



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1107252-0 B1

(22) Data do Depósito: 14/01/2011

(45) Data de Concessão: 03/08/2021



(54) Título: MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLÚIDICO CONTÍNUO

(51) Int.Cl.: E21B 21/06; G01N 21/01; G01N 21/15.

(52) CPC: E21B 21/06; G01N 21/01; G01N 21/15; G01N 2021/157.

(73) Titular(es): PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS; DIGITROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

(72) Inventor(es): NICOLAU DANILOVIC; DANIEL LEITE LIMA.

(57) Resumo: MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLÚIDICO CONTÍNUO Refere-se a presente invenção a um dispositivo de análise ótica capaz de operar sem a necessidade de sistemas auxiliares de limpeza tais como cápsulas geradoras de ultrassom ou mesmo dispositivos eletromecânicos de acionamento automático. O objeto da presente invenção, quando aplicada em dutos petroquímicos, mantém os sensores ópticos constantemente limpos, dispensando as manutenções relativas à limpeza, além de evitar oscilações grosseiras de leitura durante sua vida útil.

MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um monitor óptico autolimpante
5 para ser aplicado em sistemas de transporte de fluidos da indústria
química e/ou petroquímica, especificamente tubulações de transporte e
processamento primário de petróleo, onde há grande quantidade de água
de formação ou água produzida.

A nova concepção construtiva do monitor óptico autolimpante objeto
10 da presente invenção, quando aplicada em dutos petroquímicos, mantém
os sensores ópticos constantemente limpos sem a necessidade de
sistemas auxiliares de limpeza tais como cápsulas geradoras de ultrassom
ou mesmo dispositivos eletromecânicos de acionamento automático, e
adicionalmente ainda permite um monitoramento contínuo, dispensando as
15 manutenções relativas à limpeza, além de evitar oscilações grosseiras de
leitura durante sua vida útil.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Na indústria petrolífera é de conhecimento geral que o fluido
petrolífero extraído de um poço e que é tratado genericamente por
20 petróleo, na verdade constitui-se por diversos compostos naturais, entre
eles destacando-se os hidrocarbonetos (de agora em diante denominado
óleo), com um real valor comercial, e a água.

Em algum momento o fluido petrolífero deverá ser processado de
modo a expurgar esta água e permitir a continuidade do processamento do
25 óleo. Esta água resultante de um primeiro processamento do fluido
petrolífero é conhecida entre os técnicos que trabalham na área como
"água produzida".

A água extraída do fluido petrolífero ou água produzida tem esta
denominação devido a origem de sua obtenção, e geralmente contém uma
30 mistura de elementos dissolvidos, tais como resíduos de óleos, sais,

compostos químicos, sólidos e metais, e conseqüentemente para ser descartada em meio ambiente, a mesma deve ser tratada para alcançar os parâmetros indicados por legislação específica.

Os resíduos de óleos dentre outros compostos químicos, tendem a se acumular nas paredes internas das tubulações, principalmente nos diversos acessórios que possam fazer parte do sistema de transporte.

Na indústria petrolífera é comum o bombeio de fluidos com diversas percentagens destas águas, ou mesmo exclusivamente de água produzida por grandes distâncias.

Ocasionalmente estas águas podem ser descartadas no mar pelas indústrias petrolíferas, mas para que isso possa ser permitido, deve-se realizar, por meio de equipamentos específicos, o monitoramento do Teor de Óleo e Graxa (TOG) e o Teor de Hidrocarbonetos de Petróleo (HTP) nas águas que serão jogadas no mar (água descartada).

A cada dia as leis relacionadas à proteção do meio ambiente estão se tornando mais rígidas, surgindo à necessidade de se ter um analisador para dosar óleo em água que seja confiável, preciso e que traga informações imediatas quanto à qualidade da água.

Outra opção que satisfaz às legislações ambientais é a destinação da água produzida de volta para o campo de produção da qual foi extraída, realizando-se a reinjeção nos reservatórios de onde a mesma foi retirada quando ainda associada ao óleo e/ou gás.

No entanto, esta destinação também requer cuidados em relação à qualidade da água, pois a água produzida a ser reinjetada deve conter um limite máximo de teor de óleo, de modo a não reduzir a taxa de injetividade dos poços injetores devido ao entupimento dos mesmos.

Assim qualquer que seja a escolha para a destinação da água produzida, existe a necessidade de manter um controle do teor de óleo e graxa (TOG) e/ou do teor de hidrocarbonetos de petróleo (HTP) presentes no fluido. Este controle é feito por analisadores providos ao sistema de

transporte que fornecem dados a um sistema de separação primária do fluido petrolífero.

Por sua vez, para que o processo de separação primária do fluido petrolífero atenda às normas regulamentadoras ambientais e/ou técnicas é necessário que os parâmetros referentes à qualidade do resultado sejam constantemente direcionados aos sistemas de controle do processo de separação primária, de modo que os técnicos responsáveis mantenham a qualidade da operação.

Quanto maior a periodicidade da análise da água produzida, e quanto menor o desvio das leituras dos parâmetros de TOG e/ou HTP presentes na água produzida que está sendo bombeada, melhor será o controle do processo de separação primária do fluido.

TÉCNICA RELACIONADA

Atualmente estão comercialmente disponíveis vários tipos de analisadores de TOG ou HTP para aplicação industrial, que permitem uma análise em tempo real. São geralmente equipamentos que operam a partir de sensores ópticos, e realizam uma análise dos componentes presentes no fluido. Entretanto, nenhum destes equipamentos é apropriado ou qualificado para aplicação submarina desassistida, ou seja, sem manutenção ou recalibração.

Devido à composição oleosa da água produzida, é necessária uma manutenção periódica destes equipamentos, pois as partículas de óleo presentes no fluido vão se acumulando paulatinamente sobre as interfaces óticas, prejudicando ou até mesmo chegando a impedir o correto funcionamento destes analisadores.

Normalmente, estes analisadores são providos com acessórios capazes de realizar uma limpeza em intervalos periódicos acionados por sistemas programados para este fim. Assim são oferecidos no mercado analisadores de TOG ou HTP providos com atuadores eletromecânicos que realizam a limpeza do acúmulo de sujeira sobre as lentes e/ou

sensores por meio de escovas ou jatos do próprio fluido circulante, tal qual o revelado pelo documento US 5,470,154 de 28/11/1995.

Também existem métodos de limpeza que fazem uso de cápsulas de ultrassom, que são acionadas periodicamente de modo a romper as
5 formações oleosas que se acumulam com o tempo sobre os sensores.

Pode-se notar que qualquer que seja a tecnologia de limpeza disponível atualmente no mercado, sempre existe uma dependência a atuação de um sistema em paralelo, que pode ou não entrar em funcionamento.

10 Em caso de mau funcionamento ou falha no sistema de limpeza, inicia-se um processo crescente de acúmulo das partículas oleosas sobre os sensores. Não existindo no circuito de separação primária do fluido petrolífero um controle redundante de qualidade, a falha na limpeza dos sensores ópticos do analisador prejudicará a transmissão do feixe óptico, a
15 correta medição do TOG e conseqüentemente a qualidade do resultado da separação primária. Esta falha muitas vezes só será percebida em decorrência de problemas secundários, tais como entupimento das formações receptoras de água produzida, ou elevação dos níveis de derrame de óleo no mar, neste caso caracterizando um acidente
20 ambiental.

Desse modo, os analisadores de TOG ou HTP têm sua excelência sujeita às condições de limpeza das suas lentes ou sensores ópticos, essas circunstâncias dependem por sua vez diretamente do bom funcionamento do respectivo sistema de limpeza com o qual foi provido.

25 Atualmente não há no mercado analisador óptico de TOG ou HTP que seja capaz de manter sua excelência em funcionamento sem depender diretamente de uma manutenção preventiva, ou provido de sistemas de limpeza dos seus sensores ópticos que sejam imunes a falhas mecânicas ou elétricas.

30 Os técnicos se vêem freqüentemente em um cenário em que não só

as necessidades técnicas, mas também os riscos ambientais exigem maiores garantias no descarte da água produzida. Diante de situações como estas, uma solução alternativa seria a adoção de controle redundante, o que acarretaria maior custo ao projeto e maiores cuidados de manutenção.

Os campos submarinos produtores de petróleo conforme vão se tornando maduros passam a necessitar uma pressurização artificial para propiciar a retirada de óleo remanescente no reservatório.

Essa pressurização pode ser feita injetando-se água através de um poço, seja esta água oriunda do próprio reservatório (reinjeção) ou do oceano.

Ao se optar pela reinjeção, a água produzida contendo ainda óleo deverá ser separada e tratada para ser reinserida. Diante deste cenário, as plataformas marítimas tendem a assumir tamanhos gigantescos de modo a serem capazes de processar esta grande e crescente quantidade de água.

Neste sentido, vem sendo desenvolvido um sistema submarino de separação água-óleo, onde não mais será necessária a elevação da água até a superfície, desonerando assim as unidades flutuantes de produção deste custo.

Este sistema submarino de separação, no entanto, deverá ter sua eficiência permanentemente avaliada, sob risco de dano aos poços injetores devido a excesso de óleo na água reinjetada, o que causaria redução da capacidade de pressurização e da produção de óleo do sistema.

A avaliação da eficiência deste sistema separador é possível com o uso de um monitor submarino de TOG, cuja instalação deve estar situada entre o sistema separador e o poço injetor.

Cabe salientar que nenhuma das técnicas apresentadas até a atualidade, que fazem uso de algum sistema que possa garantir a limpeza

desses sensores ópticos, é capaz de mantê-los constantemente limpos. Também não há no mercado analisadores de TOG ou HTP que prescindam de sistemas de limpeza, e que atuem por algum tipo de acionamento em paralelo.

- 5 Diante desses desafios técnicos, surgiu a preocupação com o desenvolvimento de um equipamento que não só pudesse fornecer a máxima qualidade de análise, como também pudesse permitir uma dos seus sensores internos, sendo ao mesmo tempo isento de atuadores eletromecânicos ou de ultrassom paralelos.
- 10 A invenção descrita a seguir objetiva dimensionar e estruturar um analisador submarino de TOG ou HTP desassistido, ou seja, sem necessidade de manutenção ou recalibração.

Outros objetivos que o monitor óptico autolimpante de teor de óleo e partículas dispersas em meio fluido contínuo, objeto da presente invenção, se propõem alcançar são a seguir elencados:

15

- a. permitir uma operação do analisador sem manutenção ou recalibração;
- b. evitar o acúmulo e depósitos de óleo ou qualquer outro tipo de partícula sobre os sensores;
- 20 c. permitir que o sistema de limpeza dos sensores opere de maneira permanente;
- d. aumentar o nível de confiabilidade da leitura dos parâmetros;
- e. reduzir custos de manutenção;
- f. eliminar falhas na limpeza dos sensores;
- 25 g. garantir permanentemente a análise da qualidade da água produzida, respeitando assim as normas ambientais e / ou técnicas;

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Refere-se a presente invenção a um monitor óptico autolimpante

30 para ser preferencialmente aplicado em medidas do teor de óleo e

partículas em meio fluídico contínuo.

O equipamento é basicamente compreendido pela associação ordenada de um venturi e um difusor montados sistematicamente como componentes de um monitor óptico de partículas dispersas em meio fluídico contínuo. Apresenta o seu corpo principal provido com um canal de passagem em forma de venturi, sendo a região central do venturi coincidente com janelas de acesso de lentes/sensores ópticos. O diâmetro interno da dita região central do venturi, doravante denominada câmara de análise, é determinado em função da distância de operação entre as lentes/sensores ópticos providos nas janelas de acesso. Por sua vez, esta distância de operação é igualmente dependente da concentração de partículas não miscíveis dispersas no fluido que se deseja analisar.

Um difusor em forma de barra linear é provido a montante da câmara de análise, e afixado no canal de entrada do venturi, atravessando-o em um sentido transversal e em ângulo reto ao alinhamento das lentes. A distância entre o ponto de afixação do difusor e as lentes, tem que estar adequada a uma solução de compromisso entre outros dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante. Assim a determinação desta distância requer, para cada aplicação, um ensaio por meio de modelagem computacional. O formato do perfil e a dimensão (d) do dito o difusor também são determinados, para cada aplicação, por meio de modelagem computacional.

O perfil da seção em corte (S) da câmara de análise preferencialmente adota o formato circular, podendo também adotar formatos variados, que aumentem o efeito de limpeza das lentes/sensores.

As superfícies das lentes/sensores são providas a uma altura (h) de afastamento da superfície interna da câmara de análise, de modo a evitar o efeito de fluência das partículas ainda aderidas à superfície interna do venturi.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será descrita a seguir mais detalhadamente, em conjunto com os desenhos abaixo relacionados, apresentados meramente a título de exemplo, os quais acompanham o presente relatório e do qual
5 são parte integrante.

A Figura 1 retrata uma vista em corte da configuração de um monitor óptico comum da técnica.

A Figura 2 retrata uma vista em corte da atual invenção.

A Figura 3 retrata em detalhe a seção da câmara de análise.

10 A Figura 4A retrata uma vista de seção circular da câmara de análise.

A Figura 4B retrata uma vista de seção oblonga da câmara de análise.

15 A Figura 4C retrata uma vista de seção elíptica da câmara de análise.

A Figura 4D retrata uma vista de seção "M" da câmara de análise.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A avaliação da eficiência de sistemas separadores é possível com o uso de um monitor submarino de TOG, cuja instalação deve ser situada
20 entre o sistema separador e o poço injetor. Este tipo de monitor, no entanto, precisa ter sua capacidade de análise garantida, e para isso deve apresentar um sistema eficiente e confiável de autolimpeza dos seus sensores, visto que o dispositivo estará instalado em grandes profundidades, e, portanto em difícil acesso para sua manutenção.

25 Assim o objeto da presente invenção, monitor óptico autolimpante (100) de teor de óleo e partículas dispersas em meio fluido contínuo, apresenta uma conformação construtiva para monitores do tipo óptico, que provê um sistema autolimpante permanente, de modo que seja possível uma operação remota por longos períodos sem manutenção.

30 A Figura 1 retrata uma visão esquemática em corte típica de uma

configuração construtiva de monitores ópticos comuns à técnica, em que revela os componentes básicos presentes em qualquer analisador de TOG, a saber: corpo principal (1) do dispositivo, janela de acesso (2), sensores ópticos (3) e canal (4) de passagem e região de análise (5) do
5 fluxo.

Já a Figura 2 retrata uma visão esquemática da configuração construtiva preferida da presente invenção. A estrutura do monitor óptico autolimpante (100) revela, já nesta representação gráfica, diferenças marcantes.

10 O corpo principal (10) do monitor óptico autolimpante (100) é provido com um canal (14) de passagem em forma de venturi, sendo a região central do venturi coincidente com as janelas de acesso (20). Esta geometria interna força um aumento de velocidade do fluido, sendo o seu pico de intensidade, exatamente na dita região das janelas de acesso (20).

15 O diâmetro interno (d_v) da região central do venturi (Figura 3), doravante denominada câmara de análise (15), é determinado em função da distância entre lentes (21), que por sua vez dependente da concentração de TOG que se deseja medir.

Visto que o teor de óleo ou graxa pode ser medido em fluidos como
20 água ou mesmo gás, para cada aplicação um estudo deste parâmetro deve ser projetado a partir das características do fluido de aplicação.

Deve-se ficar salientado que a atual invenção pode ser aplicada como instrumento não só na medição de óleo disperso em água, mas o mesmo princípio pode ser aplicado em outras emulsões com presença de
25 interfaces variadas, como: sólido/líquido, líquido/gás, líquido/líquido não miscível. Assim poderemos aplicá-lo também quando houver interesse de limpar as lentes (21) de sólidos em uma medição de quantidade de sólidos suspenso em água ou hidrocarboneto, por exemplo.

Dessa forma, o diâmetro (d_v) interno da câmara de análise (15), que
30 é o parâmetro inicial para a determinação dos demais parâmetros, fica

restrito às características físicoquímicas do fluido/emulsão para qual será projetado o monitor óptico autolimpante (100).

Outra diferença determinante que a estrutura da atual invenção revela é a presença de um difusor (30) em forma de barra linear a montante da câmara de análise (15).

O dito difusor é provido no canal de entrada (14') do venturi (14), atravessando-o em um sentido transversal e em ângulo reto ao alinhamento das lentes (21). Sua seção pode apresentar inúmeros formatos geométricos, tais como triangular adoçado, triangular com faces curvadas cônicas ou convexas, dentre outras mais. Entretanto, existe uma solução de compromisso entre dois parâmetros específicos: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante.

Este item requer, para cada aplicação, um ensaio com base em modelagem computacional, que deverá determinar o melhor formato de seção para o difusor (30). No caso específico da aplicação preferida, a medida de TOG em água produzida, a seção que apresentou a melhor solução de compromisso entre estes dois parâmetros foi a triangular com uma das suas faces retas paralela ao eixo de alinhamento das lentes (21) e um dos vértices voltado em direção a câmara de análise (15).

Mas na maioria dos casos, a relação apresentada entre a dimensão (D) do difusor (30) e o diâmetro (dv) interno da câmara de análise (15), limitou-se preferencialmente a uma faixa de 1/4 a 1/3 do diâmetro nominal da dita câmara.

Independente do fluido no qual se deseja fazer a análise, esta nova configuração revelada pelo monitor óptico autolimpante (100) propicia que uma corrente de fluido contendo partículas não miscíveis seja pressurizada no canal de entrada (14') do venturi (14) e se choque contra o dito difusor (30) provocando um turbilhonamento e consequentemente vórtices de limpeza. Assim, mais adiante, na câmara de análise (15),

ocorrerá um aumento da tensão cisalhante provocada pelos vórtices gerados a montante pelo difusor (30). Este efeito atua sobre toda a superfície interna da dita câmara onde estão localizadas as janelas de acesso (20), providas com as respectivas lentes (21). Assim, o aumento da
5 tensão cisalhante do fluido na câmara de análise (15) provoca o arraste das partículas não miscíveis eventualmente aderidas às lentes (21), e dessa forma é alcançado o efeito desejado de autolimpeza contínua do monitor óptico autolimpante (100).

Obedecendo a este mesmo princípio, as partículas não miscíveis
10 carregadas pelo fluido não são capazes de aderir à superfície das lentes (21), mantendo-se assim, constante o grau de limpeza necessário para a transmissão e recepção do feixe de luz emitido para a realização de qualquer tipo de análise que tenha como fundamento a projeção de feixes ópticos.

15 À distância (L) de afastamento entre o ponto de fixação do difusor (30) e as lentes (21), conforme mostrado na Figura 3, também deve apresentar a mesma solução de compromisso entre dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento. Quanto menor a distância, maior o turbilhonamento e
20 conseqüentemente maior o efeito de cisalhamento das partículas do fluido sobre a lente, porém maior perda de carga. Na maioria das aplicações, uma faixa de distanciamento (L) de $\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{2}$ vezes o diâmetro (dv) interno da câmara de análise (15) satisfaz ao projeto.

Para o caso específico de medida de TOG em água produzida,
25 observou-se por modelagem computacional que a melhor distância (L) situa-se na faixa de 50 mm a 210 mm.

Procurando-se melhorar ainda mais a intensidade e localização do efeito dos vórtices de limpeza com maior carga de cisalhamento, de modo que a mesma possa ser concentrada sobre a área das lentes (21), sem, no
30 entanto, aumentar a perda de carga na linha de escoamento, o monitor

óptico autolimpante (100), prevê a adoção de perfis da seção em corte (S) da câmara de análise (15) com formatos diferentes.

O formato básico da seção em corte S é circular – Figura 4A. Entretanto outras três formas também demonstraram capacidade de
5 concentrar, sobre a área das lentes (21), a intensidade das cargas de cisalhamento geradas pelo difusor (30), diminuindo em contrapartida a perda de carga do dispositivo, sendo elas respectivamente apresentadas respectivamente pelas Figuras: Figura 4B – formato oblongo, Figura 4C – formato elíptico e Figura 4D - formato em "M".

10 Cada um dos formatos apresenta um efeito particular de turbilhonamento sobre diversos tipos de partículas não miscíveis carregadas pelo fluido e sobre o próprio fluido, oferecendo as condições específicas para que estas não sejam capazes de aderir à superfície das lentes (21), mantendo-se assim, constante o grau de limpeza necessário
15 nas situações mais comuns de misturas sólido/líquido, líquido/gás, líquido/líquido presentes nas indústrias químicas e petroquímicas. Um técnico no assunto, no entanto, poderá verificar que outros perfis poderão também atender a outras condições específicas, a operação pretendida de limpeza de sensores, sem que se afaste do conceito inventivo aqui
20 apresentado.

Outra condição construtiva determinada pela presente invenção é a localização das lentes (21) em relação à superfície interna da câmara de análise (15).

A superfície das lentes (21) deve estar a uma altura (h) de até 3 mm
25 da superfície interna da câmara de análise (15), preferencialmente entre 0,1 mm e 1 mm. Este afastamento da superfície da lente em relação à superfície da câmara de análise (15) tem a finalidade de evitar o efeito de fluência das partículas, que por ventura venha a ocorrer ao longo da superfície interna do venturi (14).

30 O efeito de vórtices de limpeza, controlados de modo que se formem

com um maior poder de atuação em uma área restrita, também apresenta como característica uma intensidade decrescente, do centro para a periferia da câmara de análise (15). Assim o deslocamento da superfície da lente (21) em direção ao centro do dispositivo, além de evitar efeito de
5 fluência das partículas ainda aderidas à superfície interna do venturi (14), também aumenta a exposição das ditas lentes ao efeito dos vórtices de limpeza.

A invenção foi aqui descrita com referência sendo feita à suas concretizações preferidas. Deve, entretanto, mais uma vez ficar claro, que
10 a invenção não está limitada às concretizações reveladas, pois aqueles com habilidades na técnica irão imediatamente perceber que alterações e substituições podem ser feitas dentro deste conceito inventivo aqui descrito.

REIVINDICAÇÕES

1- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, o qual compreende uma associação ordenada de canal de passagem e um difusor estarem montados sistematicamente como componentes de um monitor óptico de partículas dispersas em meio fluídico contínuo caracterizado por adicionalmente apresentar:

- um corpo principal (10) provido com um canal (14) de passagem em forma de venturi, sendo a região central do venturi coincidente com janelas de acesso (20) de lentes óticas;
- um difusor (30) em forma de barra linear provido a montante da câmara de análise (15), afixado no canal de entrada (14') do venturi (14), atravessando-o em sentido transversal e em ângulo reto ao alinhamento das lentes (21).

2- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as superfícies das lentes (21) serem providas a uma altura (h) de afastamento da superfície interna da câmara de análise (15) de até 3 mm.

3- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a seção em corte (S) da câmara de análise (15) apresentar um formato circular.

4- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o diâmetro (dv) interno da dita região central do venturi, doravante denominada câmara de análise (15), ser determinado em função da distância de operação entre as lentes (21) óticas providas nas janelas de acesso (20), distância esta, que por sua vez depende da concentração de partículas não miscíveis

dispersas no fluido que se deseja analisar.

- 5- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o diâmetro (dv) interno da câmara de análise (15), que é o parâmetro inicial para a determinação dos demais parâmetros, ficar restrito às características fisioquímicas do fluido/emulsão para qual será projetado o monitor óptico autolimpante (100).
- 6- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a distância (L) entre o ponto de afixação do difusor (30) e as lentes (21), ser adequada por meio de modelagem computacional específica, a uma solução de compromisso entre dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante.
- 7- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a distância (L) variar para cada aplicação conforme resultado de modelagem computacional específica, preferencialmente esta distância (L) encontra-se na faixa de $\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{2}$ vezes o diâmetro (dv) interno da câmara de análise (15).
- 8- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o formato do perfil e a dimensão (D) do difusor (30) serem determinados, para cada aplicação, por meio de modelagem computacional.
- 9- **MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o difusor (30) preferencialmente apresentar um formato triangular com uma das suas

faces retas paralela ao eixo de alinhamento das lentes (21) e um dos vértices voltado em direção a câmara de análise (15).

- 5 10- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a seção do difusor (30) apresentar inúmeros formatos geométricos, tais como triangular adoçado, desde que satisfaça a uma solução de compromisso entre dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante.
- 10 11- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a seção do difusor (30) apresentar inúmeros formatos geométricos, tais como triangular com faces curvadas cônicas, desde que satisfaça a uma solução de
- 15 compromisso entre dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante.
- 12- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a seção do difusor (30)
- 20 apresentar inúmeros formatos geométricos, tais como triangular com faces curvadas convexas, desde que satisfaça a uma solução de compromisso entre dois parâmetros: turbilhonamento máximo e perda de carga mínima na linha de escoamento jusante.
- 13- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E
- 25 PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o difusor (30) apresentar a dimensão (D) preferencialmente restrita à faixa de $1/4$ a $1/3$ do diâmetro (d_v) interno da câmara de análise (15).
- 14- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E
- 30 PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de

acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o monitor óptico autolimpante (100) quando aplicado especificamente para o caso de medida de TOG em água produzida, operar preferencialmente com a distância (L) de afastamento entre o ponto de fixação do difusor (30) e as lentes (21) na faixa de 50 mm a 210 mm.

15- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o formato da seção em corte (S) da câmara de análise (15) apresentar formato oblongo, capaz de concentrar sobre a área das lentes (21) um efeito particular de turbilhonamento.

16- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o formato da seção em corte (S) da câmara de análise (15) apresentar formato em "M", capaz de concentrar sobre a área das lentes (21) um efeito particular de turbilhonamento.

17- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o formato da seção em corte (S) da câmara de análise (15) apresentar formato elíptico, capaz de concentrar sobre a área das lentes (21) um efeito particular de turbilhonamento.

18- MONITOR ÓPTICO AUTOLIMPANTE DE TEOR DE ÓLEO E PARTÍCULAS DISPERSAS EM MEIO FLUÍDICO CONTÍNUO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por apresentar a altura (h) de afastamento da superfície interna da câmara de análise (15) preferencialmente entre 0,1 mm e 1 mm.

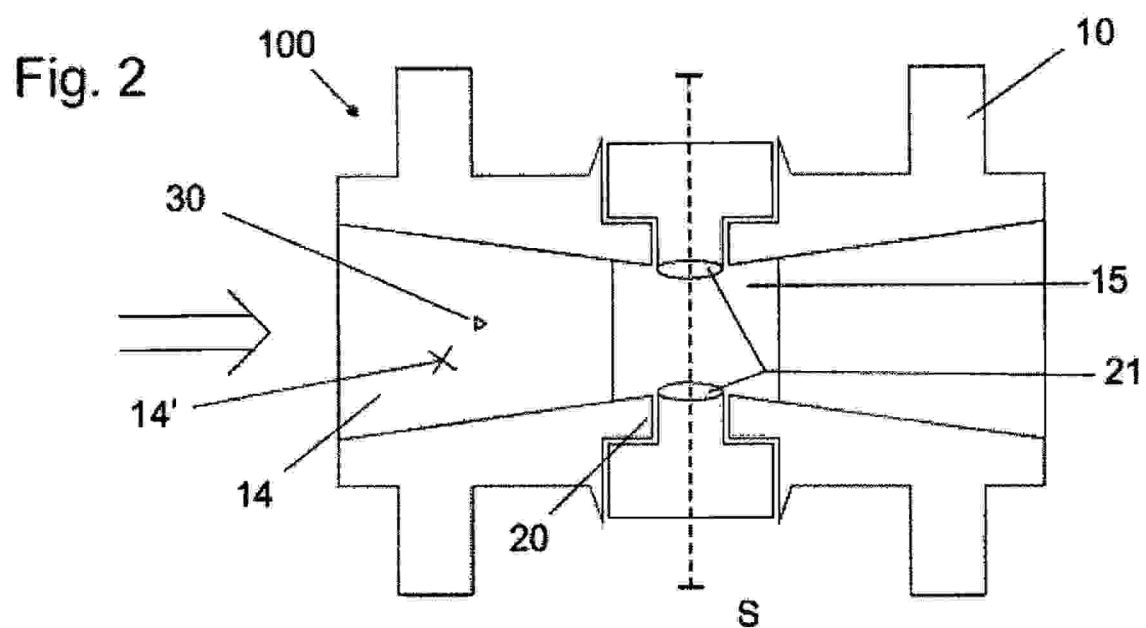
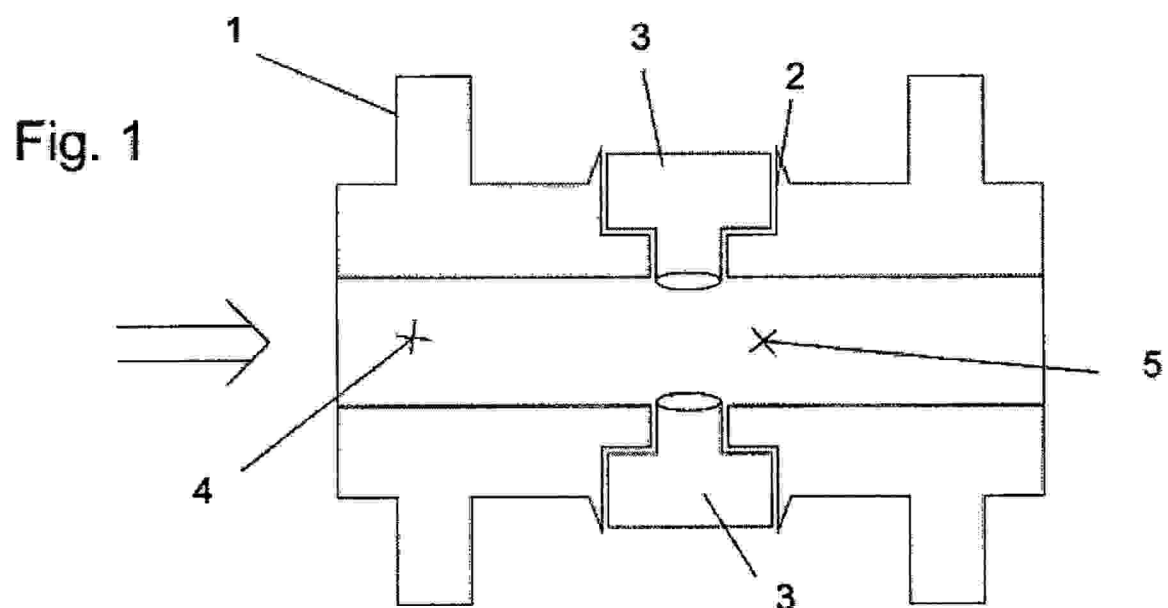


Fig. 3

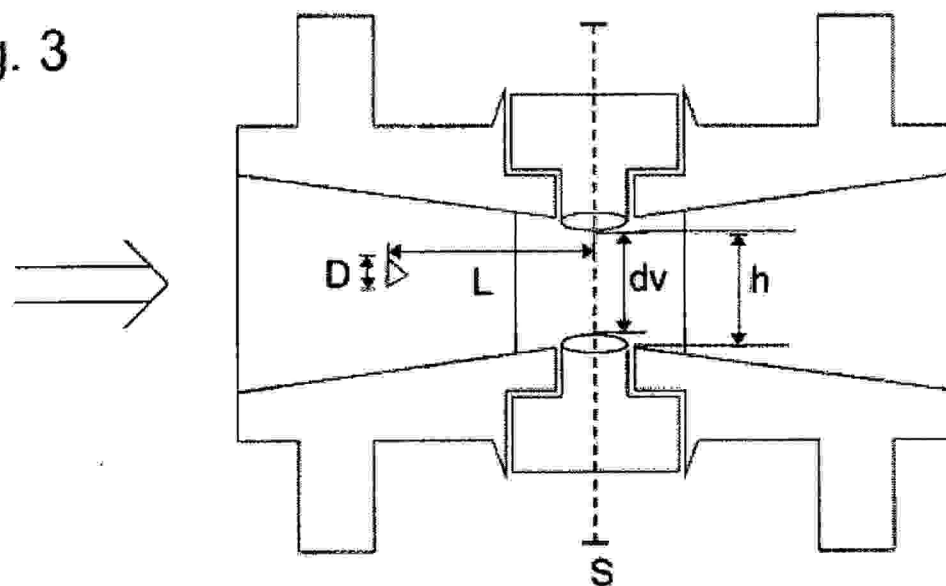


Fig. 4A

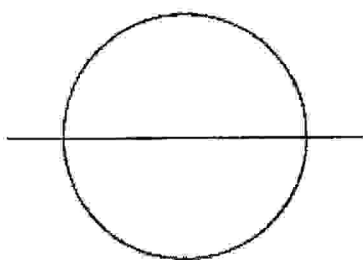


Fig. 4B

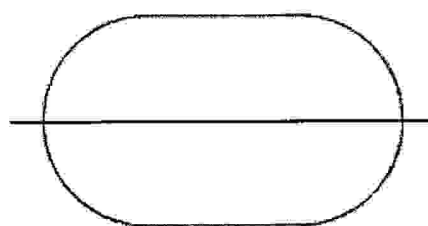


Fig. 4C



Fig. 4D

