diafragma (2) posicionando a la segunda FBG en la región central de dicha superficie. Seguidamente la fibra óptica (118) continúa en el interior del referido orificio (111a o 111b) hasta dejar el cuerpo (110) para conectarse a otro dispositivo de la misma tecnología o a un sistema de medición.

El transductor (100) se prueba con relación a aislamiento, medición de presión y compensación con relación a los efectos de temperatura, pasando en todas las pruebas. En el calibrado del transductor (100) se establece una relación directamente proporcional entre ΔP y $\Delta \lambda$. Para las condiciones de medición empleadas, no se constata histéresis. El transductor (100) puede ser usado como un equipamiento único, es decir, en el modo monopunto o en el modo multipunto, siendo entonces instalado en serie, desde que esto sea compatible con las técnicas de sensoriamiento empleadas. La configuración del referido transductor,

pluralidad de tales transductores (100) con una fibra óptica conteniendo redes de Bragg (118a, 118b) fijadas a un diafragma (2) se conecten en serie por la fibra óptica (118) en común para medir puntos múltiples de presión diferencial en el modo de sensores distribuidos. Se pueden utilizar cualesquiera técnicas de multiplexación para distinguir la señal de un sensor de la señal de otro sensor, tales como multiplexación por división de longitud de onda (WDM) o multiplexación por división de tiempo (TDM) u otras técnicas de multiplexación. En ese caso, la red (118a/118b) en cada sensor posee una longitud de onda de reflexión diferente.

Una segunda modalidad de la invención es un transductor (200) donde la fibra óptica contiene redes de Bragg para medición de presión diferencial, y donde el diafragma (2) es aislado del fluido de proceso a través de un sello mecánico (201).

En la instalación del transductor de presión diferencial en el medidor de caudal de fondo de pozo el fluido de proceso es agua o petróleo, que puede incluso contener gas, agua y partículas de arena. El diafragma (2) debe ser aislado para que su espesor, de décimos de milímetro, no sufra erosión o ataque químico, reduciendo la vida útil del transductor. Además de ello, en el caso de que las redes de Bragg estén adheridas a las caras del diafragma (2), el adhesivo no puede ser degradado por el fluido de relleno del sello mecánico. El fluido inerte escogido para el relleno del sello mecánico es el aceite de silicona, sin limitarse a éste.

En la FIGURA 6A se presenta el diseño del sello mecánico (201) que fue proyectado. El sello consiste básicamente de un anillo de aislamiento (empaquete de sellamiento) (202) y una membrana (203) en una pieza única.

En la FIGURA 6B se muestra de forma esquemática la sección del transductor de presión (200) donde se encuentran los sellos mecánicos (201) flexibles en la posición de trabajo. La FIGURA 6B ilustra el cuerpo del transductor (200) con las cámaras C1 y C2 y las presiones P1 y P2 actuando en el sello (201). La cámara C1 está formada por el

volumen del rebaje (237) realizado en la superficie inferior (231) (Figura 8A) del cuerpo (230) del transductor (200) y la superficie del diafragma (2). La cámara C2 está conformada por los volúmenes correspondientes al rebaje (238) en la superficie inferior (231) (Figura 8A) del cuerpo (230) del transductor, el orificio (233), el canal (243) en la superficie superior (241) (Figura 11) Y el rebaje (239) realizado en la superficie superior (241) del cuerpo (230) del transductor y la superficie opuesta del diafragma (2). Ambos volúmenes de las cámaras C1 y C2 son iguales, y por ello la presencia del pivote (221) dentro del rebaje (239) en la superficie superior (241) del cuerpo (230) del transductor (200).

La FIGURA 7 representa el modelo mecánico simplificado del sello mecánico, donde la rigidez de los elementos elásticos está representada por resortes o piezas elásticas. La rigidez de la cámara conteniendo el aceite de silicona es inversamente proporcional a la compresibilidad del líquido y a su volumen. Los dos sellos mecánicos (201) flexibles son idénticos de modo que los resortes (201') que representan dichos sellos poseen la misma rigidez. Se observa, por consiguiente, que si la rigidez de los dos resortes que representan las cámaras C1 y C2 fuesen diferentes, cuando las presiones P1 y P2 sean iguales y la presión diferencial fuese nula, el esfuerzo de flexión sobre el diafragma del transductor (200) será diferente de cero. Así, La FIGURA 7 justifica el hecho de que las dos cámaras C1 y C2 deban poseer el mismo volumen.

Las Figuras 8A hasta 8E y Figuras 9A hasta 9E ilustran vistas y cortes de la modalidad (200) del transductor de la invención.

En el transductor (200) el diafragma (2) está colocado paralelo al cuerpo (230).

La modalidad (200) del transductor de la invención comprende:

a) tapa superior (220), dotada de pivote (221) destinado a ecualizar el volumen de las cámaras C1 y C2, y canal (222) para empaque de sellamiento;

b) cuerpo (230), que comprende:

- cara inferior (231) conteniendo una primera cámara C1 entera, y parte de una segunda cámara C2, alojamientos (232) para los sellos mecánicos (201) y orificio de comunicación (233) entre las caras superior (no representada) e inferior (231) correspondientes a la segunda cámara C2;
- cara superior (241) que comprende el orificio (233) de comunicación entre el canal (243) y la cara superior del diafragma (2) opuesto a la primera cámara C1, o el referido orificio (233), el canal (243) y cara superior formando parte de la referida segunda cámara C2;

y donde la región central del referido cuerpo (230) está dotada de dos orificios pasantes (234, 235) longitudinales, situados verticalmente uno con relación al otro, estando destinados dichos orificios (234, 235) a la inserción de la fibra óptica (118) conteniendo redes de Bragg (118a, 118b) para posicionar a las referidas redes en cada una de las superficies del diafragma (2);

- canal (236) en la cara longitudinal del cuerpo (230) destinado a contener/proteger la fibra óptica (118) en el pasaje de la misma de una cara lateral para la otra cara lateral del referido cuerpo (230);

c) tapa inferior (250) presentando dos orificios (251a, 251b) para tomas de presión;

d) sellos mecánicos (201) flexibles para transmitir la presión hasta las superficies del diafragma (2), estando los sellos (201) colocados en los respectivos alojamientos (232) en la cara inferior (231) del

tapa inferior (250) para hacer el asilamiento de las cámaras C1 y C2.

El cuerpo (230) está también dotado de orificios (271) para dispositivos de fijación en mandril y (272) para montaje del transductor (200).

El orificio pasante (234) presenta una inclinación de 7° con relación al eje longitudinal a partir de la extremidad del diafragma (2).

La FIGURA 8A es una vista de la cara inferior (231) del cuerpo (230) del transductor (200).

La FIGURA 8B es un corte B-B transversal del referido cuerpo (230) pasando por la cámara C2. En esta FIGURA se puede ver la sección transversal del orificio (234) presentando inclinación de 7° . El orificio (235) también está representado, así como el alojamiento (232) del sello (201) y el orificio de comunicación (233) entre la cara superior (241) del cuerpo (230) y la cámara C2 que se encuentra en la superficie inferior (231) (Figura 8A) del referido cuerpo. Puede apreciarse también el canal longitudinal (236) para pasaje de la fibra óptica por la lateral del cuerpo (230).

La FIGURA 8C es un detalle (D) de la FIGURA 8B mostrando el rebaje y adosamiento en la pared inferior del alojamiento (232) del sello mecánico (201) para evitar el cizallamiento del sello mecánico (201).

La FIGURA 8D es un corte transversal C-C pasando por el diafragma (2) mostrando el canal (243) que junto con el orificio (233) comunica la parte de la cámara C2 en la cara inferior (231) del cuerpo (230) con la otra parte de la cámara C2 situada en la cara superior del diafragma (2). También aparecen representados: los orificios (234, 235) paralelos, es decir, el orificio (234) no presenta desvío de 7° , la sección entera de la cámara C1 y parte de la cámara C2, el canal longitudinal (236) y el alojamiento (232) del sello mecánico (201).

La FIGURA 8E es un corte longitudinal A-A pasando por las dos cámaras C1 y C2, con el orificio (234), el orificio

(235), cámara C1 y cámara C2, los alojamientos (232) de los sellos mecánicos (201), el canal (243) y el diafragma (2).

La FIGURA 9A muestra una vista inferior de la tapa superior (220) del transductor (200), con el pivote (221) y ranura (223) para facilitar el paso de la fibra (118).

La FIGURA 9B es un corte longitudinal de la tapa superior (220) del transductor (200) con pivote (221) y canal (222) para empaque de sellamiento.

La FIGURA 9C ilustra una vista en perspectiva de la tapa superior (220), mostrando la ranura (223) para entrada y/o salida de la fibra óptica (118), los orificios (272) para dispositivos de fijación en un mandril de un pozo y los orificios (271) para dispositivos de fijación para montaje del transductor (200).

La FIGURA 9D es una vista superior de la tapa inferior (250) con los orificios (251a, 251b) para las tomas de presión.

La FIGURA 9E ilustra una vista en perspectiva de la tapa inferior, mostrando los orificios (251a, 251b) para las tomas de presión, los orificios (272) para instalación en un mandril y los orificios (271) para montaje del transductor (200).

La FIGURA 10A ilustra una vista en corte o abierta del transductor (200) con la tapa superior (220), cuerpo (230), sellos (201) y tapa inferior (250).

La FIGURA 10B ilustra una vista de conjunto del transductor (200) en el modo cerrado.

La FIGURA 10C ilustra un corte longitudinal mostrando las cámaras C1 y C2, orificios de paso (234, 235) para pasaje de la fibra óptica (118) y alojamientos (232) para los sellos mecánicos (201). También representados aparecen el pivote (221), y canal (222) de empaque de sellamiento.

La FIGURA 11A muestra la cara superior (241) del cuerpo (230) con una cámara C2, diafragma (2), canal (243) y el trayecto del pasaje de la fibra óptica (118) por los orificios (234, 235) así como el canal longitudinal (236) en la parte lateral

La FIGURA 11B muestra el cuerpo (230) alojado en la tapa superior (220) dotada de ranura (223) para facilitar el paso de la fibra óptica (118).

Incluso otra modalidad de la invención es un transductor de presión diferencial (300) conteniendo redes de Bragg en la fibra óptica. El transductor (300) está dotado de dos microválvulas del tipo ilustrado en la FIGURA 12, para efectuar reducción de presión cuando ésta supera un cierto valor que pueda llegar a deformar el diafragma (2). La protección contra sobrepresión diferencial es útil cuando se taponan u obstruye una de las tomas de presión del mandril donde se encuentra colocado el Venturi o durante una intervención.

La FIGURA 12 ilustra la microválvula de alivio, comercial, modelo PRFA 1875 100L Y PRRA 1875 100L, (Lee Company) que opera de modo que cuando la presión en una de las cámaras C1/C2 del transductor (300) supera un valor especificado (por arriba del cual se producirá deformación permanente o plástica del diafragma (2)), el sistema, compuesto de una esfera metálica (E) y un resorte calibrado (M) se desplaza de modo de permitir el pasaje de fluido a través de un filtro (F) para así reducir la presión.

En el transductor (300) el diafragma (2) está ubicado de modo transversal con relación al cuerpo (360).

El transductor de presión diferencial (300) comprende:

a) tapa superior (370), en forma de caja rectangular, dotada de un espacio abierto (371) para encaje con la parte superior de un cuerpo (360) y una hendidura (372) en la parte central de las laterales destinada al pasaje de la fibra óptica (118) entrando o saliendo del cuerpo (360);

b) cuerpo (360), donde:

i) la parte superior del mismo está dotada de dos rebajes longitudinales (361) para adaptación de la tapa superior (370) en el referido cuerpo (360) y de un rebaje transversal (362) en forma semicircular;

- ii) la parte inferior del mismo está dotada de rebajes (366) para acomodación de los sellos mecánicos (201) Y canales (365) de aislamiento para dichos sellos mecánicos;
 - iii) La parte interna del mismo está dotada de cámaras de presión C1 y C2 separadas por el diafragma (2), alojamientos (364) para microválvulas y canales de comunicación (368a,368b) entre los alojamientos (364) y las cámaras de presión C1 y C2 y donde los orificios (369a,369b) hacen la comunicación entre cada cámara de presión C1, C2 con el respectivo sello mecánico (201); y
- c) tapa inferior (375), dotada de orificios (376a, 376b) para toma de presión.

Las figuras 13A y 13B ilustran el trayecto de la fibra óptica (118) en el cuerpo (360) del transductor (300). La fibra (118) entra por uno de los orificios (363a/363b) en dirección a una de las superficies del diafragma (2), la red de Bragg está posicionada en el centro de una de las superficies del referido diafragma, y continúa el trayecto hasta salir por el lado opuesto de donde entró. La fibra (118) da la vuelta al cuerpo (360), por cualquier lado y entra nuevamente en el cuerpo (360) por el orificio (363a/363b) libre, posicionando a la red de Bragg contenida en la fibra (118) en la otra superficie del diafragma (2). La fibra (118) sale del cuerpo (360) para conexión con un cabo óptico (no representado) u otro transductor del mismo tipo de tecnología.

La FIGURA 14 es una vista de conjunto del transductor (300) con la tapa superior (370), cuerpo (360) y fibra óptica (118) y tapa inferior (375). La tapa superior (370), en forma de caja rectangular, está dotada de un espacio abierto (371) para encaje con la parte superior del cuerpo (360) y una hendidura (372) en la parte central de las laterales

saliendo del cuerpo (360). Los orificios (373) para dispositivos de fijación (no representados) se destinan a fijar el transductor (300) al mandril. Los orificios (374) para dispositivos de fijación (no representados) se destinan a montar el cuerpo (360) y las tapas superior (370) e inferior (375) del transductor. La tapa inferior (375) está dotada de orificios (376a, 376b) para toma de presión.

La FIGURA 15 ilustra en vista expuesta el cuerpo (360) con microválvulas, tapón (320) de aislamiento de las microválvulas, tapón (310) de aislamiento de las cámaras de presión C1 y C2 y tapón (330) de aislamiento del canal de comunicación entre las microválvulas y las cámaras de presión C1 y C2.

La FIGURA 16A ilustra el cuerpo (360) del transductor (300) dotado de alojamiento (364) para microválvula de alivio para ecualización de presión en las cámaras de presión C1 y C2.

El cuerpo (360) está dotado de dos microválvulas de alivio colocadas en cada una de las cámaras (C1 y C2) y la finalidad de estas microválvulas consiste en ecualizar la presión en el transductor cuando por algún motivo la presión en una de las cámaras supere el valor que fue calculado, protegiendo de esta forma la integridad del diafragma (2) evitándose el rompimiento de la fibra óptica, garantizando la continuidad del sistema completo.

Debe notarse que el cuerpo (360) es una única pieza, sin ninguna unión o junción, donde el diafragma (2) está industrializado en el propio cuerpo.

La parte superior del cuerpo (360) presenta dos rebajes longitudinales (361) (Figura 13A) destinados a la adaptación de la tapa superior (370) en el cuerpo (360) de modo que el transductor (300) pueda ser montado sin problemas en el mandril (no representado) de una columna de producción y/o inyección fabricada del menor diámetro (2"7/8).

El cuerpo (360) está igualmente dotado de un rebaje transversal (362) en forma de semicírculo, lo que permite un

pérdidas de inserción de la misma a la entrada y salida de la fibra óptica (118) por los orificios (363a, 363b) que conducen la fibra óptica (118) conteniendo redes de Bragg hasta las superficies del diafragma (2) donde se fijan dichas redes. Las redes de Bragg se fijan en la parte central de cada superficie del diafragma (2).

La parte inferior del cuerpo (360) está dotada de rebajes (366) para acomodación de los sellos mecánicos (201) y canales (365) de aislamiento para dichos sellos mecánicos (Figura 16E).

La FIGURA 16B ilustra una vista frontal del cuerpo (360) con el rebaje (361), el diafragma (2) y el alojamiento (364) de la microválvula (no representada).

La FIGURA 16C es un corte A-A de la FIGURA 16A. En esta FIGURA están representados el alojamiento (367b) para el tapón (320) de aislamiento del alojamiento (364) de las microválvulas, alojamiento (367d) del dispositivo de fijación de las microválvulas y alojamiento (364) de las microválvulas. También consta representada la sección de los orificios (363a, 363b) para pasaje de la fibra (118).

La FIGURA 16D es un corte C-C de la FIGURA 16B, con el alojamiento (367a) del tapón (310) de aislamiento de las cámaras de presión C1 e C2 y las propias cámaras de presión C1 y C2 separadas por el diafragma (2). Las cámaras C1 y C2 son simétricas con relación al diafragma (2). Aún pueden ser vistos el alojamiento (367b) para el tapón (320) de aislamiento del alojamiento (364) de las microválvulas (no representadas), alojamiento (367d) del dispositivo de fijación de las microválvulas y alojamiento (364) de las microválvulas. También está representado el alojamiento (367c) del tapón (330) de aislamiento de los canales de comunicación (368a, 368b) entre los alojamientos (364) de las microválvulas y las cámaras de presión C1 e C2. Sendos orificios (369a, 369b) hacen la comunicación entre cada cámara C1, C2 con el respectivo sello mecánico (201). Los dispositivos (373) sirven para fijación al mandril y (374)

La FIGURA 16E es un corte B-B de la FIGURA 16A. En esta FIGURA se puede observar la simetría de las cámaras de presión C1 y C2 con relación al diafragma (2), alojamiento (367a) del tapón (310) de aislamiento de las cámaras de presión C1 y C2, orificios (363a, 363b) para pasaje de la fibra óptica (118) llevando las redes de Bragg hasta las superficies del diafragma (2); secciones transversales de los canales de comunicación (368a, 368b) entre las microválvulas y las cámaras de presión C1 y C2; sección transversal de los rebajes (366) para acomodación de los sellos mecánicos (201) y canales (365) de aislamiento para dichos sellos mecánicos (201); orificios (369a, 369b) de comunicación de cada cámara C1 y C2 con el sello mecánico (201).

La FIGURA 16F es un detalle de la FIGURA 16E indicando que la pared interna del canal (365) de aislamiento del sello mecánico (201) fue rebajada en la medida del espesor del sello mecánico (201) y adosada, protegiendo el referido sello contra cizallamiento.

En el detalle de la FIGURA 16G está representado el detalle B de la FIGURA 16E. Está allí está indicado el adosamiento del diafragma (2) en el engarce.

La fibra óptica (118) contiene dos redes de Bragg (118a, 118b) estando cada una fijada sobre la región central de cada una de las superficies del diafragma (2). Las redes (118a, 118b) son de longitudes de onda diferentes, de modo que dependiendo de si están en tracción o compresión, puede identificarse el sentido del flujo.

Las Figuras 17 A, B y C ilustran otra modalidad del transductor de la invención, generalmente señalado por el numeral (400). Esta modalidad no requiere tapa superior y la tapa inferior es exactamente del mismo tamaño que el cuerpo (410). El transductor (400) es similar al transductor (300) con las diferencias apuntadas a seguir.

La FIGURA 17A muestra el cuerpo (410) dotado de rebaje transversal (411) conteniendo un único canal (no representado) para pasaje de la fibra óptica (118).

conteniendo las redes de Bragg hasta el diafragma (2). Los orificios (373) y (374) son como en la FIGURA 16A.

La FIGURA 17B es un corte D-D de la FIGURA 17A con el orificio (412) de pasaje de la fibra óptica (118), redes de Bragg (118a, 118b y 118c), alojamiento (413a, 413b) para anilla de sellamiento (no representada) y alojamientos (414a, 414b) para el dispositivo de fijación de anillas (no representadas) destinadas al aislamiento de las cámaras de presión C1 y C2 del transductor (400). Incluso se ven los alojamientos (364) de las microválvulas.

La FIGURA 17C muestra un corte del dispositivo (415) de fijación de una anilla de sellamiento. El dispositivo (415) efectúa el aislamiento de las cámaras de presión C1, C2 para evitar el derramamiento del líquido (aceite de silicona) contenido en dichas cámaras. El alojamiento de la anilla está indicado por el numeral (416).

La FIGURA 17D es una vista desde arriba de la tapa inferior (420) del transductor (400). La geometría de la tapa (420) acompaña la silueta del cuerpo (410). Se pueden ver las tomas de presión (376a, 376b) y orificios (373) y (374) respectivamente para dispositivos de fijación en el mandril y conexión del cuerpo (410) a la tapa (420).

En el transductor (400) se prevén tres redes de Bragg (118a, 118b, 118c) todas sobre una superficie tan sólo del diafragma (2), estando determinada esta superficie por la posición del orificio (412). Esto se debe a la presencia de tres magnitudes a ser monitoreadas: presión diferencial, temperatura y presión promedio. El posicionamiento de las redes de Bragg (118a, 118b, 118c), ilustrado en la FIGURA 17B, está determinado a base de cálculo. La primera red (118a) está fijada en la denominada zona neutra, la segunda (118b) en la región central y la tercera (118c) en posición intermedia entre la región central y la próxima zona neutra, refiriéndose las zonas al diafragma (2).

Debe quedar bien claro para los especialistas que aunque la invención haya sido descrita con relación a transductores de presión diferencial con la fibra óptica conteniendo redes

de Bragg para uso en el fondo del pozo, estos transductores pueden, asimismo, ser utilizados siempre que sea necesaria la medida de presión diferencial en un Venturi para medida de caudal en el interior del pozo de petróleo.

MGM\MGM\ID-128499\WPCL0795

REIVINDICACIONES

1. Transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir la presión diferencial generada por un dispositivo
5 tipo Venturi en pozos de petróleo, caracterizado porque comprende:

a) un cuerpo principal (110) dotado de:

- un agujero u orificio abierto (113);
- 10 - de modo simétrico al referido agujero (113), un rebaje o bisel, (112) de ambos lados del referido cuerpo (110), estando dotado el rebaje (112) en el medio de un diafragma (2) para fijar por lo menos a una FBG, estando dicho cuerpo (110) conectado a:

15 b) una tapa (115), dotada de rebaje (117) con extremos coincidentes y de la misma dimensión que el agujero abierto (113) y el rebaje (112), y un surco (116) para: i) abrigar el sello mecánico de aislamiento de la parte superior del referido transductor y ii) comunicar dicho agujero abierto
20 (113) a una de las superficies del diafragma, (2) sometida a la acción de la presión, a otra superficie del diafragma (2) estando en contacto con otra toma de presión, el cuerpo (110) y la tapa (115) estando montados y fijados a un mandril de un ducto con auxilio de dispositivos de fijación a través de
25 orificios (120), y donde:

- la fibra óptica (118) conteniendo por lo menos una FBG (118a) recorre agujeros (111a, 111b) en el cuerpo del transductor de tal forma que dicha FBG
30 se encuentre exactamente sobre la parte central de las superficies del diafragma (2), el trayecto de la fibra comprendiendo el ingreso por un agujero (111a/111b) en una de las laterales del cuerpo (110) del transductor, paso a través del diafragma (2), siguiendo hasta el agujero abierto (113),
35 circundar dicho agujero en un espiral hecho en las

paredes del cuerpo (110); y volver a entrar en el cuerpo (110) en dirección a la otra superficie del diafragma (2) y finalmente salir del cuerpo (110), para ser conectada a otro transductor o al sistema de medición.

2. Transductor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, en el cuerpo (110), está posicionado un canal (114) en espiral en el agujero abierto (113) para comunicar los agujeros (111a, 111b) permitiendo la protección y pasaje de la fibra óptica de una superficie a otra del diafragma (2).

3. Transductor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la geometría de la tapa (115) es tal que no solamente aísla la parte superior del referido transductor, sino también comunica el agujero abierto (113) del cuerpo (110) a una de las superficies del diafragma (2) donde la presión actúa, a otra superficie del diafragma (2) estando en contacto con la otra toma de presión.

4. Transductor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el diafragma (2) está posicionado paralelamente al cuerpo (110).

5. Transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir la presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en un pozo de petróleo, caracterizado porque comprende:

a) tapa superior (220), dotada de pivote (221) destinado a ecualizar el volumen de las cámaras C1 y C2, y canal (222) para empaque de sellamiento;

b) cuerpo (230), que comprende:

- cara inferior (231) conteniendo una primera cámara C1 entera, y parte de una segunda cámara C2, alojamientos (232) para sellos mecánicos (201) y

superior (no representada) e inferior (231) correspondientes a la segunda cámara C2;

- cara superior (241) que comprende el agujero (233) de comunicación entre el canal (243) y la cara superior del diafragma (2) opuesto a la primera cámara C1, dicho agujero (233), el canal (243) y cara superior que forman parte de la referida segunda cámara C2; y donde la región central del referido cuerpo (230) está dotada de dos agujeros pasantes (234, 235) longitudinales, situados verticalmente uno con relación al otro, dichos agujeros (234, 235) estando destinados a la inserción de la fibra óptica (118) conteniendo redes de Bragg (118a, 118b) para posicionar a las referidas redes en cada una de las superficies del diafragma (2);

- un canal (236) en la cara longitudinal del cuerpo (230) destinado a contener/proteger a la fibra óptica (118) en el pasaje de la misma de una cara lateral a la otra cara lateral del referido cuerpo (230);

c) tapa inferior (250) presentando dos agujeros (251a, 251b) para tomas de presión;

d) sellos mecánicos (201) flexibles para transmitir la presión hasta las superficies del diafragma (2), estando los sellos (201) colocados en los respectivos alojamientos (232) en la cara inferior (231) del cuerpo (230), estando dichos sellos presionados por la tapa inferior (250) para hacer el aislamiento de las cámaras C1 y C2.

6. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la cámara C1 está formada por el volumen del rebaje (237) realizado en la superficie inferior (231) del cuerpo (230) del transductor (200) y la superficie del diafragma (2).

7. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la cámara C2 está conformada por los volúmenes correspondientes al rebaje (238) en la superficie inferior (231) del cuerpo (230) del transductor, el agujero (233), el canal (243) en la superficie superior (241) y el rebaje (239) realizado en la superficie superior (241) del cuerpo (230) del transductor y la superficie opuesta del diafragma (2).

8. Transductor de acuerdo con las reivindicaciones 5, 6 y 7, caracterizado porque ambos volúmenes de las cámaras C1 y C2 son iguales.

9. Transductor de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque el pivote (221) dentro del rebaje (239) en la superficie superior (241) del cuerpo (230) del transductor está destinado a ecualizar los volúmenes de las cámaras C1 y C2.

10. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el diafragma (2) está colocado paralelo al cuerpo (230).

11. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el cuerpo (230) está incluso dotado de agujeros (271) para dispositivos de fijación en mandril de un ducto y (272) para dispositivos de fijación para montaje del referido transductor.

12. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el agujero pasante (234) presenta una inclinación de 7° con relación al eje longitudinal a partir de la extremidad del diafragma (2).

13. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el sello (201) se encaja en un alojamiento (222).

14. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque adicionalmente incluye un agujero de comunicación (233) entre la cara superior (241) del cuerpo (230) y la cámara C2 que se encuentra en la superficie inferior (231) del referido cuerpo.

15. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el canal (243) junto con el agujero (233) comunica la parte de la cámara C2 en la cara inferior (231) del cuerpo (230) con la otra parte de la cámara C2 situada en la cara superior del diafragma (2).

16. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la tapa superior (220) está dotada de ranura (223) para la entrada y/o salida de la fibra óptica (118).

17. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la tapa inferior (250) está dotada de agujeros (251a, 251b) para las tomas de presión.

18. Transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir la presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en un pozo de petróleo, caracterizado porque comprende:

a) tapa superior (370), en forma de caja rectangular, dotada de un espacio abierto (371) para encaje con la parte superior de un cuerpo (360) y una fenda (372) en la parte central de las laterales destinado al pasaje de la fibra óptica (118) entrando o saliendo del cuerpo (360);

b) cuerpo (360), donde:
- la parte superior del mismo está dotada de dos rebajes longitudinales (361) para adaptación de la tapa superior (370) en dicho cuerpo (360) y de un

- la parte inferior del mismo está dotada de rebajes (366) para acomodación de los sellos mecánicos (201) Y canales (365) de sellamiento para dichos sellos mecánicos;

- 5
- la parte interna del mismo está dotada de cámaras de presión C1 y C2 separadas por el diafragma (2), alojamientos (364) para microválvulas y canales de comunicación (368a,368b) entre los alojamientos (364) y las cámaras de presión C1 y C2 y donde los
- 10
- orificios (369a,369b) hacen la comunicación entre cada cámara de presión C1, C2 con el respectivo sello mecánico (201); y

- c) tapa inferior (375), dotada de agujeros (376a, 376b) para toma de presión.

15

19. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque incluye adicionalmente agujeros (373) para dispositivo de fijación en mandril y agujeros (374) para dispositivo de fijación para montaje del transductor.

20

20. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque en el cuerpo (360) del transductor (300) la fibra (118) entra por uno de los orificios (363a/363b) en dirección a una de las superficies del

25

diafragma (2), la red de Bragg está posicionada en el centro de una de las superficies de dicho diafragma, y continua el trayecto hasta salir del lado opuesto por donde entró, la fibra (118) dando la vuelta en el cuerpo (360) por cualquier lado y entrando nuevamente en el cuerpo (360) por el agujero

30

(363a/363b) libre, posicionando la red de Bragg contenida en la fibra (118) en la otra superficie del diafragma (2).

21. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque adicionalmente la fibra (118) sale del

35

cuerpo (360) para conexión con un cable óptico u otro transductor del mismo tipo de tecnología.

22. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el cuerpo (360) está constituido de una única pieza, sin ninguna unión o junción, siendo el
5 diafragma (2) fabricado en el propio cuerpo (360).

23. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el rebaje transversal (362) permite un rayo de curvatura en la fibra óptica (118) de modo de
10 minimizar pérdidas de inserción de la misma en la entrada y salida de la fibra óptica (118) por los agujeros (363a, 363b) que conducen dicha fibra conteniendo redes de Bragg hasta las superficies del diafragma (2) donde dichas redes se fijan en la parte central de cada superficie del
15 diafragma (2).

24. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el diafragma (2) está localizado de modo transversal con relación al cuerpo (360).

20

25. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el tapón (310) realiza el aislamiento de las cámaras de presión C1 y C2.

26. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque un tapón (320) hace el sellamiento del alojamiento (364) de las microválvulas.

27. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque un tapón (330) hace el aislamiento de
30 los canales de comunicación (368a, 368b) entre los alojamientos (364) de las microválvulas y las cámaras de presión C1 y C2.

28. Transductor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque la fibra óptica (118) contiene dos redes

la región central de cada una de las superficies del diafragma (2).

29. Transductor de acuerdo con la reivindicación 28,
5 caracterizado porque las redes (118a, 118b) son de longitudes de onda diferentes de modo que dependiendo de si están en tracción o compresión, puede identificarse el sentido del flujo.

10 30. Transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir la presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en pozos de petróleo, caracterizado porque comprende:

a) cuerpo (410) dotado de:

15 - rebaje transversal (411) conteniendo un único agujero (412) para pasaje de la fibra óptica (118) conteniendo las redes de Bragg hasta el diafragma (2);

20 - alojamiento (413a, 413b) para anilla de sellamiento; y alojamientos (414a, 414b) para el dispositivo de fijación de anillas destinadas al aislamiento de las cámaras de presión C1 y C2;

- alojamientos (364) para microválvulas; y

25 b) tapa inferior (420), con geometría que acompaña la silueta del cuerpo (410), la tapa (420) estando dotada de tomas de presión (376a, 376b).

31. Transductor de acuerdo con la reivindicación 30, caracterizado porque incluye adicionalmente en la tapa inferior (420) agujeros (373) y (374) respectivamente para
30 dispositivos de fijación en el mandril y conexión del cuerpo (410) a la tapa (420).

32. Transductor de acuerdo con la reivindicación 30, caracterizado porque el cuerpo (410) incluye tres redes de
35 Bragg (118a, 118b, 118c), todas sobre una superficie sólo del diafragma (2), estando esta superficie determinada por la

posición del agujero (412).

33. Transductor de acuerdo con la reivindicación 30, caracterizado porque el posicionamiento de las redes de Bragg (118a, 118b, 118c), está determinado a la base de cálculo, la primera red (118a) fijada en la denominada zona neutra, la segunda (118b) en la región central y la tercera (118c) en posición intermedia entre la región central y la próxima zona neutra, estando las zonas referidas al diafragma (2).

10

MGM\MGM\ID-127854\WPCL0795

193

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 05-090935- -00008-0000

Fecha: 2008-06-17 16:40:50 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 43

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

BO OFICIAL DE CAJA : 08 - 48,123
FECHA : JUNIO 17 DE 2008

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	2677868	16/06/2008	34,985,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-03	CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICA	
		12 MARCAS Y LEHAS COMERCIALES	103,000.00
		TOTAL :	\$ 103,000.00

SON: CIENTO TRES MIL PESOS

RESPONSABLE :

Cdo 00795-801-0261

194

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES**

Radicación No. 05-90935

Clasificación Internacional (IPC): H04R 1/00

Concepto Técnico No. 2624

Patente de Invención



Patente de Modelo de Utilidad



Vía Nacional



Vía PCT (fase nacional)



Cap. I



Cap. II



Como resultado del examen definitivo, realizado con fundamento en el artículo 48 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

- 1.1. Descripción: Folios: 7 a 28 como se radicó inicialmente
Folios: 157 a 183 capítulo modificado.
- 1.2. Reivindicaciones: Folios: 29 a 35 como se radicó inicialmente
Folios: 184 a 192 pliego modificado
- 1.3. Dibujos: Folios: 37 a 55 como se radicó inicialmente
- 1.4. Rta. del Solicitante: Folios: 151 a 193
- 1.5. Prioridad: Folios: 64 a 124
(9 sept. 2004, BR, N° PI0403786-3).

2. Análisis de la Prioridad

Comparando el documento de prioridad N° BR PI0403786-3, con la presente solicitud, se encuentra que ambas corresponden a la misma materia, por lo cual se acepta la fecha de prioridad.

3. Objeto de la invención

La presente solicitud se titula "TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL A FIBRA OPTICA", Folio N° 1.

El objeto de la presente solicitud de patente consiste en un transductor de presión diferencial a fibra óptica para utilización en un medidor de caudal de producción o inyección de fluidos en el interior de pozos de petróleo.

De otra parte, el pliego reclama un transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir a presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en pozos de petróleo, relacionado en las reivindicaciones 1 a 33

El objeto de la solicitud definido anteriormente se clasificó en la IPC H04R 1/00

195
195

4.1. Descripción (artículo 28 D 486)

La descripción calificada divulga la invención de manera suficientemente clara y completa de acuerdo a los requerimientos del Art. 28 D 486.

4.2. Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

La reivindicaciones presentadas definen la materia que se desea proteger de forma clara y concisa y están enteramente sustentadas por la descripción conforme al Art. 30 D. 486.

5. **Unidad de invención** (artículo 25 D 486)

Se considera que el pliego estudiado comprende solamente una invención, en consecuencia, cumple el requisito de unidad de invención.

6. **Determinación del Estado de la Técnica**

Considerando que la solicitud reclama prioridad del 9 de septiembre de 2004, se buscaron documentos del estado de la técnica relacionados, con fecha de publicación anterior a esta. Se realizó búsqueda de documentos relevantes dentro del estado de la técnica, entendiendo como estado de la técnica la definición provista en el Art. 16 D 486, y las excepciones fijadas en el Art. 17 de la misma.

Consultadas las fuentes de información con que cuenta esta oficina, se hallaron los siguientes documentos que hacen parte del estado de la técnica relacionado con el objeto de la presente solicitud:

N°	Título	Fecha de publicación
D1	DP FLOW SENSOR USING OPTICAL FIBRE BRAGG GRATING. Sensors and Actuators A 92 (2001) pp. 102-108	2001-08-01
D2	STRAIN AND TEMPERATURE SENSORS USING MULTIMODE OPTICAL FIBER BRAGG GRATINGS AND CORRELATION SIGNAL PROCESSING, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL. 51, NO. 4, AUGUST 2002.	2002-08-01

7. **Análisis de patentabilidad**

7.1. Novedad (artículo 16 D486)

El requisito de novedad se evaluó por comparación entre lo solicitado y los documentos encontrados en el estado de la técnica y que se relacionan con el objeto reivindicado

La presente Solicitud de Patente se refiere a un transductor de presión diferencial a fibra óptica, para medir la presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en un pozo de petróleo, caracterizado porque comprende:

- Un cuerpo principal
- Un agujero abierto para la toma de presión

- el cuerpo y la tapa se fijan al mandril de un ducto
- Una fibra de vidrio que recorre el cuerpo del transductor y es fijada a cada lado del diafragma.
- Sellos mecánicos flexibles
- Cámaras de presión C1 y C2
- microválvulas

De acuerdo al estado de la técnica establecido en el numeral 6, el documento **D1** comparte más características con el objeto de la solicitud.

Comparando las características reivindicadas de esta invención con el documento más cercano hallado podemos decir:

El documento **D1** se relaciona con un sensor de presión diferencial basado en fibra óptica, desarrollado para monitorear y retroalimentar el sistema de control de una válvula hidráulica (resumen). El sensor emplea dos sensores de redes de Bragg, los cuales se montan a cada lado de un diafragma (fig. 4). El sensor desarrollado en este documento cuenta con un cuerpo sellado (fig. 6), un diafragma (fig. 4), y tomas de presión (fig. 6), pero el acople de las redes de Bragg, se realiza por medio de un acoplador de fibra óptica (fig. 4), lo cual es diferente a la materia de la presente solicitud. Igualmente **D1** no especifica claramente la disposición de los elementos dentro de la estructura, por lo cual, las disposiciones expuestas en la presente solicitud son nuevas, con respecto al estado de la técnica.

Realizada la comparación del documento **D1** con la solicitud de patente, se observa que dicho documento no contiene las características de la solicitud en estudio; por lo tanto, el objeto de la solicitud es un elemento novedoso y permite afirmar que cumple con lo estipulado en el Art. 16 D 486.

7.2. Nivel inventivo (artículo 18 D 486)

La presente invención está contenida en un capítulo reivindicatorio conformado por 33 reivindicaciones. De acuerdo al estado de la técnica establecido en el numeral 6, los documentos relacionados con la solicitud son los denominados documentos **D1** y **D2**.

La anterioridad **D1** se refiere a un sensor de presión diferencial basado en fibra óptica, desarrollado para monitorear y retroalimentar el sistema de control de una válvula hidráulica, mientras que **D2**, se relaciona con redes de Bragg multimodo utilizadas para realizar mediciones de fuerza y temperatura.

El problema técnico planteado en esta solicitud: un transductor de presión diferencial a fibra óptica, para registrar la variación de presión producida cuando el fluido corre a través de un dispositivo tipo Venturi, no se habría podido resolver por medio de uno de los documentos del estado del arte o la combinación de estos, por lo cual se considera que el transductor de presión diferencial a fibra óptica para medir la presión diferencial generada por un dispositivo tipo Venturi en pozos de petróleo, reclamado en el pliego reivindicatorio de la solicitud, no es obvio para una persona del oficio normalmente versada en la materia, ni se deriva de manera evidente del estado de la técnica. Con esto se concluye que **cumple el requisito de nivel inventivo** estipulado en el Art. 18 D 486.

7.3. Aplicación industrial (artículo 19 D 486)

197

197

8. Conclusión:

En consecuencia y por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda **Conceder** las reivindicaciones: 1 a 33 (folios: 184 a 192).

Bogotá, D.C.,

CONCEPTO TECNICO No. 2624	EXAMINADOR TECNICO Código No. 202082
---------------------------	---

ASR

198

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

RESOLUCION

Nº 4 0 9 6 9

Por la cual se otorga una patente de invención

CERTIFICADO 28855

Rad. N° 05-90935

EL SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las que se confirieron en el artículo 4, numeral 5 del decreto 2153 de 1992, y

CONSIDERANDO:

PRIMERO: Que mediante escrito radicado en esta Superintendencia con el número 0590935 del día 08 de septiembre del 2005, se solicitó conceder patente para la invención denominada "TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL A FIBRA OPTICA", contenida en el expediente de la referencia.

SEGUNDO: Que efectuado el examen de forma y cumplidas las exigencias legales, se ordenó publicar el extracto sin que se hubieran presentado oposiciones.

TERCERO: Que realizado el examen de fondo se requirió al solicitante en los términos del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, para que presentara respuesta a las observaciones de carácter técnico visibles a folios 136 a 148 del cuaderno administrativo, relacionadas con la patentabilidad o cumplimiento de los requisitos establecidos por esta Decisión, para la concesión de la patente.

CUARTO: Que el solicitante, mediante escrito radicado bajo el número 05-090935-00008-0000 del 17 de junio del 2008, atendió oportunamente el requerimiento formulado, presentando nuevos folios 184 a 192, con el texto de las reivindicaciones que reemplazan las originalmente presentadas, atendiendo de esta manera las observaciones efectuadas en el examen de fondo. El capítulo en mención se acepta, como quiera que se ajusta a las prescripciones contenidas en el artículo 34 de la Decisión 486.

QUINTO: Que en virtud de lo dispuesto en el artículo 14 de la Decisión 486 expedida por la Comisión de La Comunidad Andina se otorgarán patentes "*...para las invenciones, sean de producto o de procedimiento, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial*".

SEXTO: Que en el presente caso cumplen los requisitos indicados en el numeral anterior las reivindicaciones 1 a 33 de los folios 184 a 192 del expediente administrativo, razón por la cual este Despacho encuentra procedente conceder para las mismas el privilegio solicitado.

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

RESOLUCION Nº 4 0 9 6 9

Por la cual se otorga una patente de invención

CERTIFICADO 28855

Rad. Nº 05-90935

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO: Otorgar privilegio de patente de invención a la creación denominada:

“TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL A FIBRA OPTICA ”

Clasificación IPC: H 04 R 1/00.

Reivindicación(es): 1 a 33 **Folio(s):** 184 a 192.

Titular(es): PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS.

Domicilio(s): Rio de Janeiro, Brasil.

Inventor(es): José Luiz Arias Vidal, Arthur Martins Barbosa Braga, Manoel Feliciano Da Silva Junior, Luiz Carlos Guedes Valente, Ricardo Munoz Freitas y Roberth Waldo Angulo Llerena.

Prioridad Nº: PI 0403786-3 **Fecha:** 09 de septiembre del 2004 **País:** BR.

Vigente desde: 08 de septiembre del 2005 **Hasta:** 08 de septiembre del 2025

ARTICULO SEGUNDO: El titular tendrá los derechos y las obligaciones establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina y demás disposiciones legales vigentes sobre propiedad industrial, precisando que para mantener vigente la patente se deberá cancelar la tasa anual de mantenimiento conforme lo dispone el artículo 80 de la referida norma comunitaria.

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

RESOLUCION **Nº 4 0 9 6 9**

Por la cual se otorga una patente de invención

CERTIFICADO 28855

Rad. Nº 05-90935

ARTICULO TERCERO: Entregar al titular copia auténtica de esta resolución y el certificado de patente, previas las anotaciones en los libros de registro.

ARTICULO CUARTO: Notificar el contenido de la presente resolución al doctor Emilio Ferrero, o a quien haga sus veces, en su calidad de apoderado de Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobrás., entregándole copia de la misma, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición ante el Superintendente de Industria y Comercio, del cual podrá hacer uso al momento de la notificación o dentro de los cinco 5 días hábiles siguientes a ella.

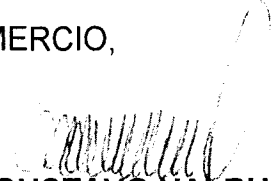
NOTIFÍQUESE Y CUMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a los

APORTE DE... VALOR DE
T/05
IMPORTE ADMINISTRATIVO

27 OCT. 2008

EL SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO,


GUSTAVO VALBUENA QUIÑONES

Doctor
EMILIO FERRERO
Carrera 4 N° 72 – 35.
Bogotá, D.C.

202021