

CAVELIER

ABOGADOS

EDIFICIO SISKI

CARRERA 4 No. 72-35

BOGOTÁ 8, COLOMBIA

WEB SITE: www.cavelier.com

E-MAIL: cavelier@cavelier.com

TELEFONO: (57) (1) 347-3611

TELEFAX: (57) (1) 211-8650 (57) (1) 540-0860

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

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación: 05.090.935
Fecha (MM/AA): 2005-12-12 17:11:18
Trámite: 002 PATENTES D 1 RESISTIDA/ 329 COMPLETA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Folios: 62

Trámite :002

Evento :001

Actuación:329

Referencia : Expediente No. 05.090.935
Asunto : Solicitud de patente para TRANSDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL A FIBRA OPTICA
Solicitante : PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS
Fecha solicitud : 8 de septiembre de 2005

1. Yo, Emilio FERRERO, obrando como apoderado del solicitante en el asunto antes identificado, presento junto con este escrito, copia certificada de la solicitud de patente en Brasil No PI 0403786-3 de 9 de septiembre de 2004 cuya prioridad invoco en el asunto de la referencia acompañada de la traducción de las reivindicaciones

Bogotá,
Señora Jefe,



EMILIO FERRERO
T.P.A. No. 31.929

COLO 00795-801-026-1

OCB/JJR/

ID-000513/WPCL0795



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Patentes

CÓPIA OFICIAL

PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

O documento anexo é a cópia fiel de um
 Pedido de Patente de Invenção.
 Regularmente depositado no Instituto
 Nacional da Propriedade Industrial, sob
 Número PI 0403786-3 de 09/09/2004.

Rio de Janeiro, 02 de Setembro de 2005.


Oscar Paulo Bueno
 Chefe do SEPDOC
 Mat: 0449117



3. 11-11-RJ/SEDE

- 9 SET 12 32 009169

Protocolo

DEPÓSITO DE PATENTES

Número (21)

DEPÓSITO

Pedido de Patente ou de
Certificado de Adição



PI0403786-3

depósito / /

Indique o número e data de depósito)

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. Depositante (71):

1.1 Nome: PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS

1.2 Qualificação: INDÚSTRIA

1.3 CNPJ/CPF: 33.000.167/0819-42

1.4 Endereço completo: Av. República do Chile, 65 Centro Rio de Janeiro RJ BRASIL

1.5 Telefone: 3865-6023

FAX : 3865-6794

☐ continua em folha anexa

2. Natureza:

☒ 2.1 Invenção ☐ 2.1.1 Certificado de Adição ☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: INVENÇÃO

3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):

TRANSDUTOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL A FIBRA ÓPTICA

☐ continua em folha anexa

4. Pedido de Divisão do pedido nº.

, de / /

5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:

Nº de depósito

Data de Depósito

/ /

(66)

6. Prioridade - O depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito
		/ /
		/ /
		/ /

☐ continua em folha anexa

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

7. Inventor (72):

() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: JOSE LUIZ ARIAS VIDAL

7.2 Qualificação: ENGENHEIRO ELETRÔNICO

7.3 Endereço: RUA CONDE DE BONFIM, 101, apto.1001 TIJUCA RIO DE JANEIRO RJ
BRASIL

7.4 CEP: 20520-050

7.5 Telefone

☒ continua em folha anexa

8. Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:

☐ em anexo

9. Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):

art. 12 da LPI e item 2 do ato Normativo nº 127/97:

☐ em anexo

10. Procurador (74):

0.1 Nome e CPF/CGC: ANTÔNIO CLÁUDIO CORREA MEYER SANT'ANNA

098.506.001-87

10.2 Endereço: CIDADE UNIVERSITÁRIA, QUADRA 7, ILHA DO FUNDÃO RIO
DE JANEIRO

10.3 CEP: 21949-900

10.4 Telefone

11. Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):

(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

☒	11.1 Guia de recolhimento	1 fls.	☒	11.5 Relatório descritivo	22 fls.
☒	11.2 Procuração	2 fls.	☒	11.6 Reivindicações	7 fls.
	11.3 Documentos de prioridade	0 fls.	☒	11.7 Desenhos	19 fls.
	11.4 Doc. de contrato de trabalho	0 fls.	☒	11.8 Resumo	1 fls.
	11.9 Outros (especificar):				0 fls.
	11.10 Total de folhas anexadas:				52 fls.

12. Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras

08/09/2004

Local e Data

ANTÔNIO CLÁUDIO C. M. SANT'ANNA
Assinatura do titular
Gerente de Propriedade Intelectual
Petrobras Brasileira S.A. - RJ/00000000

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

ANEXO DE INVENT RES

Título: TRANSDUTOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL A FIBRA ÓPTICA

Página: 1

Nome: MANOEL FELICIANO DA SILVA JUNIOR

Qualificação: ENGENHEIRO

Endereço: RUA MAXWELL, 113/102 VILA ISABEL RIO DE JANEIRO RJ BRASIL

Cep: 20541-100 Telefone: 3865-6538

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 420.335.864-72

Nome: RICARDO MUNOZ FREITAS

Qualificação: ENGENHEIRO ELETRÔNICO

Endereço: RUA URUGUAI, 246, apto.801 TIJUCA RIO DE JANEIRO RJ BRASIL

Cep: 22441-030 Telefone:

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 610963777-72

Nome: ARTHUR MARTINS BARBOSA BRAGA

Qualificação: PROFESSOR

Endereço: RUA CUPERTINO DURAÕ, 104/501 LEBLON RIO DE JANEIRO RJ BRASIL

Cep: 22441-030 Telefone: 2259-5168

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 610.963.777-72

Nome: LUIZ CARLOS GUEDES VALENTE

Qualificação: FÍSICO

Endereço: RUA POMPEU LOUREIRO, 98/COB. 01 COPACABANA RIO DE JANEIRO RJ BRASIL

Cep: 22061-000 Telefone: 3114-1786

Nac: BRASILEIRO

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 628790817-34

Nome: ROBERTH WALDO ANGULO LLERENA

Qualificação: ENGENHEIRO MECÂNICO

Endereço: RUA BARATA RIBEIRO, 60 / 703 COPACABANA RIO DE JANEIRO RJ BRASIL

Cep: 22011-000 Telefone:

Nac: PERUANA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 054397807-93

4

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

TRANSDUTOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL A FIBRA ÓPTICA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um transdutor de pressão diferencial a fibra óptica para utilização em um medidor de vazão (tipo Venturi) de produção ou injeção de fluidos no interior dos poços de petróleo. O transdutor de pressão diferencial é à base de fibra óptica contendo pelo menos uma rede de Bragg.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Entre os muitos tipos de medidores de vazão o medidor de vazão a pressão diferencial é dos mais conhecidos. Um dos elementos que fazem parte deste tipo de medidor é um dispositivo mediante o qual se produz um diferencial de pressão (Venturi, placa de orifícios, bocal); o outro elemento importante é o transdutor de pressão, encarregado de registrar a variação de pressão (perda de carga) produzida quando o fluido escoar através de um venturi.

A literatura de patentes apresenta vários documentos sobre o assunto.

A patente US 4.899.046 ensina um sensor em que uma cavidade selada é formada de duas meias cavidades (20,22) com flanges que permitem que sejam unidas. As duas meias cavidades dão forma às câmaras (26,28) que são separadas por um diafragma (24). A periferia do diafragma é vedada pela junção entre as duas meias cavidades. Tomadas de pressão (30, 32) para cada câmara permitem a comunicação do líquido com as câmaras, cuja diferença de pressão deverá ser medida. Um guia óptico (34) é colado ao diafragma de modo que as diferenças de pressão sejam a ele transmitidas. A luz é enviada por uma fonte (40) a um conversor opto-eletrônico (42) acoplado a um circuito processador de sinais (44) e a um indicador (45). À medida que o diafragma se deforma sob pressão, a luz através do guia irá sendo atenuada.

A publicação internacional WO9944026 (US 6.563.970) ensina redes de Bragg para o sensoriamento de temperatura e pressão em poços do petróleo. A novidade nesta invenção é que os apoios (5a, 5b) formam um corpo pressurizado (7a, 7b) que converte a pressão circunvizinha de um meio (11) em expansão ou compressão longitudinal da fibra do sensor de pressão (3). O sensor (1) compreende uma câmara isolada de pressão, com a entrada da fibra (16) lacrada pela força da própria pressão. Uma fibra detecta a pressão e a temperatura. A fibra do sensor de temperatura (19) inclui uma FBG (20). O corpo pressurizado

6

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

compreende um cilindro de pressão (7a, 7b), cuja cavidade (9) tem uma abertura (118), e as superfícies da extremidade (8a, 8b) são conectadas aos portadores da fibra (6a, 6b). O primeiro apoio (5a) é um cilindro (7a) expansível pela pressão interna; o segundo é um cilindro exterior (7b) isolado do meio circunvizinho (11);
5 ambos são presos à parede do transdutor (14) e encapsulados pela embalagem do mesmo. Alternativamente, em um arranjo similar, o cilindro exterior é comprimido pela pressão externa. São descritas variações adicionais baseadas em princípios similares. Diversos transdutores de diferentes comprimentos de onda de Bragg são acoplados por fibras ópticas para uma larga faixa de fonte de
10 luz (40) a uma unidade detectora. Esta inclui um multiplexador e um detector de comprimento de onda conectado à instrumentação eletrônica. O corpo pressurizado está cheio de óleo de silicone, e a câmara isolada de pressão contém gás a pressão baixa ou a vácuo. Segundo seus inventores, este sensor poderia ser usado para medir pressões e temperaturas em poços de óleo acima
15 de 100 MPa (14500 psi) e até 170°C.

No sensor descrito na publicação internacional WO 0114843-A1, pelo menos duas redes de Bragg são empregadas. Neste sensor de pressão, o uso de duas redes permite a compensação para variações de temperatura e possíveis efeitos sobre o comprimento de onda das FBGs devido ao contato com gases, possivelmente H₂. O elemento de transferência da pressão converte a pressão de um meio em uma expansão ou compressão longitudinal de pelo menos uma
20 seção da fibra óptica contendo uma rede de Bragg. O sensor objeto da invenção é usado para medir altas pressões, isto é, na região de 100 MPa (14500 psi), especialmente em poços de petróleo ou gás natural.

Na publicação internacional WO 0033048-A2 é proposto um sensor de pressão a fibra óptica utilizando redes de Bragg, também visando aplicações em poços. Uma fibra óptica com duas FBGs é utilizada. A seção da fibra contendo uma das redes de Bragg é fixada, através de uma cola a base de epóxi, a um detector de pressão. A deformação elástica do detector é transmitida para a FBG
25 ao longo de sua linha central longitudinal, de modo que na FBG são desenvolvidas restrições mecânicas correspondentes à deformação. O comprimento de onda característico da refletância da FBG é mudado de acordo com as restrições mecânicas. Uma outra FBG é colocada no detector de pressão
30

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

para registrar a temperatura ambiental. Segundo os autores, este sensor é adequado para altas pressões, e pode ser usado para medir a pressão em poços, motores, câmaras de combustão, e outros ambientes.

Na patente US 6.597.821 é ensinado um sensor de pressão diferencial que emprega um laser a fibra, e compreende uma fonte de luz, fibras de alimentação, um laser a fibra formado por pelo menos dois refletores nas extremidades, um detector e um analisador. O princípio de medição baseia-se no batimento induzido por birrefringência. A invenção tem como aplicação indicada por seus inventores a medição de pressão em poços de petróleo.

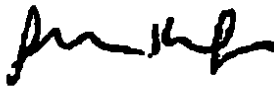
A literatura científica reporta um artigo por Lim, J., Yang, Q. P., Jones, B.E., and Jackson, P.R, "DP Flow using Optical Fiber Bragg Grating," *Sensors and Actuators A*, vol. 92, pp 102 - 108, 2001, onde é relatado o desenvolvimento de um sensor óptico de vazão a pressão diferencial. O sensor de pressão diferencial emprega duas redes de Bragg em fibra óptica simples, que são montadas nos dois lados do diafragma do sensor diferencial. O sinal da vazão é obtido pela mudança dos comprimentos de onda das duas FBGs. O sensor foi testado com velocidades de fluxo de 800 cm³/s com a temperatura variando entre 25°C e 75°C, com diferencial de pressão máximo de 0,08 Mpa (12 psi), produzidos por uma placa de orifício. Também foi testado como um sistema de monitoração para uma válvula hidráulica, com velocidade do fluido acima de 6 cm³/s e à pressão de 0,7 MPa (100 psi). A principal diferença entre o transdutor diferencial proposto pelos autores do artigo acima e o sensor proposto na presente invenção é que, ao contrário do sensor relatado por Lim et al, que empregou FBGs em série com auxílio de um acoplador óptico, no sensor da Requerente as redes de Bragg fixadas em lados opostos do diafragma são posicionadas em série numa mesma fibra óptica. Este arranjo em série facilita a integração (e reduz perdas por inserção) com os demais sensores a rede de Bragg do sistema de completação óptica inteligente desenvolvido pela Requerente.

Assim, apesar dos desenvolvimentos da técnica, ainda há necessidade de um transdutor de pressão diferencial a fibra óptica em que uma pressão diferencial gerada por um dispositivo tipo Venturi age diretamente sobre a superfície de um diafragma, que é flexionado, a deformação produzida pela ação

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

da pressão na superfície do diafragma sendo relacionada linearmente com a pressão aplicada e transformada em deformação óptica usando uma FBG montada no centro do diafragma no lado que está em tensão, enquanto uma segunda FBG montada na superfície do diafragma que se encontra em compressão é usada para medir a temperatura, efetuando uma compensação para a temperatura, tal transdutor de pressão diferencial sendo descrito e reivindicado no presente pedido.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De um modo amplo, em uma modalidade a invenção trata de um transdutor de pressão diferencial a fibra óptica contendo pelo menos uma rede de Bragg (FBG), destinado a medir um diferencial de pressão em um duto percorrido por um fluido, dito transdutor compreendendo:

a) Um corpo principal, dotado de:

i) um furo vazado;

ii) de modo simétrico ao dito furo, um rebaixo, contendo no meio um diafragma para fixar a pelo menos uma FBG, dito corpo sendo conectado a

b) uma tampa, dotada de rebaixo com extremos coincidentes e de mesma dimensão que o furo vazado e o rebaixo do corpo, e de sulco para alojar selo mecânico para vedação da parte superior do transdutor e também para comunicar dito furo vazado a uma das superfícies do diafragma submetidas a ação da pressão, a outra superfície do diafragma estando em contato com uma outra tomada de pressão, o corpo e a tampa sendo montados e fixados a um mandril com auxílio de dispositivos de fixação através de orifícios, e onde

a fibra óptica contendo a pelo menos uma FBG percorre furos no corpo do transdutor de tal forma que a dita FBG esteja exatamente sobre as superfícies do diafragma, o trajeto da fibra compreendendo ingressar por um furo numa das laterais do corpo do transdutor, passar através do diafragma, seguir até o furo vazado, circundar dito furo em uma espiral feita nas paredes do corpo; e tomar a

9

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

entrar em direção à outra superfície do diafragma e finalmente sair, para ser conectada a outro transdutor ou ao sistema de medição.

Assim, a invenção provê um transdutor de pressão diferencial para medir uma queda de pressão em um duto, o transdutor contendo redes de Bragg coladas em lados opostos de um diafragma, que é parte integrante do corpo do transdutor, posicionadas em série em uma mesma fibra óptica.

A invenção provê também um transdutor de pressão diferencial para medir uma queda de pressão em um duto, onde a diferença de pressão age diretamente sobre a superfície de um diafragma, que é então flexionado, a deformação produzida sendo relacionada linearmente com a pressão aplicada e transformada em deformação óptica usando a FBG montada no centro do diafragma em uma das suas superfícies, no lado que está em tensão.

A invenção provê ainda um transdutor de pressão diferencial para medir uma queda de pressão em um duto com possibilidade de ser usado como transdutor de temperatura usando uma segunda FBG, com comprimento de onda diferente da primeira, colocada na outra superfície do diafragma, que se encontra em compressão, de modo a estabelecer uma compensação para a temperatura.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa ilustra o transdutor de pressão diferencial da invenção e a disposição do mesmo junto a um duto onde é efetuado um diferencial de pressão ΔP . As FIGURAS 1 A até 1C ilustram valores decrescentes do valor de ΔP .

A FIGURA 2 anexa ilustra o diafragma do transdutor de pressão diferencial que será deformado por ação do ΔP no fluxo de um fluido que circula por um duto.

A FIGURA 3A anexa ilustra uma vista em perspectiva do corpo do transdutor com um rebaixo contendo o diafragma e um furo vazado. A FIGURA 3B é um corte A-A do corpo do transdutor mostrando o trajeto da fibra óptica no interior desse corpo. A FIGURA 3C é um corte B-B do mesmo corpo, mostrando a passagem da fibra óptica no corpo do transdutor. A FIGURA 3D é um corte C-C mostrando uma outra parte da passagem da fibra óptica no corpo do transdutor.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A FIGURA 4A anexa ilustra uma vista em perspectiva da tampa do transdutor óptico (100) da invenção, com canal para selo mecânico e encaixes para dispositivos de fixação ao corpo do transdutor. A FIGURA 4B é um corte B-B da mesma tampa.

5 A FIGURA 5 ilustra o esquema de montagem da fibra óptica no transdutor (100).

A FIGURA 6A anexa ilustra um corte do selo mecânico flexível e a FIGURA 6B anexa ilustra um esquema do transdutor de pressão diferencial (200).

10 A FIGURA 7 anexa ilustra um modelo mecânico do selo mecânico, a rigidez dos elementos elásticos sendo representados por molas.

A FIGURA 8A anexa ilustra uma vista inferior do corpo do transdutor (200). A FIGURA 8B ilustra um corte B-B através da câmara C2 do corpo do transdutor (200). A FIGURA 8C é um detalhe da Figura 8B. A FIGURA 8D ilustra um corte C-C através da câmara C1 do corpo do transdutor (200). A FIGURA 8E ilustra um

15 corte A-A longitudinal passando pelas câmaras C1 e C2.

A FIGURA 9A anexa ilustra uma vista inferior da tampa do transdutor (200). A FIGURA 9B anexa ilustra um corte longitudinal A-A da tampa superior. A FIGURA 9C anexa ilustra uma vista em perspectiva da tampa superior do transdutor (200). A FIGURA 9D anexa ilustra uma vista superior da tampa inferior com os furos para as tomadas de pressão. A Figura 9E ilustra uma vista em perspectiva da tampa inferior, mostrando os furos para as tomadas de pressão, os furos para instalação em um mandril e os furos para montagem do transdutor (200).

20

A FIGURA 10A anexa ilustra uma vista explodida das partes do transdutor (200) com a tampa superior, corpo, selos mecânicos e tampa inferior. A FIGURA 10B ilustra uma vista em perspectiva do transdutor (200) montado. A FIGURA 10C é um corte longitudinal da vista em perspectiva do transdutor (200) montado.

25

A FIGURA 11A anexa ilustra o corpo do transdutor (200) mostrando o trajeto da fibra óptica. A Figura 11B mostra a perspectiva inferior do corpo encaixado na tampa superior mostrando a solda das redes pela tampa superior.

30

A FIGURA 12 anexa ilustra um corte de uma microválvula de alívio, comercial.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A FIGURA 13A anexa ilustra uma vista superior do transdutor (300) da invenção. A FIGURA 13B ilustra uma vista inferior, com o trajeto da fibra óptica.

A FIGURA 14 mostra em vista explodida o conjunto do transdutor (300), com tampa superior, corpo e tampa inferior.

5 A FIGURA 15A anexa ilustra o corpo do transdutor (300) com as microválvulas.

A FIGURA 16A anexa ilustra uma vista superior do corpo do transdutor (300). A FIGURA 16B é uma vista frontal do mesmo corpo. A FIGURA 16C é o corte A-A na Figura 16B passando pelo alojamento de uma das microválvulas. A
10 FIGURA 16D é um corte C-C na Figura 16B passando pelos alojamentos das duas microválvulas. A FIGURA 16E é um corte B-B da Figura 16A passando pelo centro das câmaras C1 e C2. A FIGURA 16F é um detalhe da parede interna do canal do selo mecânico e o adocamento nessa parede, relativo à Figura 16E. A FIGURA 16G é um detalhe do raio de adocamento do diafragma no engaste,
15 relativo à Figura 16E.

A FIGURA 17A anexa é uma vista superior do corpo do transdutor (400) da invenção. A FIGURA 17B é um corte transversal do corpo, passando pelo diafragma. A FIGURA 17C é um corte do parafuso de fixação da anilha de vedação. A FIGURA 17D é uma vista da tampa inferior do transdutor (400).

) 20 **DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

De acordo com uma modalidade, a invenção compreende, pois, um transdutor de pressão diferencial a fibra óptica contendo pelo menos uma rede de Bragg, destinado a medir um diferencial de pressão em um duto percorrido por um fluido, dito transdutor compreendendo:

25 a) um corpo principal, dotado de:

- um furo vazado;
- de modo simétrico ao dito furo, um rebaixo, dotado no meio de um diafragma para fixar a pelo menos uma FBG, dito corpo sendo conectado a:

30 b) uma tampa, dotada de rebaixo com extremos coincidentes e de mesma dimensão que o furo vazado e o rebaixo do corpo, e de um sulco para abrigar selo mecânico de vedação da parte superior do transdutor e

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

também para comunicar dito furo vazado a uma das superfícies do diafragma submetida à ação da pressão, a outra superfície do diafragma estando em contato com uma outra tomada de pressão, o corpo e a tampa sendo montados e fixados a um mandril com auxílio de dispositivos de fixação através de orifícios, e onde:

14

a fibra óptica contendo a pelo menos uma FBG percorre furos no corpo do transdutor de tal forma que a dita FBG esteja exatamente sobre as superfícies do diafragma, o trajeto da fibra compreendendo ingressar por um furo numa das laterais do corpo do transdutor, passar através do diafragma, seguir até o furo vazado, circundar dito furo em uma espiral feita nas paredes do corpo; e tomar a entrar em direção à outra superfície do diafragma e finalmente sair, para ser conectada a outro transdutor ou ao sistema de medição.

A pelo menos uma rede de Bragg é fixada ao diafragma de qualquer modo conhecido, por exemplo, por colagem.

Vantajosamente, a geometria e a forma de medição da pressão no transdutor (100, 200, 300, 400) permite que seja usado indistintamente em qualquer direção do fluxo.

Também no modo usual, a fibra óptica contendo FBG é conectada a um conector óptico para que a luz seja conduzida até a FBG e em seguida até um *wavemeter* (Medidor de Espectro Óptico) ou OSA (Optical Spectrum Analyser). O sistema é completado com um acoplador óptico para fazer as conexões ópticas entre a fonte de luz, o elemento sensor e o *wavemeter* ou OSA.

O intervalo de pressão de trabalho do transdutor da invenção está entre 0,1 e 1 MPa.

O transdutor óptico da invenção utiliza a tecnologia de fibra óptica contendo redes de Bragg (FBG).

As redes de Bragg são projetadas de forma que haja uma modulação periódica no índice de refração do núcleo da fibra óptica ao longo do comprimento dessa fibra. A rede reflete uma faixa de comprimentos de onda cujo valor no pico do espectro, λ_B , corresponde a cerca de três vezes o valor do período espacial Λ da modulação de índice, de acordo com: $\lambda_B = 2n \Lambda$, sendo $n \approx 1,5$ o índice de refração do núcleo da fibra óptica.

13

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

O comportamento das Redes de Bragg é semelhante ao de um sistema de filtro ressonante, ou seja, os comprimentos de onda que satisfazem à condição de ressonância são afetados e os demais são ignorados.

15

As redes de Bragg úteis para as finalidades da invenção compreendem as
5 redes preparadas previamente à instalação no transdutor de pressão diferencial.

A construção da rede de Bragg é efetuada expondo localmente o núcleo da fibra óptica a um padrão de interferência de dois raios de luz ultravioleta onde a orientação em relação ao eixo longitudinal da fibra óptica é tal que para a rede, os máximos e mínimos do padrão de interferência se estendem ao longo de uma
10 pequena parte da fibra em direções normais ao eixo longitudinal e que a periodicidade é aquela desejada para a rede.

O sensor é composto por uma fibra óptica monomodo usualmente para o comprimento de onda na faixa de 1300 nm a 1550 nm contendo a FBG gravada no núcleo da mesma em qualquer posição ao longo da fibra. A FBG acoplada
15 mecanicamente ao transdutor é interrogada utilizando-se um sistema óptico composto por uma fonte de luz — que pode ser um laser de banda larga (C1+C2), ou sintonizável em comprimento de onda ou uma fonte de luz com larga banda de emissão, como um LED ou uma fonte ASE — acoplada ao núcleo da fibra, e um sistema de medida da variação do comprimento de onda de Bragg — que pode
20 ser composto por um analisador de espectro ou por um sistema de medida do comprimento de onda, ou por variação da intensidade (convolução do sinal provindo da FBG com o do filtro fixo de mesmo comprimento de onda na superfície).

A medida do sinal pode ser realizada em transmissão ou em reflexão. Para
25 aplicações em fundo de poço ou em quaisquer equipamentos de difícil acesso, as medidas são realizadas em reflexão.

A partir da medição do comprimento de onda de Bragg da rede, recupera-se o valor do mensurando em questão através de uma curva de calibração que deve ser levantada previamente em laboratório antes da instalação do sensor em
30 campo.

Uma modalidade da invenção prevê o uso de duas redes de Bragg na mesma fibra óptica. As redes são escritas com comprimentos de onda diferentes.

14

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

As duas FBGs são colocadas nas superfícies do diafragma em contra fase, trazendo como consequência que uma FBG irá trabalhar a tração e a outra, a compressão. Isto permite que o transdutor seja autocompensado em relação aos efeitos da temperatura, isto é, devido às duas FBGs colocadas praticamente no mesmo ponto, o gradiente de temperatura será nulo pois a espessura do diafragma é pequena. O sistema de medição registra a diferença entre os comprimentos de onda das FBGs ($\Delta\lambda$). Para uma variação na temperatura, os picos sofrem um deslocamento no seu comprimento de onda, aumentando ou diminuindo conforme a temperatura aumentar ou diminuir respectivamente, mas como se trata do mesmo material, esse $\Delta\lambda$ permanece constante para uma determinada pressão. Esta configuração é utilizada nas modalidades (100, 200 e 300) do transdutor óptico da invenção.

Alternativamente, pelo menos duas redes e de preferência três redes são posicionadas na mesma face do diafragma. Neste caso, as parcelas dos deslocamentos espectrais das duas FBGs, $\Delta\lambda_B$, produzidas por variações de temperatura seriam também idênticas. As parcelas de $\Delta\lambda_B$ relacionadas com a deflexão do diafragma seriam, entretanto diferentes, permitindo também neste caso relacionar variações de pressão com variações na diferença espectral entre os picos dos sinais refletidos pelas duas redes. Esta alternativa é utilizada na modalidade (400) do transdutor óptico da invenção.

Durante os procedimentos de calibração não é observada a presença de histerese.

A invenção será descrita a seguir por referência às Figuras anexas.

As Figuras 1A, 1B e 1C ilustram a disposição do transdutor (100) de pressão diferencial a fibra óptica em um duto (1) por onde se desloca um fluido como petróleo. É evidente que qualquer das modalidades (100, 200, 300, 400) do transdutor da invenção pode ser utilizada para medir a pressão diferencial em um Venturi instalado no interior de um poço de petróleo.

O princípio de funcionamento do transdutor da invenção tem por base produzir uma perda de carga localizada no fluxo mediante um dispositivo (Venturi), obtendo-se dessa forma um aumento de pressão na restrição do Venturi. O valor do ΔP obtido dependerá do tamanho da restrição utilizada, como se pode ver na seqüência de Figuras 1A, 1B e 1C. Na Figura 1A ΔP terá valor

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

maior do que na Figura 1B, e por sua vez este será maior do que o valor da Figura 1C. Maior ΔP significa maiores perdas de carga.

A Figura 2 é um esquema do diafragma (2) utilizado nas modalidades do transdutor da invenção, dito diafragma (2) sendo submetido a uma pressão P_1 em um dos lados e a uma pressão P_2 no outro lado, criando um ΔP . A deflexão provocada no diafragma (2) pela resultante de P_1 e P_2 é indicada como δ Deflexão. Em transdutores comerciais, o valor de ΔP está em torno de 0,001 MPa (0,15 psi). Assim, são efetuados cálculos para determinar espessura e diâmetro para garantir que o diafragma (2) suporte as pressões sem sofrer deformações permanentes e obviamente não atinja uma condição extrema tal como a ruptura.

O material de que serão construídos o transdutor (100) e o diafragma (2) é qualquer material que seja suficientemente resistente para atender às condições de operação em poços de petróleo.

A Figura 3 se refere ao corpo principal do transdutor (100) de pressão diferencial a fibra óptica. A Figura 3A é uma vista em perspectiva do corpo principal (110) com um furo vazado (113) e um rebaixo (112) de ambos os lados do dito corpo (110). Passagens ou furos (111a, 111b) são providos desde a lateral do corpo (110) até o furo vazado (113), tangenciando as superfícies do diafragma (2) para inserir a fibra óptica (não representada) e posicionar as redes de Bragg nas regiões centrais das ditas superfícies. Um canal (114) em espiral é posicionado no furo vazado (113) para comunicar os furos (111a, 111b) permitindo a proteção e passagem da fibra óptica (não representada) de uma superfície para outra do diafragma (2). Furos (120) são providos nos quatro cantos do corpo (110) para montagem do transdutor (100) e fixação em um mandril de um duto, como uma coluna de produção e/ou injeção.

No transdutor (100) o diafragma (2) está colocado paralelo ao corpo (110).

A Figura 3B é um corte A-A longitudinal do corpo (110) passando pelo diafragma (2) e pelo furo vazado (113) mostrando passagens ou furos (111a, 111b) para a fibra óptica (não representada), o diafragma (2) e a metade do canal (114) em espiral.

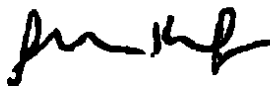
A Figura 3C é um corte B-B transversal do corpo (110) passando pelo diafragma (2) com a seção transversal dos furos (111a, 111b) para a fibra óptica (não representada).

16

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A Figura 3D é um corte C-C transversal do corpo (110) passando pelo furo vazado (113) mostrando o canal (114) em espiral com a seção transversal dos furos (111a, 111b).

18

5 A Figura 4A é uma vista em perspectiva da tampa (115) que se conecta ao corpo (110) para formar o transdutor (100). A tampa (115) é dotada de canal (116) para abrigar uma vedação tipo O-Ring e um rebaixo (117) sendo que os extremos do dito rebaixo são coincidentes e da mesma dimensão que o furo vazado (113) e o rebaixo (112). Os furos (120) são como na Figura 3A.

10 A Figura 4B é um corte B-B longitudinal da tampa (115) mostrando o canal (116) para o O-Ring e o rebaixo (117).

A geometria da tampa (115) é tal que não somente veda a parte superior do transdutor (100), mas também comunica o furo vazado (113) do corpo (110) a uma das superfícies do diafragma (2) onde a pressão atua, pois a outra superfície do diafragma (2) já está em contato com a outra tomada de pressão.

15 A conexão corpo (110)/tampa (115) do transdutor (100) é completada por furos (120) para inserção de dispositivos de fixação (não representados) que transpassam os quatro cantos do corpo (110) e da tampa (115).

20 A Figura 5 ilustra como foi idealizada a montagem das redes de Bragg (FBG) no transdutor (100): a fibra óptica (118) contendo as FBGs (118a, 118b) ingressa por um dos furos (111a ou 111b) feitos no corpo (110) de tal forma que uma FBG é posicionada na região central de uma das superfícies do diafragma (2). A fibra óptica (118) continua até chegar ao furo vazado (113) circundando esse furo através do canal em espiral (114) até chegar ao outro furo (111b ou 111a) para logo chegar até a outra superfície do diafragma (2) posicionando a
25 segunda FBG na região central dessa superfície. Em seguida a fibra óptica (118) continua no interior do dito furo (111a ou 111b) até deixar o corpo (110) para se conectar a um outro dispositivo da mesma tecnologia ou a um sistema de medição.

30 O transdutor (100) é testado em relação à vedação, medição de pressão e compensação em relação aos efeitos de temperatura, passando em todos os testes.

17

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

Na calibração do transdutor (100) é estabelecida uma relação diretamente proporcional entre ΔP e $\Delta \lambda$. Para as condições de medição empregadas, não é constatada histerese.

O transdutor (100) pode ser usado como um equipamento único, isto é, no modo monoponto ou no modo multiponto, sendo então instalado em série, desde que isto seja compatível com as técnicas de sensoriamento empregadas. A configuração do dito transdutor, ilustrada nas Figuras 3A, 3B e 3C e 4A, 4B permite que uma pluralidade desses transdutores (100) tendo uma fibra óptica contendo redes de Bragg (118a, 118b) afixadas a um diafragma (2) sejam conectados em série pela fibra óptica (118) em comum para medir pontos múltiplos de pressão diferencial no modo de sensores distribuídos. Quaisquer técnicas de multiplexação podem ser usadas para distinguir o sinal de um sensor do sinal de outro sensor, tais como multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM) ou multiplexação por divisão de tempo (TDM) ou outras técnicas de multiplexação. Nesse caso, a rede (118a/118b) em cada sensor tem um comprimento de onda de reflexão diferente.

Uma segunda modalidade da invenção é um transdutor (200) a fibra óptica contendo redes de Bragg para medição de pressão diferencial onde o diafragma (2) é isolado do fluido de processo através de um selo mecânico (201).

Na instalação do transdutor de pressão diferencial no medidor de vazão de fundo do poço o fluido de processo é água ou petróleo, que pode ainda conter gás, água e partículas de areia. O diafragma (2) deve ser isolado para que sua espessura, de décimos de milímetro, não sofra erosão ou ataque químico, reduzindo a vida útil do transdutor. Além disso, no caso de as redes de Bragg estarem coladas nas faces do diafragma (2), o adesivo não pode ser degradado pelo fluido de enchimento do selo mecânico. O fluido inerte escolhido para o preenchimento do selo mecânico é o óleo de silicone, sem estar limitado a este.

Na Figura 6A apresenta-se o desenho do selo mecânico (201) que foi projetado. O selo basicamente consiste de um anel de vedação (O-Ring) (202) e uma membrana (203) numa peça única.

Na Figura 6B mostra-se de forma esquemática a seção do transdutor de pressão (200) onde estão os selos mecânicos (201) flexíveis na posição de trabalho. A Figura 6B ilustra o corpo do transdutor (200) com as câmaras C1 e C2

28

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

e as pressões P1 e P2 atuando sobre os ditos selos (201). A câmara C1 é formada pelo volume do rebaixo (237) feito na superfície inferior (231) (Figura 8A) do corpo (230) do transdutor (200) e a superfície do diafragma (2). A câmara C2 é conformada pelos volumes correspondentes ao rebaixo (238) na superfície inferior (231) (Figura 8A) do corpo (230) do transdutor, o furo (233), o canal (243) na superfície superior (241) (Figura 11) e o rebaixo (239) feito na superfície superior (241) do corpo (230) do transdutor e a superfície oposta do diafragma (2). Ambos os volumes das câmaras C1 e C2 são iguais, é por isso a presença do pino (221) dentro do rebaixo (239) na superfície superior (241) do corpo (230) do transdutor (200).

A Figura 7 representa o modelo mecânico simplificado do selo mecânico, onde a rigidez dos elementos elásticos é representada por molas. A rigidez da câmara contendo o óleo de silicone é inversamente proporcional à compressibilidade do líquido e ao seu volume. Os dois selos mecânicos (201) flexíveis são idênticos, de modo que as molas (201') que representam ditos selos têm a mesma rigidez. Nota-se, portanto que se a rigidez das duas molas que representam as câmaras C1 e C2 forem diferentes, quando as pressões P1 e P2 forem iguais e a pressão diferencial for nula, o esforço de flexão sobre o diafragma do transdutor (200) será diferente de zero. Assim, a Figura 7 justifica o fato de que as duas câmaras C1 e C2 devam ter o mesmo volume.

As Figuras 8A até 8E e Figuras 9A até 9E ilustram vistas e cortes da modalidade (200) do transdutor da invenção.

No transdutor (200) o diafragma (2) está colocado paralelo ao corpo (230).

A modalidade (200) do transdutor da invenção compreende:

- a) tampa superior (220), dotada de pino (221) destinado a equalizar o volume das câmaras C1 e C2, e canal (222) para O-Ring de vedação;
- b) corpo (230), que compreende:
 - face inferior (231) contendo uma primeira câmara C1 inteira, e parte de uma segunda câmara C2, alojamentos (232) para os selos mecânicos (201) e furo de comunicação (233) entre as faces superior (não representada) e inferior (231) correspondentes à segunda câmara C2;
 - face superior (241) que compreende o furo (233) de comunicação entre o canal (243) e a face superior do diafragma (2) oposto à primeira

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

câmara C1, o dito furo (233), o canal (243) e face superior fazendo parte da dita segunda câmara C2;

e onde a região central do dito corpo (230) é dotada de dois furos passantes (234, 235) longitudinais, situados verticalmente um em relação ao outro, ditos furos (234, 235) sendo destinados à inserção da fibra óptica (118) contendo redes de Bragg (118a, 118b) para posicionar as ditas redes em cada uma das superfícies do diafragma (2);

- um canal (236) na face longitudinal do corpo (230) destinado a conter/proteger a fibra óptica (118) na passagem da mesma de uma face lateral para a outra face lateral do dito corpo (230);

c) tampa inferior (250) apresentando dois furos (251a, 251b) para tomadas de pressão;

d) selos mecânicos (201) flexíveis para transmitir a pressão até as superfícies do diafragma (2), os selos (201) estando colocados nos respectivos alojamentos (232) na face inferior (231) do corpo (230), ditos selos sendo pressionados pela tampa inferior (250) para fazer a vedação das câmaras C1 e C2.

O corpo (230) é ainda dotado de furos (271) para dispositivos de fixação em mandril e (272) para montagem do transdutor (200).

O furo passante (234) apresenta uma inclinação de 7° em relação ao eixo longitudinal a partir da extremidade do diafragma (2).

A Figura 8A é uma vista da face inferior (231) do corpo (230) do transdutor (200).

A Figura 8B é um corte B-B transversal do dito corpo (230) passando pela câmara C2. Nesta figura pode-se ver a seção transversal do furo (234) apresentando inclinação de 7°. O furo (235) também está representado, bem como o alojamento (232) do selo (201) e o furo de comunicação (233) entre a face superior (241) do corpo (230) e a câmara C2 que se encontra na superfície inferior (231) (Figura 8A) do dito corpo. O canal longitudinal (236) para passagem da fibra óptica pela lateral do corpo (230) também é visto.

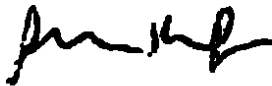
A Figura 8C é um detalhe (D) da Figura 8B mostrando o rebaixo e adoçamento na parede inferior do alojamento (232) do selo mecânico (201) para evitar cisalhamento do selo mecânico (201).

20

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A Figura 8D é um corte transversal C-C passando pelo diafragma (2) mostrando o canal (243) que junto com o furo (233) comunica a parte da câmara C2 na face inferior (231) do corpo (230) com a outra parte da câmara C2 situada na face superior do diafragma (2). Também são representados: os furos (234, 235) paralelos, isto é, o furo (234) não apresenta desvio de 7°, a seção inteira da câmara C1 e parte da câmara C2, o canal longitudinal (236) e o alojamento (232) do selo mecânico (201).

A Figura 8E é um corte longitudinal A-A passando pelas duas câmaras C1 e C2, com o furo (234), o furo (235), câmara C1 e câmara C2, os alojamentos (232) dos selos mecânicos (201), o canal (243) e o diafragma (2).

A Figura 9A mostra uma vista inferior da tampa superior (220) do transdutor (200), com o pino (221) e ranhura (223) para facilitar a passagem da fibra (118).

A Figura 9B é um corte longitudinal da tampa superior (220) do transdutor (200) com pino (221) e canal (222) para O-Ring de vedação.

A Figura 9C ilustra uma vista em perspectiva da tampa superior (220), mostrando a ranhura (223) para a entrada e/ou saída da fibra óptica (118), os furos (272) para dispositivos de fixação em um mandril de um poço e os furos (271) para dispositivos de fixação para montagem do transdutor (200).

A Figura 9D é uma vista superior da tampa inferior (250) com os furos (251a, 251b) para as tomadas de pressão.

A Figura 9E ilustra uma vista em perspectiva da tampa inferior, mostrando os furos (251a, 251b) para as tomadas de pressão, os furos (272) para instalação em um mandril e os furos (271) para montagem do transdutor (200).

A Figura 10A ilustra uma vista explodida do transdutor (200) com a tampa superior (220), corpo (230), selos (201) e tampa inferior (250).

A Figura 10B ilustra uma vista de conjunto do transdutor (200) no modo fechado.

A Figura 10C ilustra um corte longitudinal mostrando as câmaras C1 e C2, furos passantes (234, 235) para passagem da fibra óptica (118) e alojamentos (232) para os selos mecânicos (201). Também representados o pino (221), e canal (222) de O-Ring de vedação.

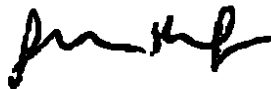
A Figura 11A mostra a face superior (241) do corpo (230) com uma câmara C2, diafragma (2), canal (243) e o trajeto da passagem da fibra óptica (118) pelos

21

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

furos (234, 235) e o canal longitudinal (236) na parte lateral do corpo (230) para proteção da fibra óptica (118).

A Figura 11B mostra o corpo (230) alojado na tampa superior (220) dotada de ranhura (223) para facilitar a passagem da fibra óptica (118).

5 Ainda uma outra modalidade da invenção é um transdutor de pressão diferencial (300) a fibra óptica contendo redes de Bragg. O transdutor (300) é dotado de duas microválvulas do tipo ilustrado na Figura 12, para efetuar redução de pressão quando esta ultrapassa um certo valor que poderia deformar o diafragma (2). A proteção contra sobre-pressão diferencial é útil quando ocorre
10 entupimento de uma das tomadas de pressão do mandril onde está inserido o Venturi ou durante uma intervenção.

A Figura 12 ilustra a microválvula de alívio, comercial, modelo PRFA 1875 100L e PRRA 1875 100L, (Lee Company) que opera de modo que quando a pressão em uma das câmaras C1/C2 do transdutor (300) ultrapassar um valor especificado (acima do qual haverá deformação permanente ou plástica do diafragma (2)), o sistema, composto de uma esfera metálica (E) e uma mola calibrada (M) se desloca de modo a permitir passagem de fluido através de um filtro (F) para reduzir a pressão.

No transdutor (300) o diafragma (2) é localizado de modo transversal em
20 relação ao corpo (360).

O transdutor de pressão diferencial (300) compreende:

- 25 a) tampa superior (370), em forma de caixa retangular, dotada de um
espaço vazado (371) para encaixe com a parte superior de um
corpo (360) e um rasgo (372) na parte central das laterais destinado
à passagem da fibra óptica (118) entrando ou saindo do corpo (360);
- 30 b) corpo (360), onde:
- i) a parte superior do mesmo é dotada de dois rebaixos
longitudinais (361) para adaptação da tampa superior (370) no
dito corpo (360) e de um rebaixo transversal (362) em forma
semi-circular;
- ii) a parte inferior do mesmo é dotada de rebaixos (366) para
acomodação dos selos mecânicos (201) e canais (365) de
vedação para ditos selos mecânicos;

93

22

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

23

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A Figura 16A ilustra o corpo (360) do transdutor (300) dotado de alojamento (364) para microválvula de alívio para equalização de pressão nas câmaras de pressão C1 e C2.

O corpo (360) é dotado de duas microválvulas de alívio colocadas em cada uma das câmaras (C1 e C2), a finalidade destas microválvulas é equalizar a pressão no transdutor quando por algum motivo a pressão em uma das câmaras ultrapasse o valor que foi calculado, desta forma se protege a integridade do diafragma (2) e se evita o rompimento da fibra óptica, garantindo a continuidade do sistema completo.

Note-se que o corpo (360) é uma única peça, sem nenhuma união ou junção, onde o diafragma (2) é usinado no próprio corpo.

A parte superior do corpo (360) apresenta dois rebaixos longitudinais (361) (Figura 13A) destinados à adaptação da tampa superior (370) no corpo (360) de modo que o transdutor (300) possa ser montado sem problemas no mandril (não representado) de uma coluna de produção e/ou injeção fabricada no menor diâmetro (2"7/8).

O corpo (360) é igualmente dotado de um rebaixo transversal (362) em forma de semi-círculo, o que permite um raio de curvatura na fibra óptica (118) que minimiza perdas de inserção da mesma na entrada e saída da fibra óptica (118) pelos furos (363a, 363b) que conduzem a fibra óptica (118) contendo redes de Bragg até as superfícies do diafragma (2) onde ditas redes são fixadas. As redes de Bragg são fixadas na parte central de cada superfície do diafragma (2).

A parte inferior do corpo (360) é dotada de rebaixos (366) para acomodação dos selos mecânicos (201) e canais (365) de vedação para ditos selos mecânicos (Figura 16E).

A Figura 16B ilustra uma vista frontal do corpo (360) com o rebaixo (361), o diafragma (2) e o alojamento (364) da microválvula (não representada).

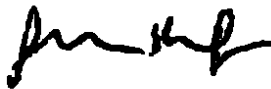
A Figura 16C é um corte A-A da Figura 16A. Nesta Figura estão representados o alojamento (367b) para o bujão (320) de vedação do alojamento (364) das microválvulas, alojamento (367d) do dispositivo de fixação das microválvulas e alojamento (364) das microválvulas. Também representada, a seção dos furos (363a, 363b) para passagem da fibra (118).

2x

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

A Figura 16D é um corte C-C da Figura 16B, com o alojamento (367a) do bujão (310) de vedação das câmaras de pressão C1 e C2 e as próprias câmaras de pressão C1 e C2 separadas pelo diafragma (2). As câmaras C1 e C2 são simétricas em relação ao diafragma (2). Ainda podem ser vistos o alojamento (367b) para o bujão (320) de vedação do alojamento (364) das microválvulas (não representadas), alojamento (367d) do dispositivo de fixação das microválvulas e alojamento (364) das microválvulas. Também está representado o alojamento (367c) do bujão (330) de vedação dos canais de comunicação (368a,368b) entre os alojamentos (364) das microválvulas e as câmaras de pressão C1 e C2. Orifícios (369a,369b) fazem a comunicação entre cada câmara C1, C2 com o respectivo selo mecânico (201). Dispositivos (373) servem para fixação ao mandril e (374) para fixação na montagem.

A Figura 16E é um corte B-B da Figura 16A. Nesta Figura pode-se observar a simetria das câmaras de pressão C1 e C2 em relação ao diafragma (2), alojamento (367a) do bujão (310) de vedação das câmaras de pressão C1 e C2, furos (363a, 363b) para passagem da fibra óptica (118) levando as redes de Bragg até as superfícies do diafragma (2); seções transversais dos canais de comunicação (368a, 368b) entre as microválvulas e as câmaras de pressão C1 e C2; seção transversal dos rebaiços (366) para acomodação dos selos mecânicos (201) e canais (365) de vedação para ditos selos mecânicos (201); orifícios (369a,369b) de comunicação de cada câmara C1 e C2 com o selo mecânico (201).

A Figura 16F é o detalhe da Figura 16E indicando que a parede interna do canal (365) de vedação do selo mecânico (201) foi rebaixada na medida da espessura do selo mecânico (201) e adoçada, protegendo dito selo contra o cisalhamento.

No detalhe da Figura 16G é representado o detalhe B da Figura 16E. Aí é indicado o adoçamento do diafragma (2) no engaste.

A fibra óptica (118) contém duas redes de Bragg (118a, 118b) sendo cada uma fixada sobre a região central de cada uma das superfícies do diafragma (2). As redes (118a, 118b) são de comprimentos de onda diferentes de modo que dependendo se estão em tração ou compressão, pode ser identificado o sentido do fluxo.

25

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

As Figuras 17 A, B e C ilustram uma outra modalidade do transdutor da invenção, geralmente designado pelo numeral (400). Esta modalidade não requer tampa superior e a tampa inferior é exatamente do mesmo tamanho que o corpo (410). O transdutor (400) é similar ao transdutor (300) com as diferenças apontadas a seguir.

A Figura 17A mostra o corpo (410) dotado de rebaixo transversal (411) contendo um único canal (não representado) para passagem da fibra óptica (118) contendo as redes de Bragg até o diafragma (2). Furos (373) e (374) são como na Figura 16A.

A Figura 17B é um corte D-D da Figura 17A com o furo (412) de passagem da fibra óptica (118), redes de Bragg (118a, 118b e 118c), alojamento (413a, 413b) para anilha de vedação (não representada) e alojamentos (414a, 414b) para o dispositivo de fixação de anilhas (não representadas) destinadas à vedação das câmaras de pressão C1 e C2 do transdutor (400). Ainda são vistos os alojamentos (364) das microválvulas.

A Figura 17C mostra um corte do dispositivo (415) de fixação de uma anilha de vedação. O dispositivo (415) efetua vedação das câmaras de pressão C1, C2 para evitar o vazamento do líquido (óleo de silicone) contido nessas câmaras. O alojamento da anilha é indicado pelo numeral (416).

A Figura 17D é uma vista de topo da tampa inferior (420) do transdutor (400). A geometria da tampa (420) acompanha a silhueta do corpo (410). Pode-se ver as tomadas de pressão (376a, 376b) e furos (373) e (374) respectivamente para dispositivos de fixação no mandril e conexão do corpo (410) à tampa (420).

No transdutor (400) são previstas três redes de Bragg (118a, 118b, 118c) todas sobre uma superfície apenas do diafragma (2), sendo determinada esta superfície pela posição do furo (412). Isto é devido à presença de três grandezas a serem monitoradas: pressão diferencial, temperatura e pressão média. O posicionamento das redes de Bragg (118a, 118b, 118c), ilustrado na Figura 17B, é determinado à base de cálculo. A primeira rede (118a) é fixada na chamada zona neutra, a segunda (118b) na região central e a terceira (118c) em posição intermediária entre a região central e a próxima zona neutra, as zonas sendo referidas ao diafragma (2).

26

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

Deve ficar bem claro para os especialistas que embora a invenção tenha sido descrita com relação a transdutores de pressão diferencial a fibra óptica contendo redes de Bragg para uso no fundo do poço, esses transdutores podem igualmente ser usados sempre que for necessária a medida de pressão diferencial em um Venturi para medida de vazão no interior do poço de petróleo.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

REIVINDICAÇÕES

1. Transdutor de pressão diferencial a fibra óptica para medir a pressão diferencial gerada por um dispositivo tipo Venturi em poços de petróleo, caracterizado por que compreende:

a) um corpo principal (110) dotado de:

- um furo vazado (113);
- de modo simétrico ao dito furo (113), um rebaixo (112) de ambos os lados do dito corpo (110), o rebaixo (112) sendo dotado no meio de um diafragma (2) para fixar a pelo menos uma FBG, dito corpo (110) sendo conectado a:

b) uma tampa (115), dotada de rebaixo (117) com extremos coincidentes e de mesma dimensão que o furo vazado (113) e o rebaixo (112), e um sulco (116) para: i) abrigar selo mecânico de vedação da parte superior do dito transdutor e ii) comunicar dito furo vazado (113) a uma das superfícies do diafragma (2) submetida à ação da pressão, a outra superfície do diafragma (2) estando em contato com uma outra tomada de pressão, o corpo (110) e a tampa (115) sendo montados e fixados a um mandril de um duto com auxílio de dispositivos de fixação através de orifícios (120), e onde:

- a fibra óptica (118) contendo a pelo menos uma FBG (118a) percorre furos (111a, 111b) no corpo do transdutor de tal forma que a dita FBG esteja exatamente sobre a parte central das superfícies do diafragma (2), o trajeto da fibra compreendendo ingressar por um furo (111a/111b) numa das laterais do corpo (110) do transdutor, passar através do diafragma (2), seguir até o furo vazado (113), circundar dito furo em uma espiral feita nas paredes do corpo (110); e tornar a entrar no corpo (110) em direção à outra superfície do diafragma (2) e finalmente sair do corpo (110), para ser conectada a outro transdutor ou ao sistema de medição.

2. Transdutor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que, no corpo (110), um canal (114) em espiral é posicionado no furo vazado (113) para comunicar os furos (111a, 111b) permitindo a proteção e passagem da fibra óptica de uma superfície para outra do diafragma (2).

20

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

3. Transdutor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a geometria da tampa (115) é tal que não somente veda a parte superior do dito transdutor, mas também comunica o furo vazado (113) do corpo (110) a uma das superfícies do diafragma (2) onde a pressão atua, a outra superfície do diafragma (2) estando em contato com a outra tomada de pressão.

4. Transdutor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o diafragma (2) está posicionado em paralelo ao corpo (110).

5. Transdutor de pressão diferencial a fibra óptica para medir a pressão diferencial gerada por um dispositivo tipo Venturi em um poço de petróleo, caracterizado por que compreende:

a) tampa superior (220), dotada de pino (221) destinado a equalizar o volume das câmaras C1 e C2, e canal (222) para O-Ring de vedação;

b) corpo (230), que compreende:

- face inferior (231) contendo uma primeira câmara C1 inteira, e parte de uma segunda câmara C2, alojamentos (232) para selos mecânicos (201) e furo de comunicação (233) entre as faces superior (não representada) e inferior (231) correspondentes à segunda câmara C2;

- face superior (241) que compreende o furo (233) de comunicação entre o canal (243) e a face superior do diafragma (2) oposto à primeira câmara C1, o dito furo (233), o canal (243) e face superior fazendo parte da dita segunda câmara C2;

e onde a região central do dito corpo (230) é dotada de dois furos passantes (234, 235) longitudinais, situados verticalmente um em relação ao outro, ditos furos (234, 235) sendo destinados à inserção da fibra óptica (118) contendo redes de Bragg (118a, 118b) para posicionar as ditas redes em cada uma das superfícies do diafragma (2);

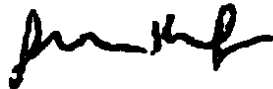
- um canal (236) na face longitudinal do corpo (230) destinado a conter/proteger a fibra óptica (118) na passagem da mesma de uma face lateral para a outra face lateral do dito corpo (230);

c) tampa inferior (250) apresentando dois furos (251a, 251b) para tomadas de pressão;

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

d) selos mecânicos (201) flexíveis para transmitir a pressão até as superfícies do diafragma (2), os selos (201) estando colocados nos respectivos alojamentos (232) na face inferior (231) do corpo (230), ditos selos sendo pressionados pela tampa inferior (250) para fazer a vedação das câmaras C1 e C2.

31

5

6. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que a câmara C1 é formada pelo volume do rebaixo (237) feito na superfície inferior (231) do corpo (230) do transdutor (200) e a superfície do diafragma (2).

10

7. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que a câmara C2 é conformada pelos volumes correspondentes ao rebaixo (238) na superfície inferior (231) do corpo (230) do transdutor, o furo (233), o canal (243) na superfície superior (241) e o rebaixo (239) feito na superfície superior (241) do corpo (230) do transdutor e a superfície oposta do diafragma (2).

15

8. Transdutor de acordo com as reivindicações 5, 6 e 7, caracterizado por que ambos os volumes das câmaras C1 e C2 são iguais.

9. Transdutor de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por que o pino (221) dentro do rebaixo (239) na superfície superior (241) do corpo (230) do transdutor é destinado a equalizar os volumes das Câmaras C1 e C2.

20

10. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o diafragma (2) é colocado paralelo ao corpo (230).

11. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o corpo (230) é ainda dotado de furos (271) para dispositivos de fixação em mandril de um duto e (272) para dispositivos de fixação para montagem do dito transdutor.

25

12. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o furo passante (234) apresenta uma inclinação de 7° em relação ao eixo longitudinal a partir da extremidade do diafragma (2).

13. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o selo (201) se encaixa em um alojamento (232).

30

14. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que adicionalmente inclui um furo de comunicação (233) entre a face superior (241) do corpo (230) e a câmara C2 que se encontra na superfície inferior (231) do dito corpo.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

15. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que a parte lateral do corpo (230) é dotada de canal longitudinal (236) para proteção da fibra óptica (118).

32

5 16. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que adicionalmente inclui um canal longitudinal (236) para passagem da fibra óptica (118) pela lateral do corpo (230).

10 17. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que o canal (243) junto com o furo (233) comunica a parte da câmara C2 na face inferior (231) do corpo (230) com a outra parte da câmara C2 situada na face superior do diafragma (2).

18. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que a tampa superior (220) é dotada de ranhura (223) para a entrada e/ou saída da fibra óptica (118).

15 19. Transdutor de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por que a tampa inferior (250) é dotada de furos (251a, 251b) para as tomadas de pressão.

20. Transdutor de pressão diferencial a fibra óptica para medir a pressão diferencial gerada por um dispositivo tipo Venturi em um poço de petróleo, caracterizado por que compreende:

20 a) tampa superior (370), em forma de caixa retangular, dotada de um espaço vazado (371) para encaixe com a parte superior de um corpo (360) e um rasgo (372) na parte central das laterais destinado à passagem da fibra óptica (118) entrando ou saindo do corpo (360);

b) corpo (360), onde:

25 - a parte superior do mesmo é dotada de dois rebaixos longitudinais (361) para adaptação da tampa superior (370) no dito corpo (360) e de um rebaixo transversal (362) em forma semi-circular;

- a parte inferior do mesmo é dotada de rebaixos (366) para acomodação dos selos mecânicos (201) e canais (365) de vedação para ditos selos mecânicos;

30 - a parte interna do mesmo é dotada de câmaras de pressão C1 e C2 separadas pelo diafragma (2), alojamentos (364) para microválvulas e canais de comunicação (368a, 368b) entre os alojamentos (364) e as câmaras de pressão C1 e C2 e onde orifícios (369a, 369b) fazem a

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

comunicação entre cada câmara de pressão C1, C2 com o respectivo selo mecânico (201); e

c) tampa inferior (375), dotada de furos (376a, 376b) para tomada de pressão.

21. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que inclui adicionalmente furos (373) para dispositivo de fixação em mandril e furos (374) para dispositivo de fixação para montagem do transdutor.

22. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que no corpo (360) do transdutor (300) a fibra (118) entra por um dos orifícios (363a/363b) em direção a uma das superfícies do diafragma (2), a rede de Bragg é posicionada no centro de uma das superfícies do dito diafragma, e continua o trajeto até sair do lado oposto por onde entrou, a fibra (118) dando a volta no corpo (360) por qualquer lado e entrando novamente no corpo (360) pelo furo (363a/363b) livre, posicionando a rede de Bragg contida na fibra (118) na outra superfície do diafragma (2).

23. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que adicionalmente a fibra (118) sai do corpo (360) para conexão com um cabo óptico ou outro transdutor do mesmo tipo de tecnologia.

24. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que o corpo (360) é constituído de uma única peça, sem nenhuma união ou junção, o diafragma (2) sendo usinado no próprio corpo (360).

25. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que o rebaixo transversal (362) permite um raio de curvatura na fibra óptica (118) de modo a minimizar perdas de inserção da mesma na entrada e saída da fibra óptica (118) pelos furos (363a, 363b) que conduzem dita fibra contendo redes de Bragg até as superfícies do diafragma (2) onde ditas redes são fixadas na parte central de cada superfície do diafragma (2).

26. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que o diafragma (2) é localizado de modo transversal em relação ao corpo (360).

27. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que o bujão (310) faz a vedação das câmaras de pressão C1 e C2.

28. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que um bujão (320) faz a vedação do alojamento (364) das microválvulas.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

29. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que um bujão (330) faz a vedação dos canais de comunicação (368a, 368b) entre os alojamentos (364) das microválvulas e as câmaras de pressão C1 e C2.

32

30. Transdutor de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por que a fibra óptica (118) contém duas redes de Bragg (118a, 118b) sendo cada uma fixada sobre a região central de cada uma das superfícies do diafragma (2).

31. Transdutor de acordo com a reivindicação 30, caracterizado por que as redes (118a, 118b) são de comprimentos de onda diferentes de modo que dependendo se estão em tração ou compressão, pode ser identificado o sentido do fluxo.

32. Transdutor de pressão diferencial a fibra óptica para medir a pressão diferencial gerada por um dispositivo tipo Venturi em poços de petróleo, caracterizado por que compreende:

a) corpo (410) dotado de:

- rebaixo transversal (411) contendo um único furo (412) para passagem da fibra óptica (118) contendo as redes de Bragg até o diafragma (2);
- alojamento (413a, 413b) para anilha de vedação; e alojamentos (414a, 414b) para o dispositivo de fixação de anilhas destinadas à vedação das câmaras de pressão C1 e C2;
- alojamentos (364) para microválvulas; e

b) tampa inferior (420), com geometria que acompanha a silhueta do corpo (410), a tampa (420) sendo dotada de tomadas de pressão (376a, 376b).

33. Transdutor de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por que inclui adicionalmente na tampa inferior (420) furos (373) e (374) respectivamente para dispositivos de fixação no mandril e conexão do corpo (410) à tampa (420).

34. Transdutor de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por que o corpo (410) inclui três redes de Bragg (118a, 118b, 118c), todas sobre uma superfície apenas do diafragma (2), esta superfície sendo determinada pela posição do furo (412).

35. Transdutor de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por que o posicionamento das redes de Bragg (118a, 118b, 118c), é determinado à base de cálculo, a primeira rede (118a) sendo fixada na chamada zona neutra, a

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

segunda (118b) na região central e a terceira (118c) em posição intermediária entre a região central e a próxima zona neutra, as zonas sendo referidas ao diafragma (2).

34

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

RESUMO

TRANSDUTOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL A FIBRA ÓPTICA

36

5 É descrito um transdutor (100, 200, 300, 400) de pressão diferencial a fibra óptica contendo redes de Bragg (118), dito transdutor sendo usado para medir a pressão diferencial em um Venturi instalado no interior de um duto (1) por onde se desloca um fluido como petróleo. O transdutor compreende um corpo (110, 230, 360, 410) de diferentes geometrias e um diafragma (2), pelo menos uma rede de Bragg (118) sendo afixada sobre cada uma das superfícies do mesmo. O diafragma (2) é colocado paralelo ou transversal ao corpo do transdutor (100, 200, 300, 400). O transdutor (200) é isolado do fluido de processo por selos mecânicos (201) flexíveis que transmitem a pressão até as superfícies do diafragma (2). O transdutor (300, 400) é dotado de duas microválvulas de alívio para efeitos de proteção do sensor [diafragmas (2)] em casos de sobre pressão.

3-

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

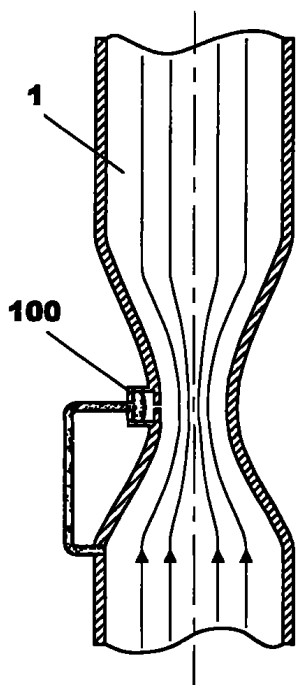


FIG 1A

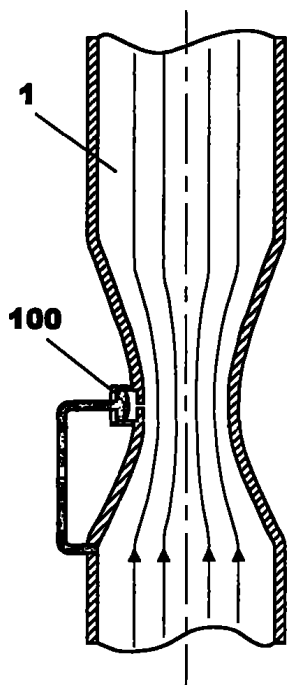


FIG 1B

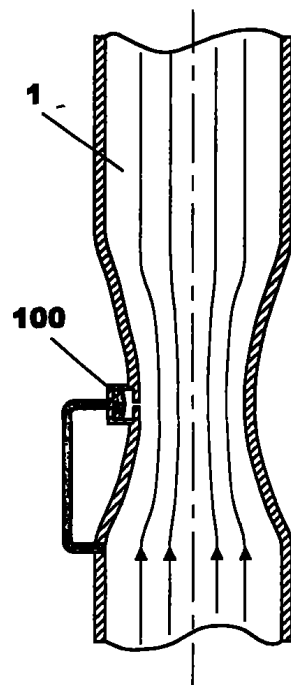


FIG 1C

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

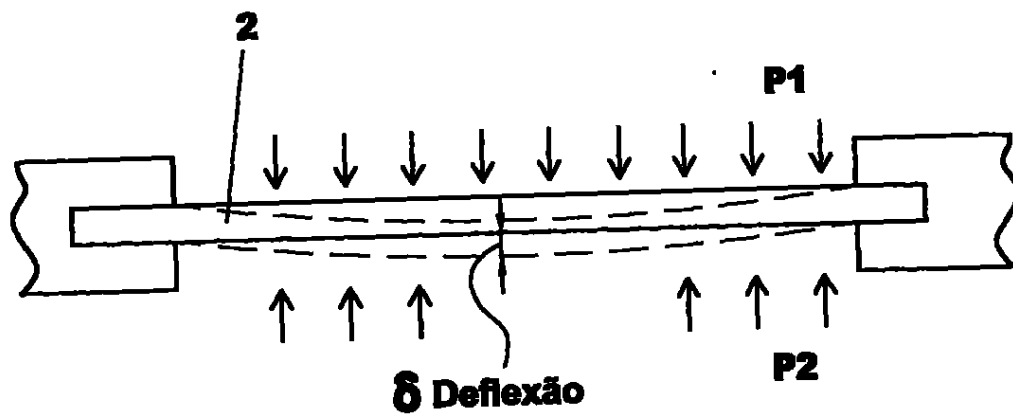


FIG. 2

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

3c

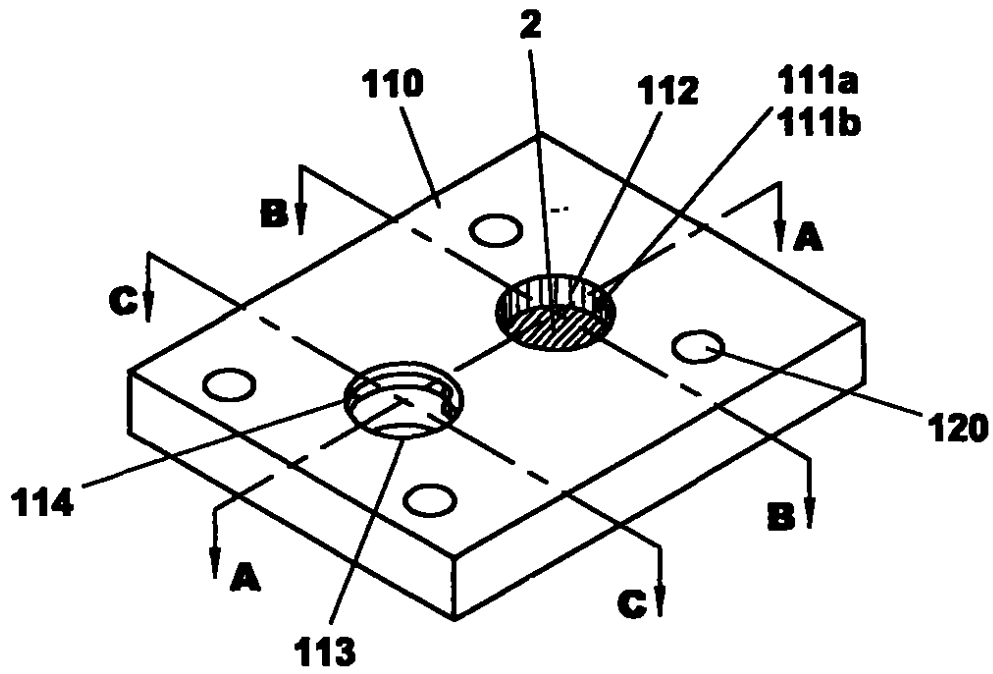


FIG. 3A

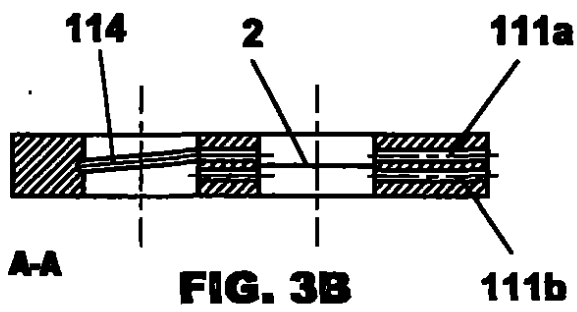


FIG. 3B

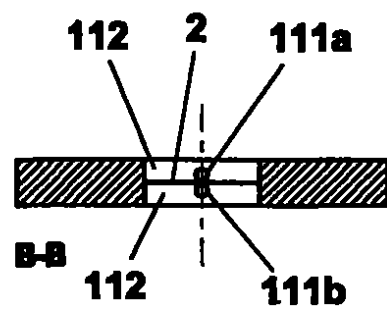


FIG. 3C

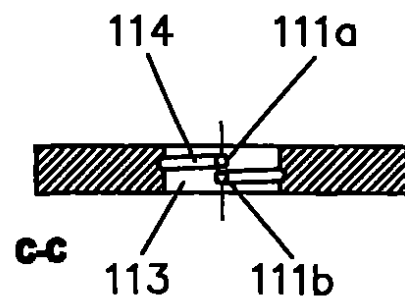


FIG. 3D

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

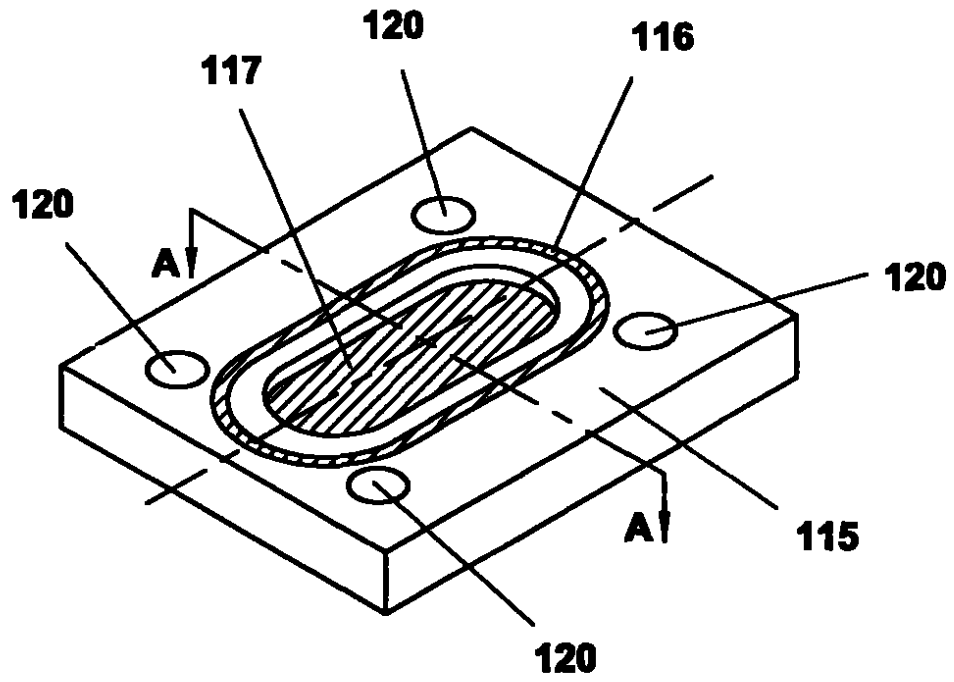


FIG. 4A

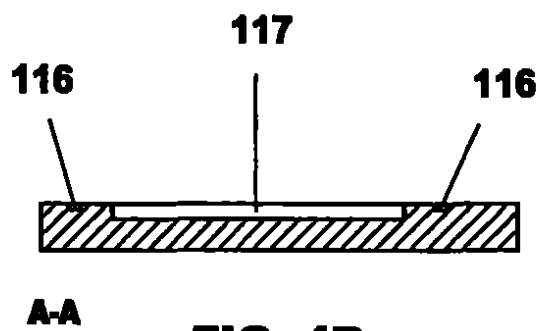


FIG. 4B

38

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

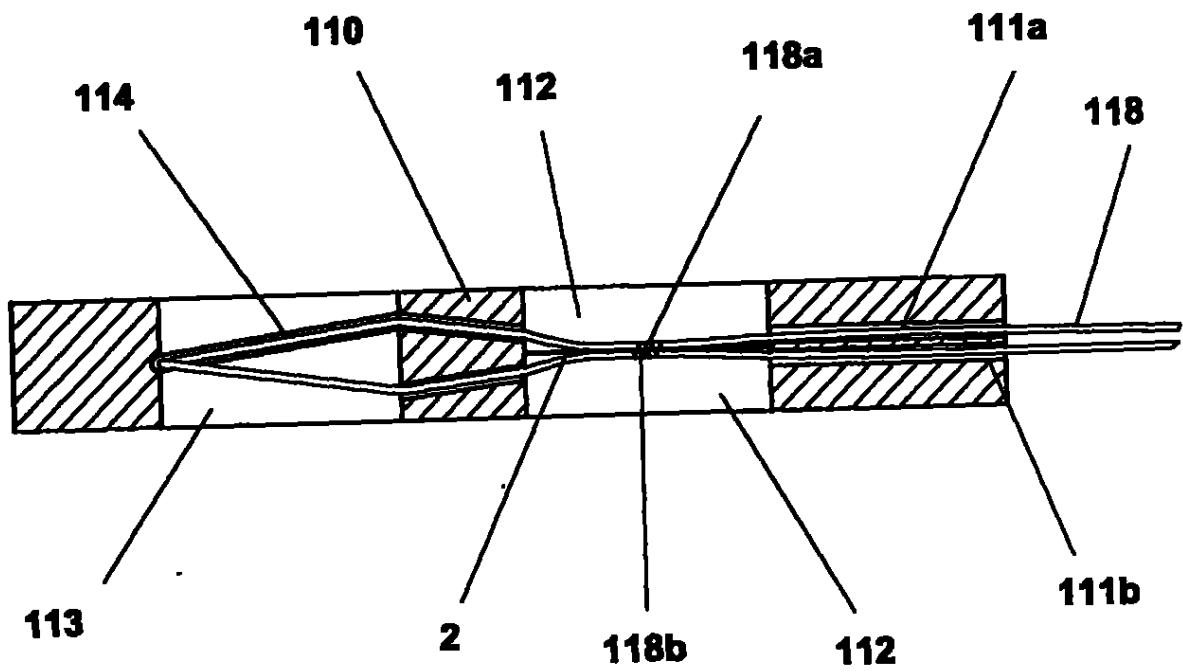


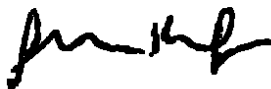
FIG. 5

40

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

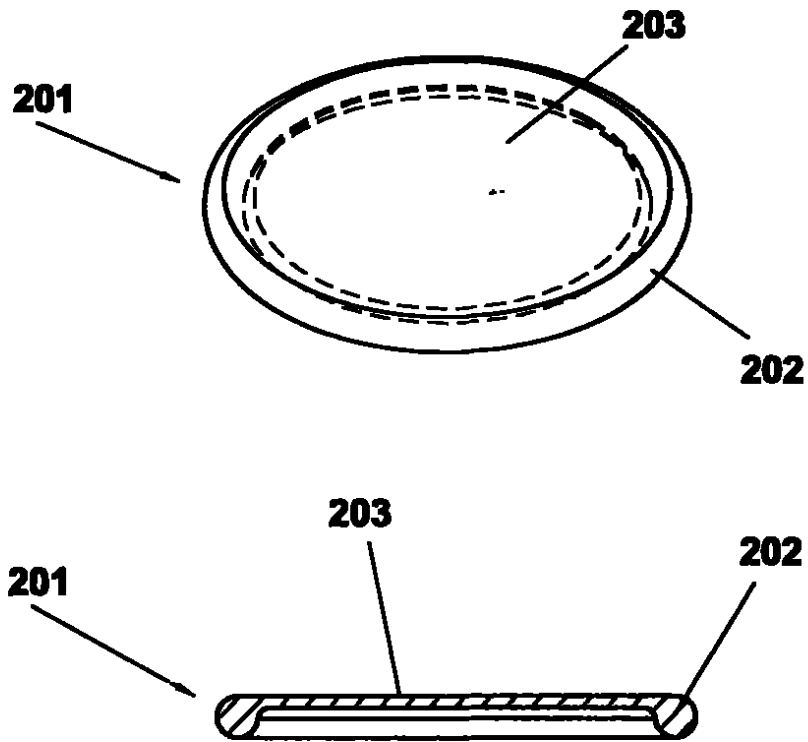


FIG. 6A

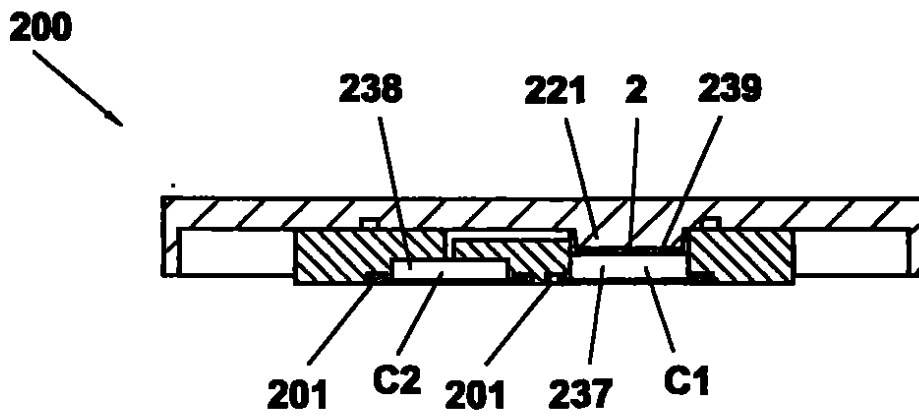


FIG. 6B

V/

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

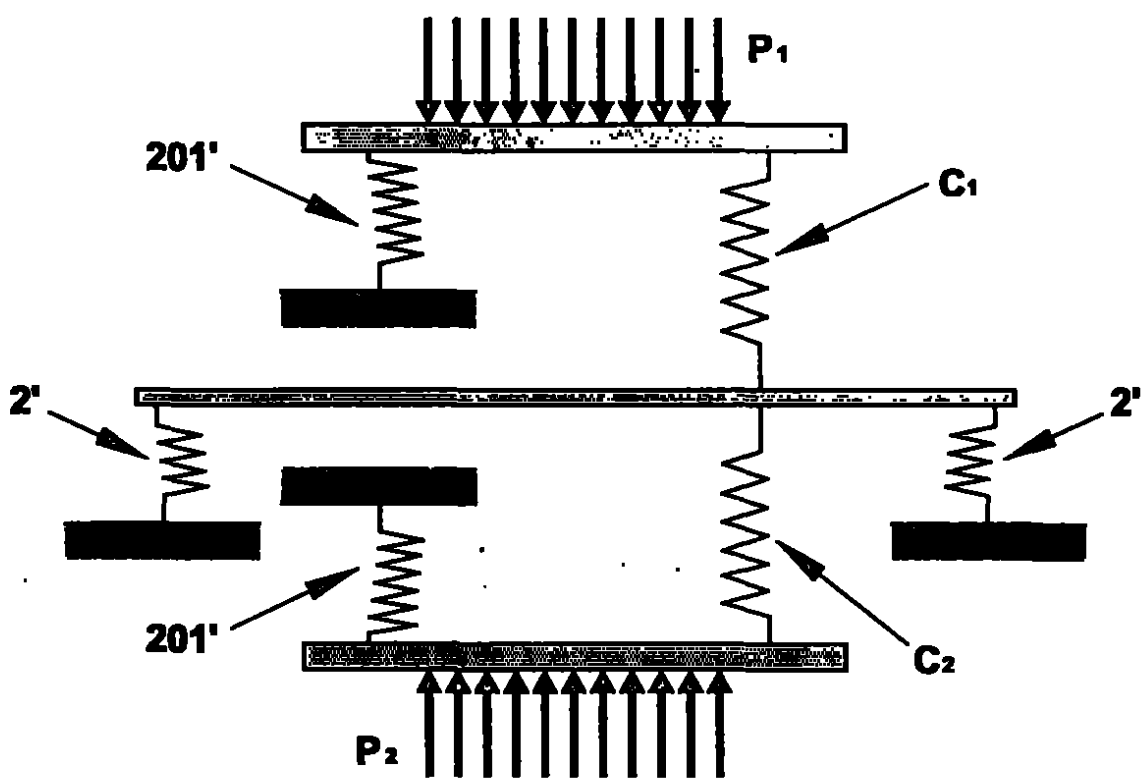


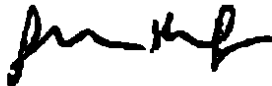
FIG. 7

42

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

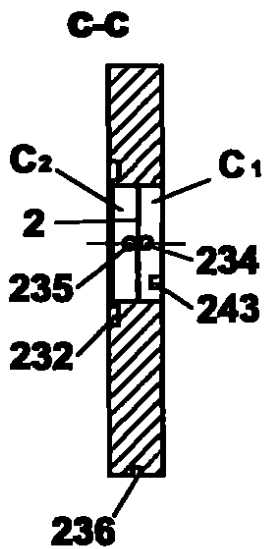


FIG. 8D

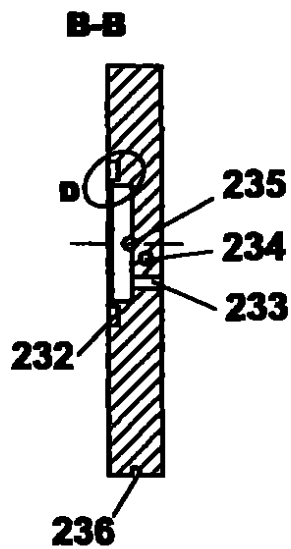


FIG. 8B

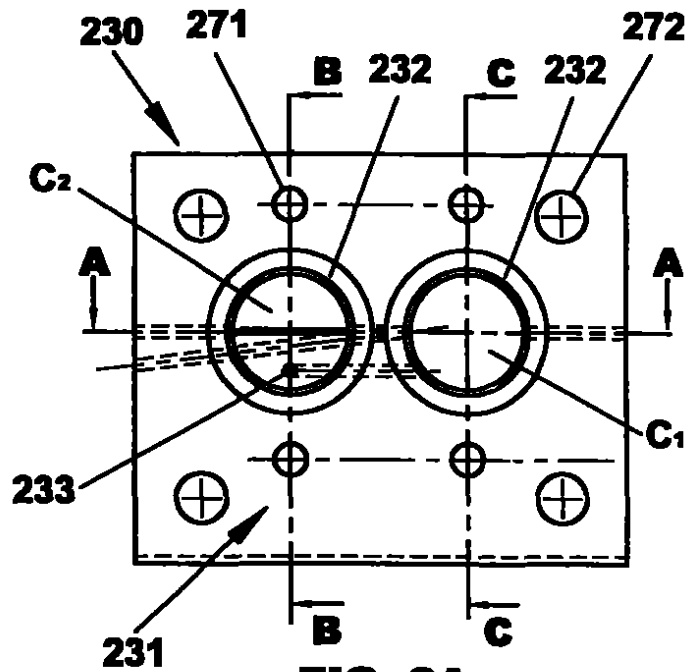


FIG. 8A



FIG. 8C

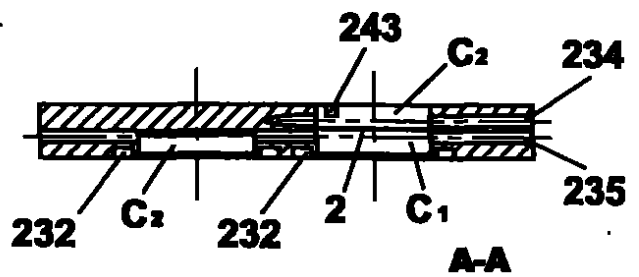


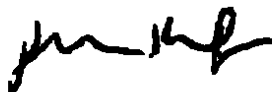
FIG. 8E

Y3

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

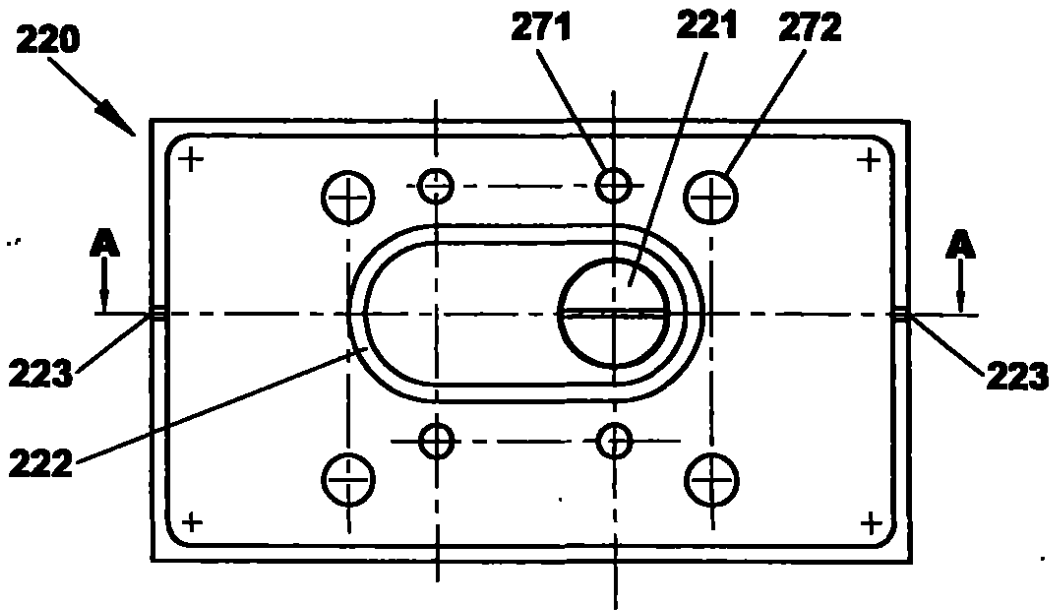


FIG. 9A

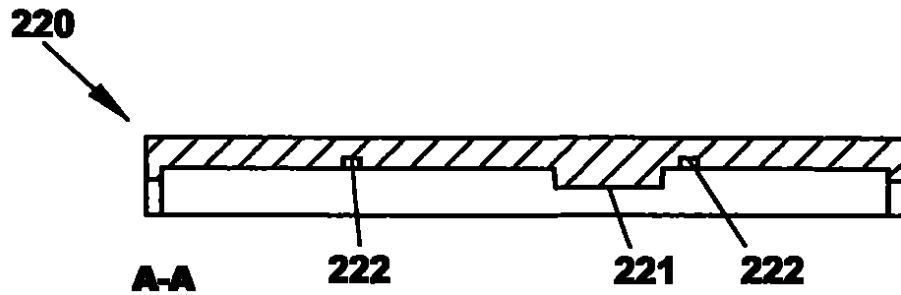


FIG. 9B

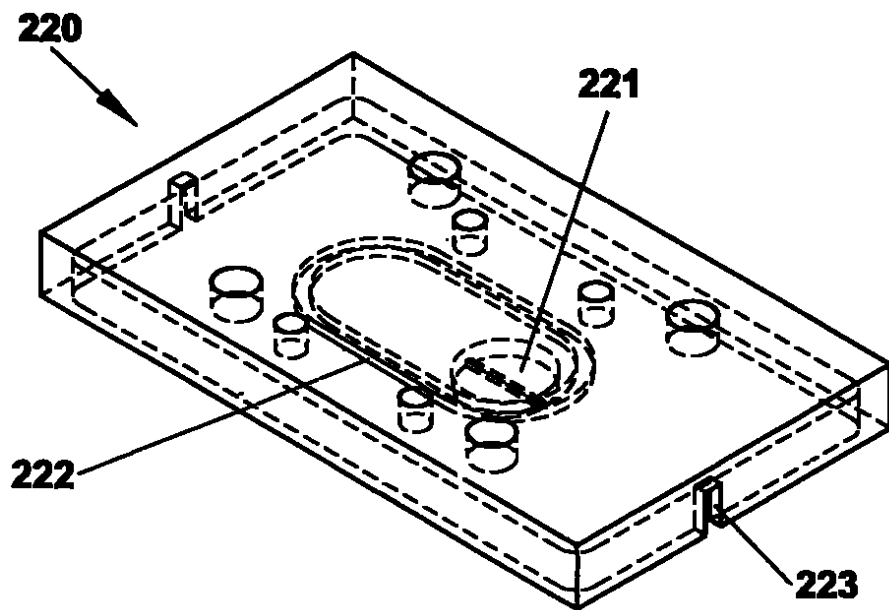


FIG. 9C

48

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

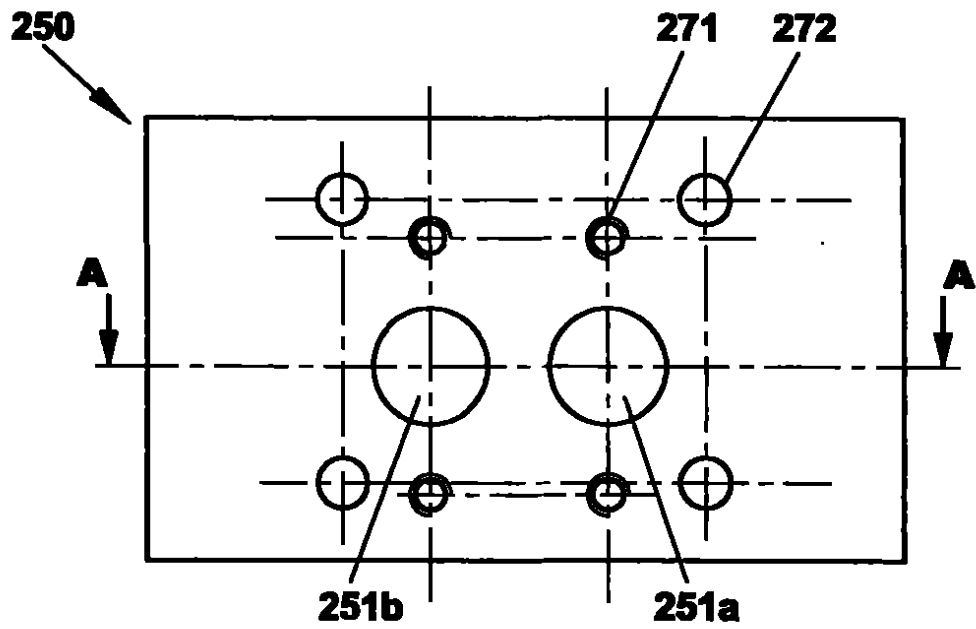


FIG. 9D

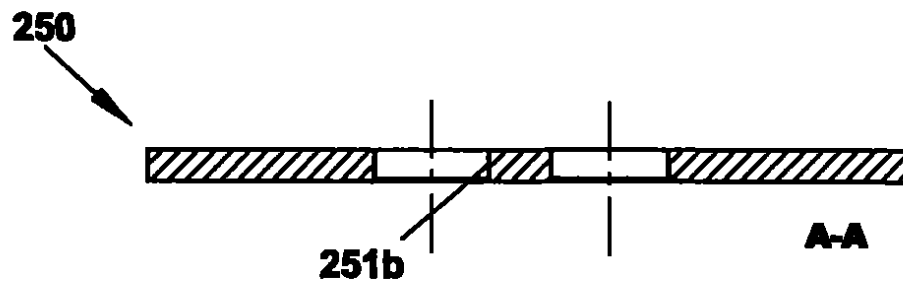
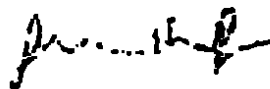


FIG. 9E

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

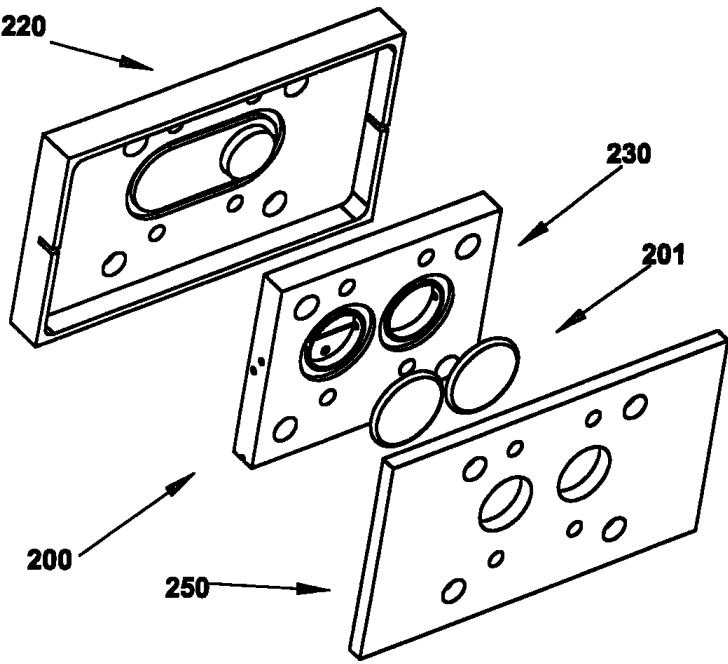


FIG 10A

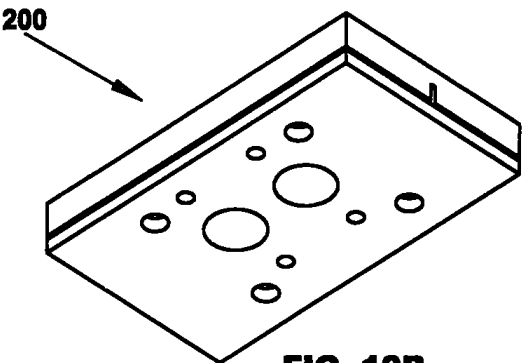


FIG 10B

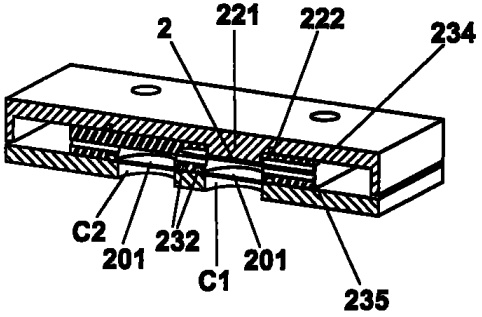


FIG 10C

11/19

4

108

48

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

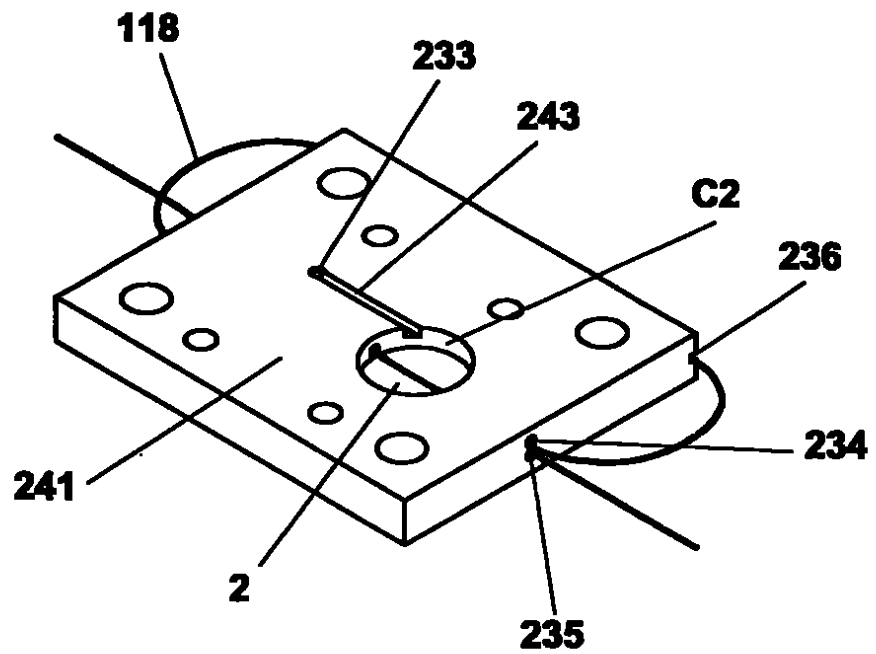


FIG. 11A

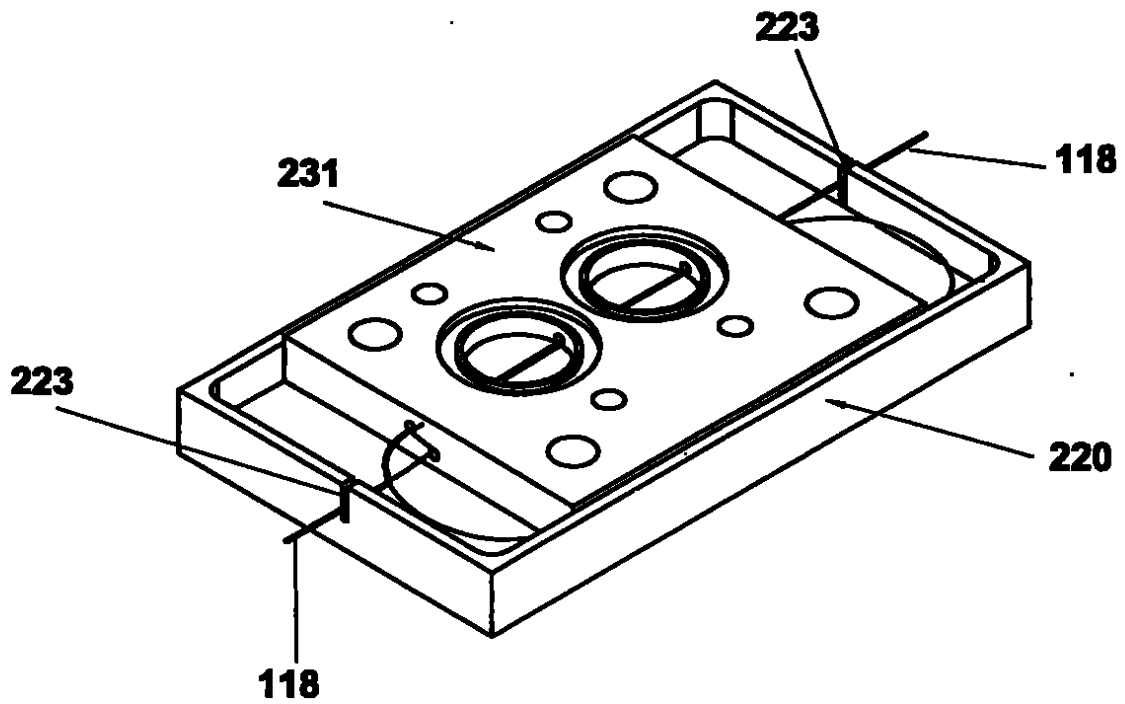


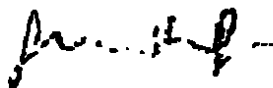
FIG. 11B

47

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

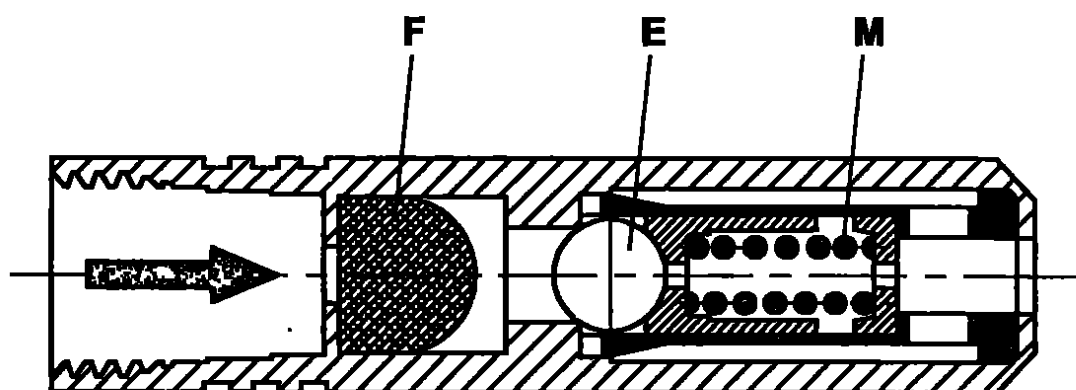


FIG. 12

VP

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

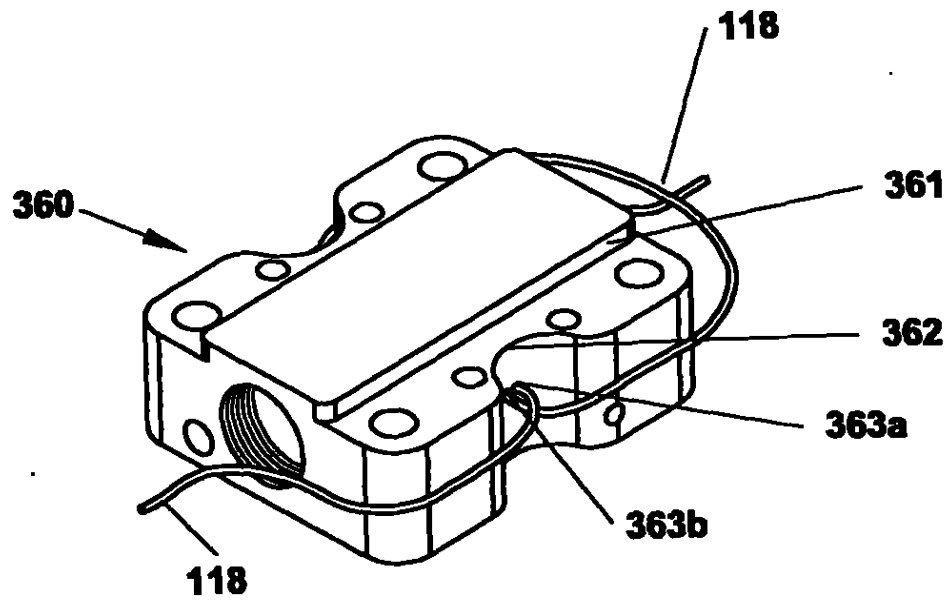


FIG. 13A

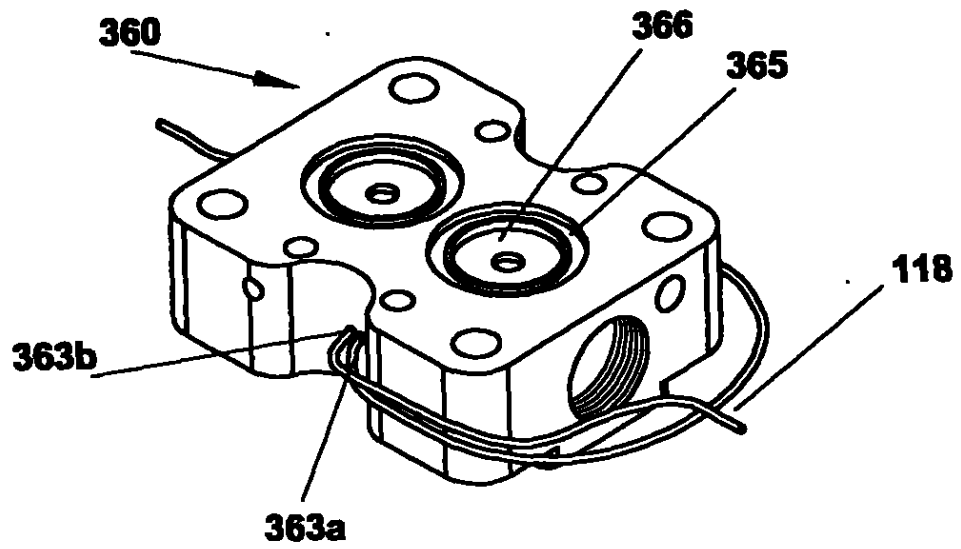


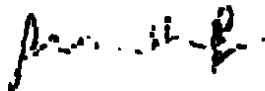
FIG. 13B

49

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

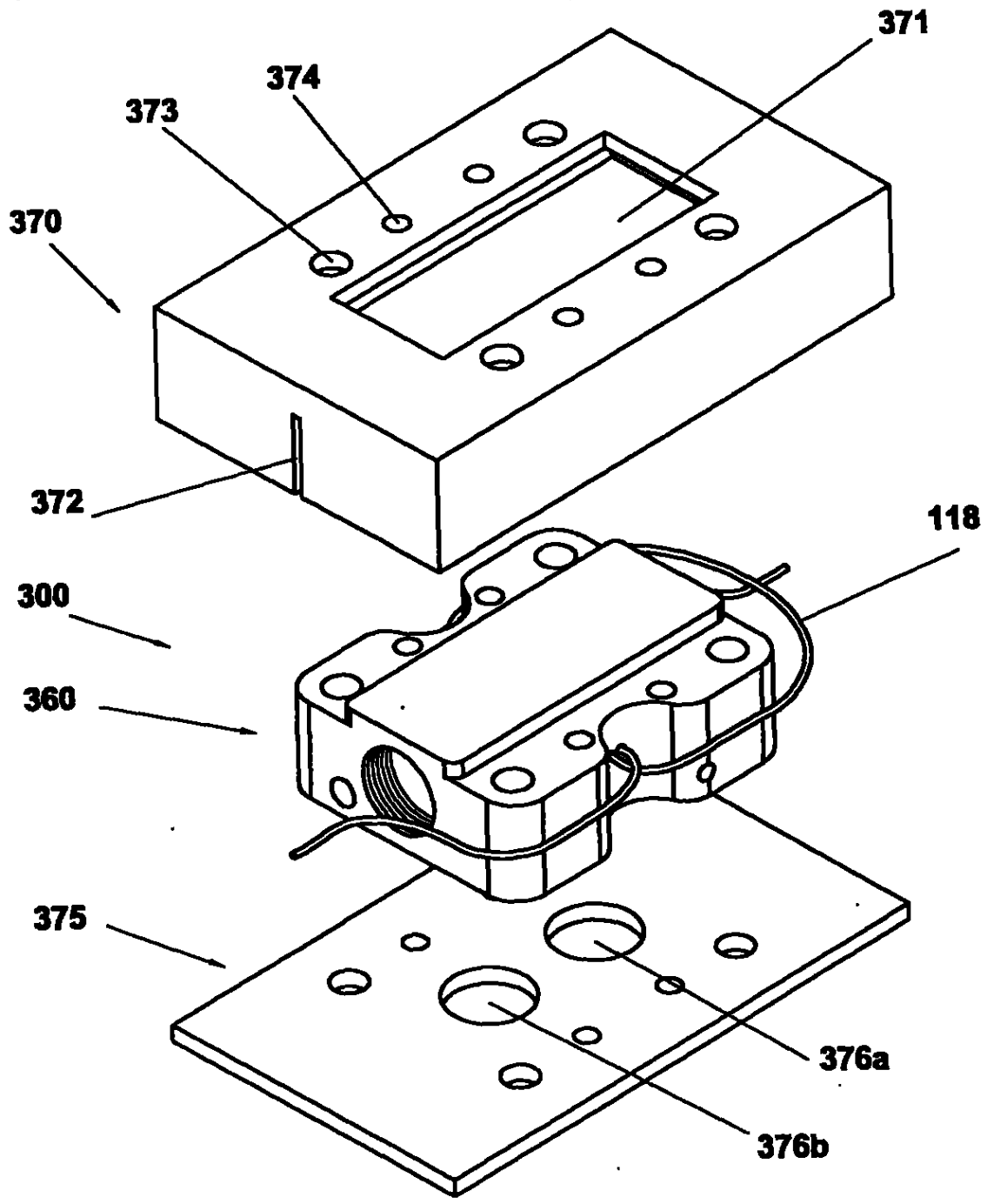


FIG. 14

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

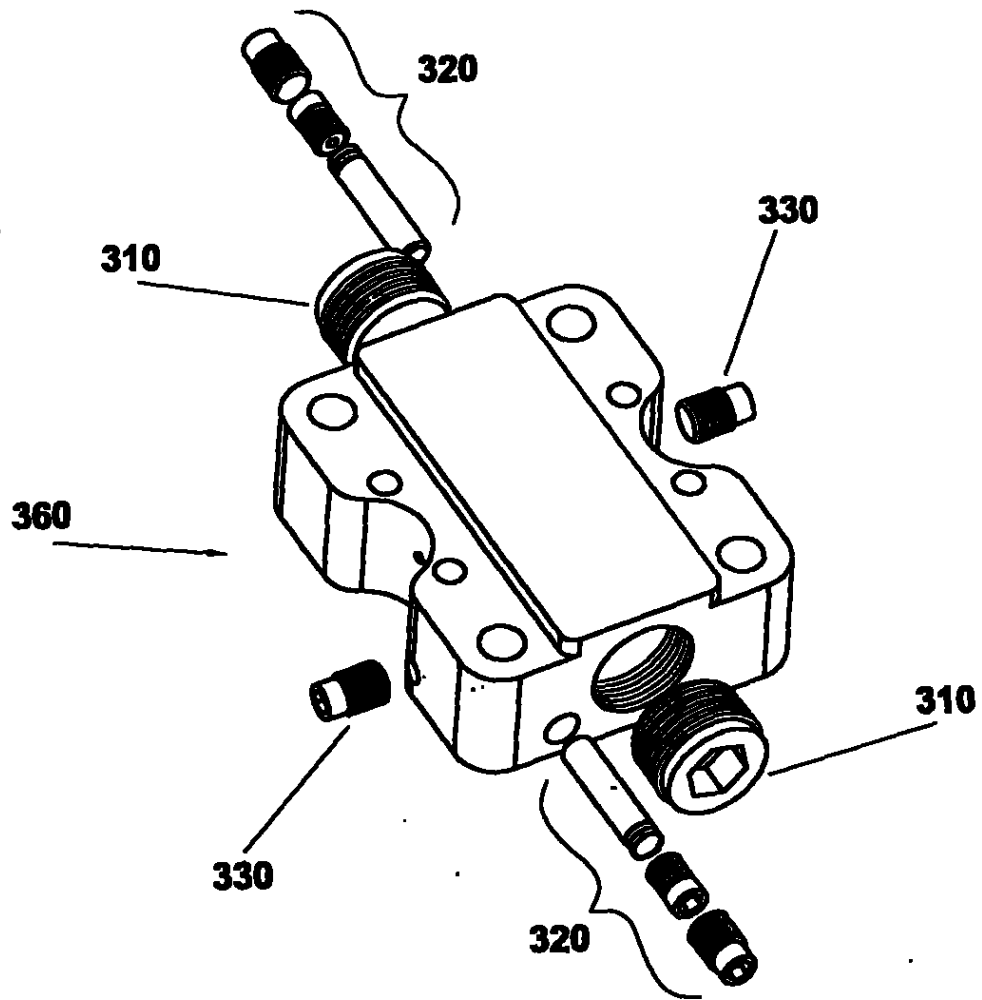


FIG. 15

57

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

114

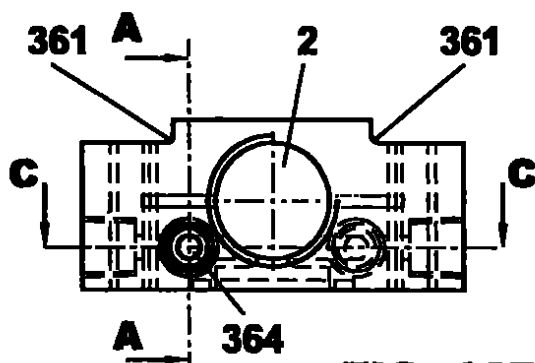


FIG. 16B

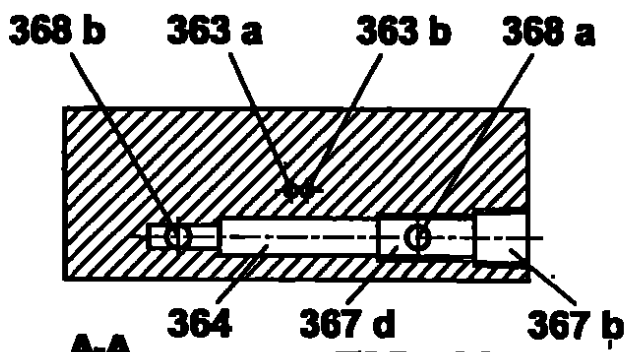


FIG. 16C

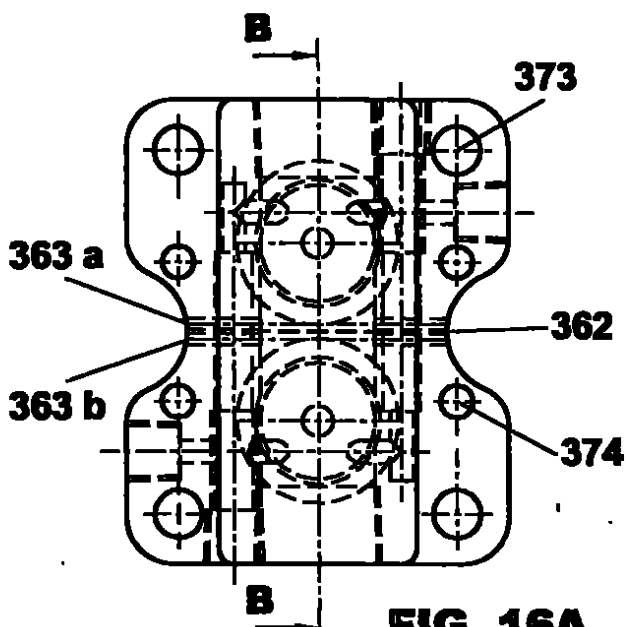


FIG. 16A

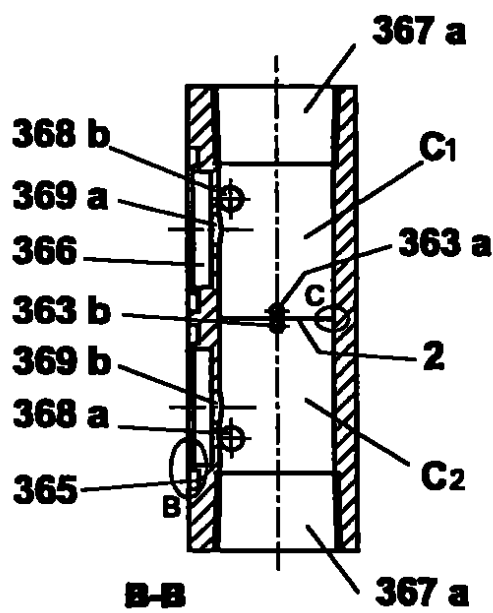


FIG. 16E

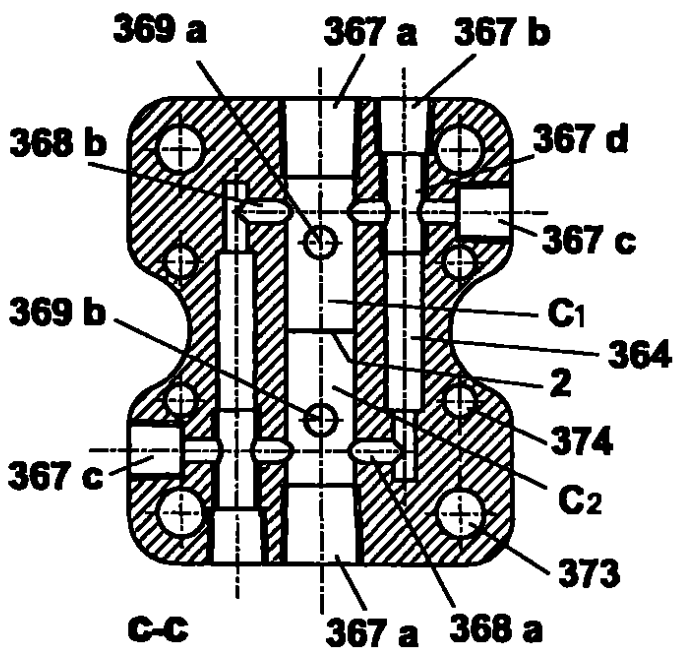
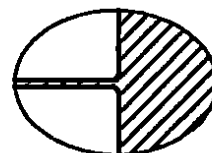


FIG. 16D



DETALHE B
ESC.: 2 : 1

FIG. 16F



DETALHE C
ESC.: 6 : 1

FIG. 16G

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

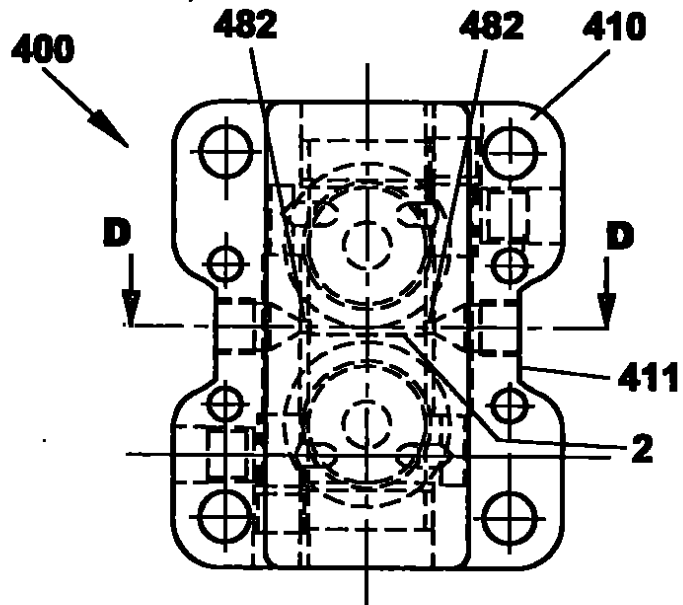


FIG. 17A

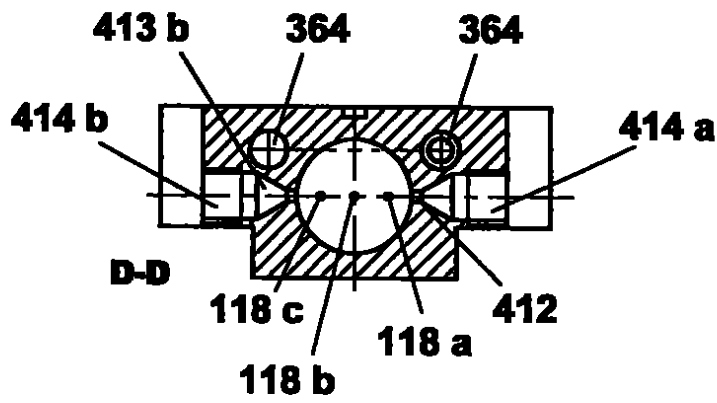
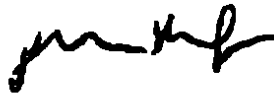


FIG. 17B

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/ CADPAT

52

116

51

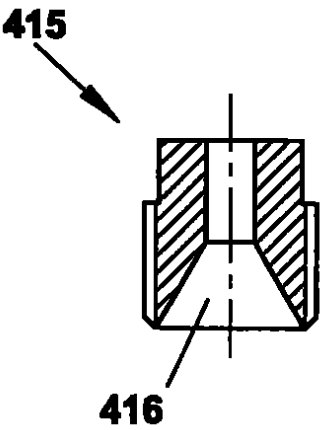


FIG. 17C

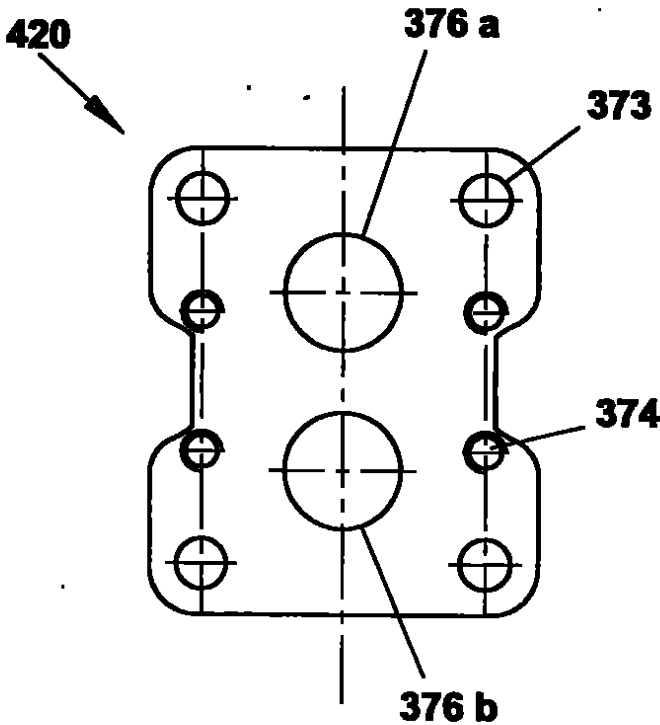


FIG. 17D

526

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

**CERTIFICO, que a presente fotocópia, em número de uma,
Reproduz fielmente o documento arquivado neste Instituto**

Rio de Janeiro, 02 de Setembro 2005.



SHEILA KILINS GEHRT
Coordenadora Administrativa de Patentes
Mat: 449600 - DIRPA/CADPAT

109
117.

ESCUDO

**REPUBLICA FEDERAL DEL BRASIL
MINISTERIO DE LA INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL**

**COPIA OFICIAL
PARA EFECTO DE REIVINDICACION DE PRIORIDAD**

**El documento anexo es una fiel copia de una solicitud de
Patente de Invención regularmente depositado en el
Instituto Nacional de la Propiedad Industrial, bajo el
número PI 0403786-3 Del 09/09/2004.**

Rio de Janeiro, 02 de Septiembre de 2005.

Firmado:(Oscar Paulo Bueno)

Jefe de SEPDOC

Matricula 00449117

HAY UN SELLO EN RELIEVE

REIVINDICACIONES

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

a) un cuerpo principal (110) dotado de:

- un agujero u orificio abierto (113);
- 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:

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 vedación de la parte superior del referido transductor y ii) comunicar dicho agujero abierto (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 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 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), 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 para 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 veda 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.

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

10 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 O-Ring de vedación;

b) cuerpo (230), que comprende:

15 - cara inferior (231) conteniendo una primera cámara C1 entera, y parte de una segunda cámara C2, alojamientos (232) para sellos mecánicos (201) y agujero de comunicación (233) entre las caras superior (no representada) e inferior (231) correspondientes a la segunda cámara C2;

20 - 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);

25 - 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 para la otra cara lateral del referido cuerpo (230);

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

35 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 la vedación de las cámaras C1 y C2.

- 5 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).
- 10 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).
- 15 8. Transductor de acuerdo con las reivindicaciones 5, 6 y 7, caracterizado porque ambos los volúmenes de las cámaras C1 y C2 son iguales.
- 20 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.
- 25 10. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el diafragma (2) está colocado paralelo al cuerpo (230).
- 30 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.
- 35 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 (232).
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.

5 15. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la parte lateral del cuerpo (230) está dotada de canal longitudinal (236) para protección de la fibra óptica (118).

10 16. Transductor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque adicionalmente incluye un canal longitudinal (236) para pasaje de la fibra óptica (118) por la lateral del cuerpo (230).

15 17. 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).

20 18. 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).

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

25 20. 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:

30 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 cuerpo (360);

b) cuerpo (360), donde:

- 35 - 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 rebaje transversal (362) en forma semicircular;
- la parte inferior del mismo está dotada de rebajes (366) para acomodación de los sellos mecánicos (201) y canales (365) de vedación para dichos sellos mecánicos;

- la parte interna del mismo está dotada de cámaras de presión C1 e 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 agujeros (376a, 376b) para toma de presión.

21. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque incluye adicionalmente agujeros (373) para dispositivo de fijación en mandril y agujeros (374) para dispositivo de fijación para montaje del transductor.

22. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, 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 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 (363a/363b) libre, posicionando la red de Bragg contenida en la fibra (118) en la otra superficie del diafragma (2).

23. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque adicionalmente la fibra (118) sale del cuerpo (360) para conexión con un cable óptico u otro transductor del mismo tipo de tecnología.

24. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque el cuerpo (360) está constituido de una única pieza, sin ninguna unión o junción, siendo el diafragma (2) fabricado en el propio cuerpo (360).

25. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque el rebaje transversal (362) permite un rayo de curvatura en la fibra óptica (118) de modo de 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 diafragma (2).

26. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque el diafragma (2) está localizado de modo transversal con relación al cuerpo (360).
- 5 27. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque el tapón (310) realiza la vedación de las cámaras de presión C1 e C2.
28. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque un tapón (320) hace la vedación del alojamiento (364) de las microválvulas.
- 10 29. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque un tapón (330) hace la vedación de los canales de comunicación (368a, 368b) entre los alojamientos (364) de las microválvulas y las cámaras de presión C1 y C2.
- 15 30. Transductor de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizado porque la fibra óptica (118) contiene dos redes de Bragg (118a, 118b) siendo cada una de ellas fijada sobre la región central de cada una de las superficies del diafragma (2).
- 20 31. Transductor de acuerdo con la reivindicación 30, 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.
32. 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:
- 25 a) cuerpo (410) dotado de:
- rebaje transversal (411) conteniendo un único agujero (412) para pasaje de la fibra óptica (118) conteniendo las redes de Bragg hasta el diafragma (2);
 - alojamiento (413a, 413b) para anilla de vedación; y alojamientos (414a, 414b) para el dispositivo de fijación de anillas destinadas a la vedación de
 - 30 las cámaras de presión C1 e C2;
 - alojamientos (364) para microválvulas; y
- b) tapa inferior (420), con geometría que acompaña la silueta del cuerpo (410), la tapa (420) estando dotada de tomas de presión (376a, 376b).
- 35 33. Transductor de acuerdo con la reivindicación 32, caracterizado porque incluye adicionalmente en la tapa inferior (420) agujeros (373) y (374) respectivamente

para dispositivos de fijación en el mandril y conexión del cuerpo (410) a la tapa (420).

5 34. Transductor de acuerdo con la reivindicación 32, caracterizado porque el cuerpo (410) incluye tres redes de Bragg (118a, 118b, 118c), todas sobre una superficie sólo del diafragma (2), estando esta superficie determinada por la posición del agujero (412).

10 35. Transductor de acuerdo con la reivindicación 32, 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).

15