

CAVELIER

ABOGADOS

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

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

Teléfono: (57-1) 347 3611
Telefax: (57-1) 211 8650
(57-1) 700 4814
Fax in U.S.A.: (1-305) 675 7743

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-125395- -00007-0000

Fecha: 2012-12-05 16:40:58 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 22

Señor Director
DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

Trámite : 002
Evento : 001
Actuación : 444

Referencia : Expediente No. **09.125.395**
Asunto : Solicitud de Patente para: **EQUIPO DE MEDICIÓN ÓPTICA
DE DOBLE TEMPERATURA Y PRESIÓN DE CAUDAL Y
HERRAMIENTA PARA SU MANIPULACIÓN**
Solicitante : PETROLEO BRASILEIRO S.A.- PETROBRAS Y SURCO
TECNOLOGIA INDUSTRIAL LTDA
Fecha de solicitud : 5 de Noviembre de 2012

1. Yo, Luz Clemencia DE PÁEZ, en mi condición de apoderada de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, me refiero al oficio No. **15884** notificado por fijación en lista el 11 de Septiembre de 2012.

2. Mediante oficio No. **15884** se puso en conocimiento del solicitante el informe que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Las observaciones realizadas en el oficio se refieren a la presencia de reivindicaciones relativas a un uso, a la claridad del pliego reivindicatorio, a la claridad del capítulo descriptivo, a la unidad de invención, y a la novedad de las reivindicación 16 en vista del documento **D1: US 6'997'493**.

3. Respuesta a las objeciones

De este modo y con el objeto de atender las objeciones arriba mencionadas, se desea presentar las siguientes modificaciones, aclaraciones y argumentos:

3.1 Modificación de una solicitud en trámite

De acuerdo con el artículo 34 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, donde se establece que la modificación de una solicitud es posible en cualquier momento del trámite mientras no implique una ampliación de la solicitud inicial, me permito presentar un nuevo pliego reivindicatorio conformado por 15 reivindicaciones, junto con un nuevo capítulo descriptivo.

3.2 Reivindicaciones dirigidas a un uso y usos definidos en éstas

A pesar de que las objeciones relativas a usos se refieren a segmentos que, leyéndolos comprensiva y en contexto, definen características esenciales o funcionales en las reivindicaciones originales, se ha modificado la redacción del nuevo pliego reivindicatorio, de tal forma que no se puedan interpretar a partir de éste, los usos que se le pueden dar a la presente invención.

3.3 Argumentos a favor de la claridad del pliego reivindicatorio

Con el fin de favorecer la claridad del nuevo pliego reivindicatorio, se ha eliminado la expresión "al menos" y se han corregido todos los errores de redacción.

La reivindicación 16 ha sido eliminada, por lo que se considera que las objeciones de claridad hechas a dicha reivindicación han sido superadas.

En consecuencia de lo anterior, se considera que las objeciones formuladas en cuanto a la falta de claridad de las reivindicaciones han sido superadas.

3.4 Argumentos a favor de la claridad del capítulo descriptivo

Se han corregido todos los errores de traducción y digitación en el nuevo capítulo descriptivo con el fin de favorecer la claridad de éste. Así, un técnico versado en la materia entenderá la descripción de forma inequívoca y podrá reproducir la invención adecuadamente.

3.5 Argumentos a favor de la unidad de invención de la solicitud

Se ha restringido el nuevo pliego reivindicatorio al grupo inventivo correspondiente al "Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal", por lo que dicho pliego cumple con lo establecido por el artículo 28 de la Decisión 486.

3.6 Argumentos a favor de la novedad de la invención

Mediante el oficio arriba mencionado, se reconoció la novedad y el nivel inventivo de las reivindicaciones 1 a 15: "Las reivindicaciones 1 a 15 y 17 no se encuentran divulgadas en el estado de la técnica, por lo tanto cumplen con los requisitos del Art. 16 y el Art. 18 de la Decisión 486".

El contenido del nuevo pliego reivindicatorio corresponde a las reivindicaciones 1 a 15 del anterior pliego, por lo que se considera que las nuevas reivindicaciones 1 a 15 son novedosas e inventivas sobre el estado de la técnica.

De acuerdo a todos los argumentos presentados, la presente solicitud cumple a cabalidad con los requerimientos exigidos en la Decisión 486 y las objeciones formuladas por el Examinador se ven superadas.

4. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por el Examinador, se solicita atentamente proceder al otorgamiento de la solicitud de patente. En este sentido, respetuosamente recordamos al Examinador que la patente no podrá ser negada con base en objeciones diferentes a las expuestas en la acción oficial No. 15884, toda vez que al no haber sido trasladadas a mi representada, dicha decisión violaría tanto el tenor literal del artículo 45 de la Decisión 486 como el derecho constitucional al debido proceso. En este evento, y con base en el inciso 2 del artículo 45, respetuosamente solicitamos al Examinador expedir una nueva acción oficial que permita a mi representada contra argumentar las mismas o modificar la solicitud con el fin de cumplir los requisitos de patentabilidad.

5. Anexos

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 15 reivindicaciones
- Nuevo capítulo descriptivo.
- Formulario de modificaciones en solicitud pendiente

Señor Director,


LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ

C.C. 35.456.344 de Usaquén

T.P.A. No. 23.555

COLO-17300-0801-001-4
SML\SML\ID-231842\WPC17300
No. M-2012-231842\SML



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Espacio reservado para el adhesivo de radicación

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
MODIFICACIONES Y/O CORRECCIONES

1. Identificación del Trámite

- ☐ Error material ☒ Modificación a una Solicitud en trámite
- ☒ Patente de Invención
- ☐ Patente de Modelo de Utilidad
- ☐ Registro de Diseño Industrial
- ☐ Esquema de Trazado de Circuitos Integrados

2. Datos del solicitante

Persona Natural ☐

Persona Jurídica ☒

PETROLEO BRASILEIRO S.A – PETROBRAS

Y

SURCO TECNOLOGIA INDUSTRIAL LTDA.

Nombre o denominación / Nombre o razón social completa

Nombre representante legal

Tipo de empresa

Micro ☐

Pequeña ☐

Mediana ☐

Otra ☐

Documento de identificación:

☐ C.C.

☐ C.E.

☐ NIT

☐ Otro Número _____

Nacionalidad/País de constitución	Dirección y domicilio del titular	Ciudad
Brasil	Av. República do Chile, No. 65,	Rio de Janeiro
Y	Y	Y
Brasil	Av. José Francisco Mancebo, No. 500, Balneário, Lagomar, Marcaé,	Rio de Janeiro
Respectivamente	Respectivamente	Respectivamente
Dirección electrónica		No. Fax
clientes@cavelier.com		2 11 86 50
		Número telefónico
		3 47 36 11



Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico

3. Datos del apoderado:

Apellidos y Nombre
De Páez Luz Clemencia

Documento de identificación
C.C. 35.456.344

Tarjeta profesional
T.P.A. 23.555

Dirección y domicilio

Ciudad

Carrera 4ª No. 72 -35

Bogotá

Dirección electrónica

No. Fax

Número telefónico

cavelier@cavelier.com

2 11 86 50

3 47 36 11

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sirvase indicar el número de su radicación o protocolo de poder general

4. Datos del trámite

Corrección:

Expediente No 09.125.395

Aparece

Debe ser

Modificación:



Modificación al capítulo reivindicatorio.

Presento nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 15 reivindicaciones y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas. Respetuosamente manifiesto que a pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representada no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud, beneficiándose de la fecha de prioridad inicialmente reivindicada.



Modificación al capítulo descriptivo.

Presento nuevo capítulo descriptivo, el cual solicito que sea tenido en cuenta al realizar del examen de patentabilidad



Modificación al resumen.



Modificación a los dibujos.



Modificación al solicitante.

5. Anexos

- ☐ Poder, si fuere el caso.
- ☒ Documento que contiene las modificaciones o correcciones.
- ☐ Copia de la solicitud y sus anexos en formato magnético.

6. Firma

Nombre y apellidos	Firma
LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	<i>Luz Clemencia De Paez</i>
C.C. 35.456.344 DE Usaquén	Tarjeta Profesional 23.555

SMLINCA\WPC17300\ID-231914

EQUIPO DE MEDICIÓN ÓPTICA DE DOBLE TEMPERATURA Y PRESIÓN Y DE CAUDAL, Y HERRAMIENTA PARA SU MANIPULACIÓN

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo que combina en un único conjunto la medición tanto de la temperatura y presión, como también el caudal en pozos petroleros, siendo tales mediciones realizadas en tiempo real por medio de sensores ópticos. El dispositivo hace uso de un venturi insertable, el cual permite medir el caudal del pozo, con la ventaja de permitir su sustitución siempre que fuera necesario un venturi con características diferentes del que está siendo utilizado. La invención se aplica de manera especial a mediciones en pozos de petróleo.

Fundamentos de la invención

El uso de fibras ópticas como sensores/transmisores para la medición de magnitudes físicas y químicas más variadas es una tecnología que se encuentra en franco desarrollo. Hace a sus características el bajo peso, flexibilidad, larga distancia de transmisión, baja reactividad del material, aislamiento eléctrico, inmunidad electromagnética, prolongada vida útil, además de prescindir de circuitos electrónicos y elementos mecánicos móviles en el lugar de medición, y combinadas con el uso de redes de Bragg, hace que las fibras ópticas resulten extremadamente ventajosas para efectuar mediciones en lugares de difícil acceso. Esta es una situación común, por ejemplo, en la exploración de pozos de producción de petróleo.

Técnica relacionada

Teniendo en vista el aprovechamiento de estas características de las fibras ópticas fueron desarrollados transductores para medición de temperatura y presión, descritos en el documento de patente brasileiro PI 0403240-3 y transductores empleados para la medición de caudal, descritos en el documento de patente brasileiro PI 0403786-3, con el uso de fibras ópticas.

A pesar de eso faltaban aún dispositivos adecuados para la aplicación de estos transductores en la medición de presión, temperatura y caudal en pozos petroleros. Inicialmente fue desarrollado un prototipo que utilizaba dos mandriles

independientes para aplicar los transductores ópticos descritos en los documentos anteriormente citados: un mandril para medir solamente presión y temperatura y otro mandril para medir caudal. Esta configuración presentaba tres problemas: un problema radicaba en la medición de presión y temperatura en la columna, puesto que el mandril que mide presión y temperatura solamente mide estas magnitudes en el espacio anular del pozo de petróleo, puesto que solamente existía una sola toma de presión. Otro problema radicaba en la medición simultánea de tres magnitudes, puesto que era necesario utilizar algunos conectores ópticos para que estos dos mandriles fuesen conectados entre sí. Con la presencia de conectores ópticos, las pérdidas ópticas eran considerablemente mayores y la señal óptica se tornaba débil, además de ser mucho más laborioso y difícil de montar, y el último problema consiste en que el mandril de caudal solamente podía ser utilizado para pozos de inyección de fluido y no para pozos de producción.

Se ha buscado resolver los problemas que se han constatado en la técnica anterior a través de la creación de un nuevo mandril con una configuración capaz de permitir el alojamiento en su estructura tanto del sensor de presión y de temperatura, como también del sensor de caudal, permitiendo que las mediciones fueran realizadas simultáneamente en pozos de petróleo próximos y alejados de la costa en forma compacta. Además de esto, el nuevo mandril resulta menos laborioso y más eficaz en su montaje, puesto que no hay necesidad de utilizar conectores ópticos. El nuevo mandril también puede ser utilizado para pozos de inyección, como también para pozos de producción.

Además de esto, el equipo inventivo es capaz de medir la presión y la temperatura tanto en el espacio anular del pozo como en la columna del pozo de petróleo, puesto que el sensor utilizado en este caso es diferente al descrito en la patente PI 0403240-3. El sensor usado es conocido como 2P2T (doble presión y temperatura).

Teniendo en cuenta que es común que tales mandriles sean instalados en sartas de tubos de más de 1.000 metros de profundidad, también se ha desarrollado una herramienta especial conocida como herramienta "GS" que tiene la finalidad de realizar la inserción y extracción de venturis insertables que se fijan de manera removible en el mandril sin que el mandril híbrido sea retirado del

3

fondo del pozo. Esta herramienta "GS» trabaja en conjunto con la ya conocida operación por alambre (wire line).

Resumen de la invención

La presente invención comprende un equipo para la medición de temperatura, presión y caudal en pozos de petróleo. Consta de un único mandril híbrido en el cual son montados un transductor doble para medir presión y temperatura en la columna y en el espacio anular del pozo y un transductor de presión diferencial, para la medición de caudal. En esta configuración existen cuatro tomas de presión: dos para medir presión interna en la columna y presión exterior en el espacio anular y dos para medir diferencias de presión interna en la columna. Adicionalmente se monta un tubo venturi insertable que se fija de manera removible en el mandril. En esta configuración es necesario realizar una única modificación óptica cable-sensor para que ambos sensores puedan ser conectados en serie, lo cual vuelve compacto al sistema, optimizando de esta manera el montaje, el cual se torna mucho más rápido y eficaz.

El mandril híbrido de la presente invención está constituido, esencialmente, por un cuerpo superior, un cuerpo central, un cuerpo inferior, tapas central y laterales, un venturi insertable, transductor de doble presión y temperatura, y transductor de presión diferencial. Tal configuración permite que varios mandriles sean intercalados en la columna de producción, posibilitando mediciones en diferentes niveles en el interior del pozo.

Descripción resumida de los dibujos

La Figura 1 muestra una vista lateral del mandril híbrido de la invención.

La Figura 2 muestra una vista superior del mandril híbrido de la invención.

La Figura 3 muestra un corte de acuerdo a lo indicado en la Fig. 2.

La Figura 4 muestra una vista explosionada del mandril híbrido.

La Figura 5a muestra en perspectiva el venturi tipo obturador (pack off).

La Figura 5b muestra una vista lateral del venturi de tipo obturador.

La Figura 5c muestra un corte conforme lo indicado en la Fig. 5b.

La Figura 6a muestra una vista en perspectiva de la herramienta de inserción y extracción (GS).

La Figura 6b muestra una vista explosionada de la herramienta GS.

La Figura 6c muestra una vista lateral de la herramienta GS en estado montado.

La Figura 6d muestra un corte conforme lo indicado en la Fig. 6c.

La Figura 7a muestra una vista en perspectiva del venturi de inyección.

La Figura 7b muestra una vista lateral del venturi de inyección.

La Figura 7c muestra un corte conforme a lo indicado en la Figura 7b.

La Figura 8a muestra una vista en perspectiva del venturi de producción.

La Figura 8b muestra una vista desgajo del venturi de producción.

La Figura 8c muestra una vista lateral, parcialmente en corte, del venturi de producción.

La Figura 9 muestra una perspectiva de la tapa central, con la parte inferior volcada hacia arriba.

Descripción detallada de la realización preferida

Con la finalidad de facilitar la comprensión de la invención, su descripción detallada será realizada en base a las Figuras que acompañan esta memoria descriptiva y de la cual es parte integrante.

Conforme se puede observar en las Figuras 1 a 4, el equipo para medición, objeto de la presente invención, está montado en un mandril híbrido (30), constituido esencialmente por los siguientes componentes: cuerpo superior (1), cuerpo central (2), cuerpo inferior (3), tapa central (5), tapas laterales (4), venturi insertable (12), transductor doble (7) de presión y temperatura, y transductor (18) de presión diferencial. Teniendo en cuenta las elevadas presiones que debe soportar el mandril híbrido (30), además de temperaturas relativamente elevadas, el mismo debe tener una estructura y elementos de fijación adecuados a tal situación como será detallado a lo largo de la presente memoria descriptiva.

El cuerpo superior (1) y el cuerpo inferior (3) son fijados cada uno en una extremidad del cuerpo central (2), formando una pieza única. Para garantizar la estanqueidad se usa anillos de obturación (8) de tipo *o'ring*, como se ilustra con mayor detalle en la Figura 4.

El cuerpo central (2) presenta por su cara superior dos orificios (19) (ilustrados en forma detallada en la Figura 4), los cuales se comunican con el interior del venturi insertable (12) (ilustrado en detalle en la Figura 3) y con el transductor (18) de presión diferencial, para permitir que dicho transductor (18) de

presión diferencial realice la lectura de presión diferencial; un tercer orificio (20), el cual se comunica con el interior del mandril híbrido (30) y con el transductor doble (7) de presión y temperatura, de manera de permitir que este último transductor doble (7) de presión y temperatura realice la lectura de presión y temperatura de la columna del pozo. El cuerpo central (2) presenta, además, orificios roscados (21) en su cara superior previstos para la fijación de tornillos de fijación (6) de la tapa central (5) y de tornillos (9) para la fijación de los transductores (18) de presión diferencial y transductor doble (7) de presión y temperatura.

Como se puede ver en forma más clara en la Figura 4, en el cuerpo central (2) están fijadas también guías (22) para encajar anillos (no ilustrados) que guían el paso de fibra óptica (no ilustrada), a través de hendiduras (24) previstas en las tapas laterales (4) hacia un orificio (26) previsto en la tapa central (5). El transductor doble (7) de presión y temperatura y el transductor (18) de presión diferencial son fijados al cuerpo central (2) por medio de los tornillos de fijación (9).

Para garantizar una estanqueidad completa entre el cuerpo central (2) y la tapa central (2) se usa un anillo (15), de forma sustancialmente rectangular. Con esta misma finalidad se colocan anillos tipo *o'ring* (10 y 11) en todos los tornillos de fijación (6) en el espacio definido entre la tapa central (5) y el cuerpo central (2). Como refuerzo adicional de obturación, los tornillos de fijación (6) que fijan la tapa central (5) pueden recibir arandelas de obturación (14). De la misma manera, es conveniente que sean colocados anillos de obturación (40) junto a los orificios (19 y 20) para garantizar una perfecta obturación entre el cuerpo central (2) y los dos transductores (7 y 18).

El cuerpo inferior (3) y el cuerpo superior (1) tienen como finalidad principal permitir la conexión del mandril híbrido (30) de la presente invención a la columna de producción de petróleo, presentando para ello rosca exterior en la extremidad del cuerpo inferior (3) y rosca interior en la extremidad del cuerpo inferior (1). Dichos cuerpos inferior y superior reciben en cada caso una tapa lateral (4), la cual es fijada por medio de tornillos de fijación (6). Las tapas laterales (4) presentan ranuras longitudinales (24) en su cara inferior para permitir el paso del cable de fibras ópticas hasta el interior del mandril híbrido (30).

En los laterales del cuerpo central (2), del cuerpo superior (1) y del cuerpo

6

inferior (3) se realizan ranuras (23), en las cuales son encajados los cables de fibras ópticas (no ilustrado) para protegerlos contra posibles daños durante la manipulación del dispositivo (véase Fig. 1). Después de la colocación de los cables en las ranuras (23), éstas reciben tapas (13), las cuales son fijadas por medio de tornillos (27) en los cuerpos central (2), superior (1) e inferior (3), respectivamente, para mantener los cables adecuadamente aprisionados.

Como se ilustra en detalle en la Fig. 9, la tapa central (5) presenta un rebajo (25) a lo largo de su cara inferior, el cual, comienza en la proximidad de una extremidad y termina en la proximidad de la otra extremidad. En cada extremidad la tapa central y el rebajo (25) se comunica con el exterior a través de un orificio (26 y 26'). Estos orificios (26 y 26') coinciden con las ranuras (24) de las dos tapas laterales (4), previstas para el paso de la fibra óptica (véase Fig. 3). En las ubicaciones coincidentes con el transductor (18) de presión diferencial y el transductor (7) de doble presión y temperatura, el rebajo (25) se ensancha para permitir el alojamiento de los mismos. Dentro del rebajo (25) existen, además dos resaltos (28) previstos para enrollar la fibra óptica. La tapa central (5) presenta, además, un orificio (36) (véase Fig. 4) coincidente con el transductor doble (7) de presión y temperatura de manera de permitir que éste lleve a cabo la lectura de presión y temperatura en el espacio anular del pozo donde está insertado el mandril híbrido (30). Entre la tapa central (5) y el transductor doble (7) de presión y temperatura está insertado un anillo de obturación (39) de manera de aislar interferencias con la lectura efectuada por el transductor doble (7) de presión y temperatura en el exterior del mandril híbrido (30). En caso que sea necesario, el orificio (36) puede ser cerrado con un tampón (37) y un anillo tipo o'ring (38).

El venturi insertable (12) se presenta en dos tipos: uno para inyección (12a) ilustrado en las Figuras 7a a 7c, y otro para producción (12b), ilustrado en las Figuras 8a a 8c. El primer venturi, para ser usado en operaciones de inyección de fluidos en pozos y el segundo venturi para ser usado en las operaciones de extracción de petróleo. Cualquiera de los dos tipos tiene la misma construcción básica. Externamente tienen un perfil cilíndrico e internamente presentan una reducción recta de sección transversal, para producir el efecto venturi. Además de estos dos tipos también fue desarrollado otro tipo de venturi conocido como obturador (pack off) (29), ilustrado en las Figuras 5a a 5c. Este obturador (pack

off) (29) es un tipo de venturi ciego que tiene la finalidad de proteger los sensores ópticos para que los mismos no sean deteriorados cuando la columna de producción de pozo de petróleo es presurizada para asentar el cabezal obturador (packer).

El venturi insertable (12a) de inyección presenta varias ranuras a lo largo de su periferia exterior. Una primera ranura (16) se comunica con cuatro orificios que parten de la sección transversal de menor diámetro del venturi y, después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), queda alineada con los dos orificios (19). Próximas a esta primera ranura se encuentran otras dos ranuras (31), una de cada lado, que alojan los anillos tipo *o'ring* para producir una obturación perfecta contra la pared interior del mandril híbrido (30), de manera de aislar interferencias con la lectura realizada por el transductor (18) de presión diferencial. Más hacia la izquierda se encuentra una cuarta ranura periférica (32), la cual, después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), queda alineada con el segundo de los dos orificios (19), de esta ranura parten cuatro ranuras longitudinales (33) que se extienden hasta cuatro hendiduras transversales (34), las cuales se comunican con el interior del venturi insertable (12a) de inyección en su sección transversal de mayor diámetro. Después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), una de estas hendiduras transversales (34) queda alineada con el orificio (20), permitiendo al transductor doble (7) de presión y temperatura medir temperatura y presión en el interior de la columna de pozo. En el caso del transductor doble (7) de presión y temperatura la alineación de las hendiduras transversales (34) con el orificio (20) junto al venturi insertable (12) solamente existe para que la toma de presión no sea obstruida, o sea, para que haya comunicación del transductor duplo (7) de presión y temperatura con la columna de pozo. Por lo tanto, la presión que reina en este punto es transmitida a través de la hendidura transversal (34), de la ranura longitudinal (33) y la cuarta ranura (32) al segundo de los dos orificios (19), permitiendo al transductor (18) de presión diferencial medir la presión diferencial entre la mayor y menor sección transversal de venturi. Hacia la izquierda de las hendiduras transversales (34) se ubica una quinta ranura periférica (35) que también recibe un anillo de tipo *o'ring*. Este último anillo de tipo *o'ring*, juntamente con el anillo de tipo *o'ring* hacia la

izquierda de la primera ranura (16), produce una segunda área vedada para evitar interferencias entre las lecturas de los dos transductores (7 y 18).

El venturi insertable (12b) de producción puede ser configurado en forma similar al venturi insertable (12a) de inyección, sin embargo con su perfil girado en 180° y presentando mayor dimensión. Como el mismo precisa resistir la fuerte presión de abajo hacia arriba ejercida por el petróleo en extracción, el venturi insertable (12b) de producción recibe un sujetador (42) provisto con trabas (43) que tienen la finalidad de sujetarlo en el mandril híbrido (30), impidiendo que el petróleo en extracción lo empuje. El sujetador (42) es encastrado en el venturi insertable (12b) de producción, como se ha indicado en las Figuras 8a y 8b. La mayor dimensión longitudinal del venturi insertable (12b) de producción se debe al acrecimiento producido por el sujetador (42).

Se resalta que el venturi insertable (12a) de inyección recibe presión de arriba hacia abajo por el fluido que está siendo inyectado en el pozo y por eso no precisa tener trabas porque una diferencia sutil de diámetro al final del cuerpo de venturi de inyección asienta el venturi en el mandril, impidiendo que el venturi insertable (12a) de inyección sea empujado por el fluido.

El transductor (7) de tipo doble presión y doble temperatura, llamado 2P2T, permite medir presión y temperatura tanto en el espacio anular como en la columna de producción en un pozo de petróleo. La lectura de este transductor duplo (7) de presión y temperatura es realizada utilizando un equipo de lectura óptica, también conocido como sistema de adquisición de datos, descrito en el documento de patente brasilera PI 0403268-3.

La lectura de la presión y de la temperatura en el espacio anular y en la columna se realiza por el sistema de adquisición de datos ópticos, descrito en la patente brasilera PI 0403268-3, el cual lee la variación de longitud de onda de la red de Bragg de los sensores ópticos a través de una ecuación de calibración, siendo esta variación de longitud de onda transformada en presión y temperatura.

Ocorre un proceso similar con el caudal: el sistema de lectura óptico lee la variación de la longitud de onda en dos tomas, siendo esa diferencia de longitud de onda transformada a través de una ecuación de calibración en diferencia de presión. Por la ecuación de Bernoulli, ya conocida en física, la diferencia de presión es transformada en caudal.

El transductor (18) de presión diferencial, para medición de presión diferencial, es similar al descrito en el documento de patente brasileiro PI 0403786-3.

El mandril híbrido (30) de la presente invención trabaja con venturis insertables (12), que tienen diferentes valores de betas (beta significa la relación entre el mayor y menor diámetro del venturi), de manera de adecuarlo al caudal del pozo donde está instalado. Los venturis insertables (12) que son utilizados en los mandriles híbridos pueden poseer diferentes betas que correspondan a diferentes caudales. Entre los varios tipos de venturis insertables (12), los más comunes son de beta 0,21; 0,4; 0,5 y 0,6 (producción e inyección de cada uno).

El principio de funcionamiento de la medición de caudal es el siguiente: la circulación del fluido a través del venturi genera a causa de diferencias de velocidades en las tomas de presión internas, un diferencial de presión entre el mayor diámetro y el menor diámetro del venturi (betas). Esa diferencia de presión es medida en el transductor diferencial de presión óptico que traduce la diferencia de presión en variación de longitud de onda. El sistema de lectura en la superficie mide esta variación y en función de las constantes de calibración de este sensor transforma la variación de longitud de onda óptica en una medida diferencial de presión. En base a la medición de diferencial de presión, se calcula por medio de ecuaciones de venturi el caudal propiamente dicho. La medida de caudal puede ser por flujo ascendente o descendente, o sea, de acuerdo con el sentido de flujo el sensor puede medir en ambas direcciones. Los venturis insertables (12) del mandril híbrido (30) son contruidos para varios tipos de betas (relación matemática entre el menor diámetro y el mayor diámetro del venturi).

Una herramienta especial fue desarrollada para insertar y extraer los venturis insertables (12), llamada herramienta GS (17), la cual está ilustrada en las Figuras 6a hasta 6d, y es utilizada en conjunto con la ya conocida operación por alambre (*wire line*). Esta herramienta GS (17) desciende, asienta, coloca y retira cualquier tipo de venturi insertable (12), inclusive el venturi ciego (*pack off*) (29), en la posición de descenso. Esta herramienta posee garras (44) en su punta que están diseñadas para asentar y trabar en un collar interior de pesca (55) – ilustrado en detalle en la Figura 7c – del venturi insertable (12). La herramienta GS (17) es usada simplemente introduciendo las garras (44) y un núcleo (45)

dentro del collar interior de pesca (55) del venturi insertable (12). Las garras (44) se retraen comprimiendo un resorte de garras (46) al hacer tope en la parte anular superior biselada del venturi insertable (12) y se esconden en el núcleo (45). Las garras (44) al alcanzar la restricción y debido a la expansión del resorte (46), engatillan dentro de la restricción del collar interior de pesca (55) del venturi insertable (12) listo para su aplicación (colocación del venturi insertable). Cuando el venturi insertable (12) está debidamente colocado en su lugar de fijación, se aplican golpes hacia abajo rompiendo una espiga de rotura por cizallamiento (47) y el núcleo (45) se mueve hacia abajo escondiendo las garras (44) con la expansión del resorte (46) que mantiene el núcleo en su posición inferior.

Para retirar el venturi insertable (12), se debe colocar una nueva espiga de rotura por cizallamiento (47) y hacer descender la herramienta GS (17). Cuando la herramienta GS (17) encuentra la restricción del venturi insertable (12), se aplican sucesivos golpes o percusiones hacia abajo hasta que tenga lugar el encastre del venturi insertable (12) en la herramienta GS (17). Cuando la herramienta GS (17) encaja en el venturi insertable (12), éste es tirado hacia arriba y retirado. Por estas características, la herramienta GS (17) puede ser utilizada en operaciones de pesca externa.

La herramienta GS (17) comprende además un collar de pesca (48), un tornillo de fijación (49), un elemento tubular superior (50), un resorte de cilindro (51), un elemento de retención de resorte (52), un elemento de retención de garras (53) y un cilindro hueco (54).

El collar de pesca (48) está diseñado de manera que en caso que la herramienta GS (17) se suelte de la línea de alambre (*wire line*), sea posible recuperarla mediante una herramienta de recuperación externa. El tornillo de fijación (49) sirve para evitar que el collar de pesca (48) se desenrosque del núcleo (45) o sea para que el collar de pesca (48) no se afloje del núcleo (45). El elemento tubular superior (50) es la parte superior que se desplaza de la herramienta GS (17). El resorte de cilindro (51) sirve para desplazar toda la parte móvil de la herramienta GS (17). El elemento de retención de resorte (52) es una parte componente de la herramienta GS (17) que mantiene el resorte comprimido contra la espiga de rotura por cizallamiento (47). El elemento de retención (53) de las garras sirve para mantener las garras (44) correctamente posicionadas y

equidistantes. El cilindro hueco (54) es la parte externa de la herramienta que mueve todas las partes móviles de la herramienta GS (17).

Ejemplo de aplicación

El equipo para medición de doble temperatura y presión y para medición del caudal en pozos de petróleo fue sometido a ensayos de calificación realizados en una cámara termo-hiperbárica que reproduce las condiciones de un pozo de petróleo bajo sollicitaciones térmicas y de presión hidrostática interna y externa. El término presión interna es utilizado en referencia a una presión aplicada en el interior del mandril híbrido (columna), mientras que el término presión externa se refiere a una presión aplicada en el interior de la cámara termo-hiperbárica, por lo tanto externa al mandril híbrido (espacio anular). En este ensayo hidrostático la presión interna fue aplicada hasta un valor de 7.500 psi durante 10 minutos a temperatura ambiente, siendo registradas las mediciones de temperatura y de presión de los transductores de referencia de la cámara. A continuación la presión fue reducida a 0 y la temperatura elevada a 90°C. Se aplicó entonces 7.500 psi durante 10 minutos y se redujo rápidamente la presión a cero. Como el mandril híbrido (30) no presentó fugas o pérdidas de presión, el mismo fue considerado aprobado. La presión externa fue aplicada hasta un valor de 7.500 psi durante 10 minutos a temperatura ambiente, siendo registradas las mediciones de temperatura y de presión de los transductores de referencia de la cámara. A continuación la presión fue reducida a cero y la temperatura elevada a 90°C. Se aplicó entonces 7.500 psi durante 10 minutos y se redujo rápidamente la presión a cero. Como el mandril híbrido (30) no presentó fugas o pérdidas de presión, el mismo fue considerado aprobado.

Aunque el equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal y respectiva herramienta de manipulación que acaban de ser descritos con relación a los ejemplos y diseños adjuntos, sean la forma de realización preferida de la invención, se comprenderá que diferentes modificaciones podrán ser introducidas sin salir del ámbito de su protección, pudiendo algunos elementos ser substituidos por otros con la misma función técnica, en especial los materiales utilizados, sus dimensiones, formas y proporciones.

REIVINDICACIONES

1. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, CARACTERIZADO porque comprende un mandril híbrido (30) en el cual son alojados un sensor óptico de doble presión y temperatura y un sensor de presión diferencial, en donde el mandril híbrido (30) está constituido por los siguientes componentes: cuerpo superior (1), cuerpo central (2), cuerpo inferior (3), tapa central (5), dos tapas laterales (4), venturi insertable (12), transductor doble de presión y temperatura (7) y transductor (18) de presión diferencial, y en donde:

- el cuerpo superior (1) y el cuerpo inferior (3) son fijados cada uno por una extremidad del cuerpo central (5), formando una pieza única;
- el venturi insertable (12) es fijado de manera removible, en el interior del cuerpo central (2);
- el cuerpo superior (1), cuerpo central (2), cuerpo inferior (3) presentan su superficie superior plana, en la cual son fijadas una primera tapa de las tapas laterales (4), la tapa central (5) y la segunda tapa lateral (4);
- el transductor doble (7) de presión y temperatura y el transductor (18) de presión diferencial son fijados a la cara superior del cuerpo central (2), quedando los mismos alojados dentro de un rebajo (25) de la tapa central (5).

2. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el cuerpo central (2) presenta, en su cara superior, dos orificios (2) que se comunican con el interior del venturi insertable (12) y con el transductor (18) de presión diferencial, y un tercer orificio (20) que se comunica con el interior del mandril híbrido (30) y con el transductor doble (7) de presión y temperatura.

3. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el cuerpo central (2) tiene, además, orificios roscados (21) en su cara superior para la fijación de tornillos de fijación (6) de la tapa central (5) y de tornillos (9) del transductor de presión diferencial (18) y del transductor de doble (7) presión y temperatura.

4. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la tapa central (5) presenta un orificio (36) coincidente con el transductor doble (7) de presión y temperatura.

5. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo

con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque los cuerpos inferiores (3) y superior (1) tienen como finalidad principal permitir la conexión del mandril híbrido (30) a la columna de producción de petróleo, presentando para tal rosca exterior en la extremidad del cuerpo inferior (3) y rosca interior en la extremidad del cuerpo superior (1).

6. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las tapas laterales (4) tienen ranuras (24) en su cara interior.

7. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la tapa central (5) presenta un rebajo (25) a lo largo de su lado inferior, el cual comienza próximo a una extremidad y termina próximo a otra extremidad; en cada extremidad de la tapa central (5) el rebajo (25) se comunica con el exterior por medio de orificios (26, 26'), cada uno de los cuales coincide con la hendidura (24) de las dos tapas laterales (4), para el paso de la fibra óptica; en las ubicaciones coincidentes (18) de presión diferencial y con los transductores (7) de doble presión y temperatura, el rebajo (25) se ensancha para permitir el encastre de los mismos; y porque presenta dentro del rebajo (25) dos resaltos (28) previstos para enrollar la fibra óptica.

8. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el venturi insertable (12) puede ser insertado y retirado del mandril híbrido (30) por medio de una herramienta especial llamada herramienta GS (17).

9. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque comprende dos tipos de venturi insertable (12), uno para inyección (12a) y otro para producción (12b).

10. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 9, CARACTERIZADO porque los dos tipos de venturi tienen la misma construcción básica, externamente un perfil cilíndrico e internamente una reducción recta de sección transversal.

11. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 9, CARACTERIZADO porque el venturi insertable (12a) de inyección presenta varias ranuras a lo largo de su periferia exterior, en donde:

- una primera ranura (16) se comunica con cuatro orificios que parten de la sección transversal de menor diámetro del venturi y, después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), dicha primera ranura queda alineada con uno de los dos orificios (19);

- dos ranuras adicionales (31), próximas a dicha primera ranura, una de cada lado, las cuales alojan anillos de obturación de tipo "o" ring para producir una obturación perfecta contra la pared interna del mandril híbrido (30);

- una cuarta ranura (32), la cual después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), queda alineada con el segundo de los dos orificios (19);

- de esta cuarta ranura (32), parten cuatro ranuras longitudinales (33) que se extienden hasta cuatro escotaduras transversales (34), las cuales se comunican con el interior del venturi insertable (12a) de inyección en su sección transversal de mayor diámetro y, después del montaje del venturi insertable (12a) de inyección en el mandril híbrido (30), una de esas escotaduras transversales (34) queda alineada con el orificio (20);

- la presión reinante en este punto corriente arriba del venturi es transmitida a través de la escotadura transversal (34), de la ranura longitudinal (33) y de la cuarta ranura (32) al segundo de los orificios (19), permitiendo al transductor (18) de presión diferencial medir la presión diferencial entre la mayor y la menor sección transversal del venturi;

- a la izquierda de las escotaduras transversales (34) queda ubicada una quinta ranura (35) que también aloja un anillo de obturación de tipo "o" ring, el cual conjuntamente con el anillo de obturación de tipo "o" ring a la izquierda de la primera ranura (16) produce una segunda área de obturación.

12. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 10, CARACTERIZADO porque el venturi insertable (12b) de producción posee una configuración idéntica al venturi insertable (12) de inyección, sin embargo con su perfil girado en 180° y con mayor dimensión longitudinal para recibir un dispositivo de apriete (42) provisto con trabas (43) para acoplarlo al mandril híbrido (30), impidiendo que el petróleo en extracción lo empuje.

13. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo

con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque comprende un tercer tipo de venturi conocido como obturador (pack off) (29), el cual es un tipo de venturi ciego.

14. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1 CARACTERIZADO porque la estructura del mandril híbrido (30), los elementos de unión de sus diferentes partes y los elementos de obturación en sus diferentes partes, son adecuados para soportar altas presiones y elevadas temperaturas.

15. Equipo para medición óptica de doble temperatura y presión y de caudal, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque en las partes laterales de los cuerpos central (2), superior (1), e inferior (3), se proveen ranuras externas (23), en las cuales son encastrados los cables de fibras ópticas, y después de la colocación de los cables en las ranuras (23), estas últimas reciben tapas (13) que son fijadas, respectivamente, en los cuerpos central (2), superior (1) e inferior (3),

SML\SML\ID-231843\WPC17300