



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. 1.01 - 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
Patrimônio Brasileiro S.A. - RENOVAR

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,
20 possivelmente H₂. O elemento de transferência da pressão converte a pressão de um meio em uma expansão ou compressão longitudinal de pelo menos uma 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.

25 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
30 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

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.

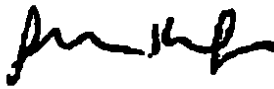
A literatura científica reporta um artigo por Lim, J., Yang, Q. P., Jones, B.E., and Jackson, P.R, "DP Flow using Optical Fiber Bragg Grating," *Sensors and Actuators A*, vol. 92, pp 102 - 108, 2001, onde é relatado o desenvolvimento de um sensor óptico de vazão a pressão diferencial. O sensor de pressão 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
20 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).

A FIGURA 10A anexa ilustra uma vista explodida das partes do transdutor
25 (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.

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