



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

(21) PI 0907696-4 A2



(22) Data do Depósito: 30/04/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 14/01/2020

(54) **Título:** SISTEMA PARA REMOVER OS DEPÓSITOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO QUE MEDEM CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DE UM MEIO FLUIDO CONTIDO EM UMA TUBULAÇÃO OU EM UM RECIPIENTE

(51) **Int. Cl.:** G01N 21/15; G01N 21/85; B08B 7/02; B08B 3/12.

(30) **Prioridade Unionista:** 30/04/2008 NO 2008 2036.

(71) **Depositante(es):** PRO ANALYSIS AS.

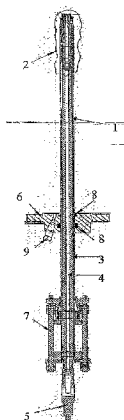
(72) **Inventor(es):** JARLE SKEIDSVOLL; BJORN ATLE OVERLAND; STIAN MAGNUSSEN; HALLVARD TANGEN; GUNNAR ALFHEIM.

(86) **Pedido PCT:** PCT NO2009000167 de 30/04/2009

(87) **Publicação PCT:** WO 2009/134145 de 05/11/2009

(85) **Data da Fase Nacional:** 29/10/2010

(57) **Resumo:** SISTEMA PARA REMOVER OS DEPÓSITOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO QUE MEDEM CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DE UM MEIO FLUIDO CONTIDO EM UMA TUBULAÇÃO OU EM UM RECIPIENTE A presente invenção refere-se a um sistema para remover depósitos de instrumentos de medição que medem características escolhidas de um meio fluido contido em uma tubulação ou em um recipiente, em que o instrumento de medição compreende uma abertura ( 10) e uma primeira superfície (12) que tem contato com o dito meio, e a dita primeira superfície (12) é posicionada em uma extremidade que define uma cabeça da sonda ( 2) de um membro alongado (13) adaptado para se estender através da parede (6) da dita tubulação ou do dito recipiente, em que a extremidade exterior do dito membro (13) é posicionada fora da dita parede (6), e o sistema de limpeza compreende um transdutor acústico (5) posicionado na outra extremidade do dito membro alongado (13), em que o dito transdutor acústico ( 5) é acoplado acusticamente ao membro alongado ( 13) de modo a acoplar energia acústica ao mesmo, em que a energia acústica que se propaga ao longo de membro (13) até a extremidade (2, 12) da sonda (1) fica em contato com o fluido dentro da tubulação ou do recipiente, cujas vibrações resultantes removem quaisquer contaminações da dita abertura (10) pela (...).



SISTEMA PARA REMOVER OS DEPÓSITOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO QUE MEDEM CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DE UM MEIO FLUIDO CONTIDO EM UMA TUBULAÇÃO OU EM UM RECIPIENTE

A presente invenção refere-se a um sistema de  
5 limpeza para instrumentos de medição de características  
escolhidas de um meio fluido contido em uma tubulação ou  
recipiente, especialmente para sondas de medição ópticas para  
fluxos de água, óleo e/ou gás. Mais especificamente, a  
invenção refere-se a um sistema para a limpeza de abertura  
10 próxima na frente de uma sonda de medição óptica que é  
posicionada em um meio fluido pela remoção ativa dos  
depósitos.

Na execução de medições em fluxos multifásicos tais  
como fluxos de água, óleo e/ou gás, um problema bem conhecido  
15 é que depósitos são formados na superfície da sonda que fica  
em contato com o fluxo. Isto é especialmente relevante para  
sondas ópticas, por exemplo, na execução de medições de  
fluorescência no fluxo, uma vez que as sondas compreendem uma  
abertura transparente dirigida para o fluxo. Se esta abertura  
20 for coberta por depósitos, ela deve ser limpa antes que as  
medições sejam executadas. Esta limpeza pode ser executada ao  
remover a sonda do fluxo, mas isto pode ser pouco prático e  
demorado, requerendo, em alguns casos, uma paralisação local  
do sistema.

25 Diversas sugestões foram feitas para limpar a  
abertura *in situ* e até mesmo durante a operação. Uma solução  
é discutida na patente EP 1480764, onde é utilizado um  
sistema óptico que emite pulsos de laser que podem remover os  
depósitos. O problema relacionado à publicação da patente EP  
30 é que alguns depósitos sem consistência que surgem em alguns  
tipos de fluidos não são removidos pelos pulsos laser. Desse  
modo, a sonda tem que ser removida em intervalos apropriados  
para a limpeza.

Uma outra solução é discutida pelo Dr. Jens Bublitz et al. em "Adaptation of approved laser-induced time-resolved fluorescence spectroscopy in offshore applications: Experience of 24 months measurements in produced water", publicado no 7<sup>th</sup> Oil-in-Water Monitoring Workshop, 23-24 de novembro de 2005. Nesta publicação, são descritos testes onde as vibrações são utilizadas para remover os depósitos de uma abertura na extremidade de cabos de fibra óptica utilizada para executar medições da fluorescência. Duas soluções foram testadas. A primeira delas utilizando um transdutor acoplado

à cabeça de detecção de modo que as fibras e a abertura fiquem sujeitas às vibrações. Desse modo, foi mostrado que alguns problemas práticos, tal como a perda da abertura, e na prática encontraram uma solução em que a abertura é colada em um recuo na cabeça e um jato de ar é aplicado à abertura para ajudar na remoção do depósito. Este último é pouco prático, uma vez que, de acordo com a publicação, requer uma segunda abertura na tubulação e, adicionalmente, pode perturbar ou limitar o fluxo. Um outro problema com a dita solução é que as fibras ópticas podem ser danificadas pelas vibrações.

Um arranjo similar é mostrado no pedido de patente norte-americano 2002/0167664 onde as vibrações são providas por um elemento de anel piezelétrico na cabeça do sensor entre as peças ópticas e a abertura. Isto complica a cabeça da sonda e faz com que seja necessário retirar a sonda no caso de falha. Condições físicas variadas, por exemplo, temperatura e pressão variadas, também podem representar uma limitação significativa ao projeto descrito no pedido norte-americano 2002/0167664.

Uma solução alternativa de acordo com a publicação de Bublitz et al. incorpora um transdutor acústico que direciona a sua energia acústica para a cabeça da sonda de uma outra posição na tubulação. Isto também requer duas

aberturas na parede da tubulação, o que pode ser pouco prático, requerendo um arranjo físico especial ou limitando a liberdade no posicionamento da sonda, bem como perturbando ou limitando o fluxo de fluido na tubulação.

5 O pedido de patente WO 2008/015390 descreve princípios e realizações de um elemento óptico de interface e de um sistema óptico integrados com um ressonador acústico de alta potência onde o ressonador acústico de alta potência pode ser utilizado para limpar acusticamente o elemento

10 ~~óptico de interface pela transmissão de perturbações~~ acústicas ao elemento óptico de interface. Nas aplicações ~~onde vibrações acústicas de energia elevada são requeridas~~ para limpar o elemento óptico de interface, por exemplo, a ~~alta pressão, uma integração completa do elemento óptico de~~

15 interface com o ressonador acústico pode resultar na erosão física do elemento óptico de interface, independentemente do material.

Um objetivo da presente invenção consiste na provisão de uma solução simples para remover os depósitos de

20 uma abertura de sonda de medição óptica sem danificar as guias ópticas da onda ou outro equipamento ali presente e sem requerer aberturas extras ou sistemas circunvizinhos que complicam a instalação e a operação da sonda de medição.

Este objetivo é atingido ao utilizar um sistema tal

25 como indicado acima e caracterizado tal como mencionado nas reivindicações independentes em anexo.

A invenção apresenta, desse modo, um sistema onde as ondas acústicas se propagam ao longo do eixo da sonda até

a cabeça da sonda. Preferivelmente, os sinais são

30 transmitidos da cabeça da sonda para os instrumentos fora do fluido através de um membro que é isolado acusticamente das vibrações acústicas, preferivelmente posicionado coaxialmente dentro do membro que transmite as vibrações acústicas.

A invenção será descrita abaixo com referência aos desenhos anexos, ilustrando a invenção por meio de exemplos.

A Figura 1 ilustra um sistema de acordo com a invenção.

5 A Figura 2 ilustra uma realização da seção da cabeça da sonda do sistema ilustrado na Figura 1.

Figura 3 ilustra uma realização preferida da seção da cabeça da sonda do sistema ilustrado na Figura 1.

Conforme ilustrado na Figura 1, a invenção se  
10 refere a uma sonda 1 que penetra em uma parede de tubulação ou recipiente 6. A sonda tem uma cabeça de sonda 2 que executa, por exemplo, as medições ópticas em um meio contido na tubulação ou recipiente 6, e na extremidade oposta tem um meio de montagem 7 e um meio de conexão para os instrumentos  
15 relevantes e um meio de controle. A tubulação ou recipiente 6 pode ser de qualquer tipo que contenha fluidos, tais como misturas de água, óleo, gás, etc., onde há uma necessidade de executar medições e especialmente se há um risco de os depósitos na cabeça da sonda interferirem nas medições a  
20 serem executadas. Na Figura 1, uma abertura adicional 9 é provida na parede, por exemplo, para finalidades de liberação de pressão.

De acordo com a invenção, a sonda 1 é equipada com um transdutor acústico 5 na extremidade oposta da cabeça de  
25 sonda 2. A sonda inclui um membro alongado 3, e o transdutor acústico 5 excita o membro e as ondas acústicas se propagam ao longo do mesmo até a cabeça de sonda 2. A fim de proteger os transmissores de sinal de ou para a cabeça da sonda, o membro alongado 3 é preferivelmente projetado como uma  
30 tubulação anular com um canal interno 4 através do qual linhas de transmissão podem ser posicionadas. Na Figura 1, a sonda 1 é conectada à parede 6 do recipiente através de anéis 8 ou algo similar, vedando a passagem. O membro alongado 3

dentro da sonda é isolado acusticamente do envoltório exterior da sonda 1 e, desse modo, também da parede 6 da tubulação ou do recipiente, ao passo que as linhas de transmissão e os transdutores dentro do canal interno 4 são  
5 preferivelmente isolados acusticamente do membro alongado.

A Figura 2 ilustra a cabeça da sonda na extremidade do membro alongado 3, 13. O membro alongado 3 se projeta ao longo da cabeça de sonda 2 por toda a extensão até a extremidade 13 e é acoplado acusticamente à frente oscilante  
10 da sonda 12.

No uso pretendido da invenção, a superfície dianteira é uma abertura transparente que transmite sinais ópticos de medição de e para um medidor óptico 11 atrás da abertura e dentro da cabeça de sonda 2. O medidor 11 pode ser  
15 constituído por terminais de fibra óptica que transmitem a luz de ou para o fluxo, uma câmera digital com fontes de luz para fornecer imagens do fluxo, etc. A fim de reduzir as vibrações acústicas que se propagam a partir da cabeça de sonda 2, 12 até o medidor 11, o medidor 11 é isolado  
20 acusticamente do membro alongado 3 pelos anéis 17, 18 de modo que o membro alongado 3 vibre de modo a remover os depósitos na abertura enquanto o medidor 11 e os condutores de sinal e energia correspondentes acoplados no canal 4 ao medidor 11 ficam expostos a uma quantidade reduzida de vibração e  
25 protegidos desse modo contra danos.

O membro alongado 3, 13 pode, tal como indicado nas Figuras 1 e 2, ser posicionado dentro de um tubo exterior 19, 20 que pode prover uma vedação a fluidos e também um isolamento acústico para o ambiente em torno da sonda 1. Na  
30 Figura 2, o tubo exterior 19, 20 é acoplado ao membro alongado pelos anéis 14, 15 ou algo similar.

Uma vez que as vibrações aplicadas se dão preferivelmente em modo longitudinal, os anéis amortecedores

de vibrações 14, 15, 17, 18 e suas montagens são adaptados preferivelmente para permitir movimentos de vibração na direção longitudinal da sonda enquanto amortecem movimentos na direção transversal. Embora exemplificados como anéis, qualquer dispositivo que propicie vibrações e amortecimento pode ser utilizado.

Na Figura 2, a abertura 10 é montada na extremidade da cabeça de sonda 2 acoplada ao medidor 11 mas isolada acusticamente do membro alongado 3. A borda exterior 12 da cabeça da sonda é um prolongamento do membro alongado 3, 13 e pode desse modo definir uma superfície vibratória que, de modo a acoplar a energia acústica ao fluido na vizinhança da abertura 10 da sonda, as vibrações produzem cavitação na abertura 10 e desse modo removem os depósitos da mesma. Tipos diferentes de vedações, tais como os anéis 17, 18, podem ser utilizados entre as peças vibratórias 12 e as peças fixas 10, 11 para evitar a penetração de fluidos na sonda.

Na Figura 3, é mostrada uma realização preferida da invenção em que a abertura 10 e a extremidade exterior 12 do membro alongado 3, 13 são mostradas. A extremidade exterior 12 estende-se fora da abertura e, tal como mostrado na Figura 3, pode ser formada de modo a permitir que o fluido flua perto da abertura 10 enquanto também se estende sobre a abertura de modo a focalizar uma parte da energia acústica para a superfície da abertura. Na Figura 3, isto é obtido por prolongamentos em forma de garra fora da abertura. A abertura é, desse modo, fixada ao medidor por um meio de acoplamento 16 apropriado ou adesivos. Além disso, o medidor 11 é acoplado ao interior do membro alongado 13 através de anéis de vedação tais como os anéis 17 que podem evitar a introdução de fluidos na sonda e reduzir as vibrações acústicas que se propagam a partir do membro alongado 13 para o medidor 11. A fim de obter isto, há um espaço anular entre

o medidor 11 e membro alongado de modo que eles possam se mover um em relação ao outro até um determinado grau.

A abertura 10 é feita preferivelmente de safira, mas outros materiais transparentes duros podem ser contemplados. Devido às características de transmissão para a energia acústica e os requisitos mecânicos devidos às condições químicas, mecânicas e térmicas, as peças metálicas que transmitem a energia acústica 3, 13 são feitas, preferivelmente, de titânio ou de suas ligas. As peças exteriores são feitas de materiais padrão para o ambiente em que o equipamento deve ser utilizado, tais como aço duplex e/ou as outras ligas de aço inoxidável.

A fonte acústica 5 pode ser escolhida entre uma série de tipos disponíveis dependendo do uso pretendido e do ambiente de processamento local incluindo o teor de fluido, tipos de contaminações e pressão. Preferivelmente, a faixa de frequência fica compreendida na faixa de 20 a 30 kHz e a amplitude é de até 50  $\mu$ m na direção longitudinal.

Em suma, a invenção refere-se desse modo a um sistema para remover depósitos de instrumentos de medição ou sondas 1 que medem as características escolhidas de um meio fluido contido em uma tubulação ou recipiente 6. O instrumento de medição compreende uma primeira superfície 10 em contato com o dito meio, em que a primeira superfície é posicionada em uma extremidade que define uma cabeça de sonda 2 de um membro alongado 3 adaptado para se estender ao longo da parede da dita tubulação ou recipiente. A extremidade exterior do membro alongado é posicionada fora da dita parede e o sistema de limpeza compreende um transdutor acústico 5 posicionado na extremidade exterior do dito membro alongado, em que o transdutor acústico é acoplado acusticamente ao membro alongado 3 de modo a transmitir a energia acústica ao mesmo, e a energia acústica se propaga ao longo do dito

membro para a dita primeira superfície que fica em contato com o meio dentro da tubulação ou recipiente. As vibrações resultantes aplicadas na extremidade 12 da cabeça de sonda 2 são formadas de modo a transmitir parte da energia acústica através do fluido para a abertura próxima pela extremidade da cabeça da sonda, e desse modo pelas cavitações no fluido, removendo quaisquer contaminações depositadas na superfície da abertura.

Preferivelmente, o instrumento de medição compreende um elemento interno 21 posicionado em um canal dentro do membro alongado 3 e é, pelo menos parcialmente, isolado acusticamente do dito membro alongado de modo que as vibrações do membro alongado não prejudiquem o elemento interno 21 nem afetem quaisquer sinais que ali se propagam.

O elemento interno 11 pode conter guias ópticos de ondas 21 que se estendem a partir de uma posição anterior à dita primeira superfície até um instrumento de medição além da dita tubulação ou recipiente, em cujo caso a primeira superfície é constituída por uma superfície 10 da abertura que é transparente aos sinais ópticos transmitidos através dos guias de ondas. Alternativamente, o elemento interno contém um sistema de detecção óptico, por exemplo, um sistema de formação de imagens, acoplado através de guias de sinais eletrônicos ou ópticos de modo a transmitir sinais do dito sistema de formação de imagens ao instrumento de medição fora da dita tubulação ou recipiente, em que a primeira superfície é constituída pela superfície exterior de uma abertura que é transparente aos sinais ópticos transmitidos através dos guias ópticos. Também podem ser contempladas aplicações onde outras medições, tais como determinadas características elétricas do meio, são medidas, em cujo caso a natureza da abertura será escolhida de maneira correspondente.

A energia acústica utilizada para limpar a

superfície interna da sonda em contato com os líquidos na tubulação ou recipiente é constituída preferivelmente pelas ondas de pressão que se propagam longitudinalmente ao longo do membro alongado, desse modo provendo vibrações à

5 superfície interna da cabeça da sonda que tem uma direção axial, e as vibrações fazem com que as extensões 12 na cabeça da sonda vibrem e desse modo transmitam a energia para a abertura de modo que as contaminações sejam removidas.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA PARA REMOVER OS DEPÓSITOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO QUE MEDEM CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DE UM MEIO FLUIDO CONTIDO EM UMA TUBULAÇÃO OU EM  
5 UM RECIPIENTE, em que o instrumento de medição é caracterizado pelo fato de compreender uma primeira superfície (10) que tem contato com o dito meio, sendo que a dita primeira superfície (10) é posicionada em uma extremidade (13) que define uma cabeça de sonda (2) de um  
10 membro alongado (3) adaptado para se estender através de uma parede da dita tubulação ou recipiente (6), e em uma outra extremidade do dito membro alongado (3) oposta à extremidade (13) é posicionada fora da dita parede, em que o sistema de limpeza compreende um transdutor acústico (5) posicionado na  
15 dita outra extremidade do dito membro alongado (3), em que o dito transdutor acústico (5) é acoplado acusticamente ao membro alongado (3) de modo a acoplar a energia acústica ao mesmo, sendo que a energia acústica se propaga no dito membro (3) até a dita primeira superfície (10), em que a cabeça de sonda (2) é provida com um medidor (11) posicionado em  
20 contato operacional atrás da primeira superfície (10) através do qual as características são medidas, sendo que o medidor (11) é isolado acusticamente da primeira superfície (10), em que um transmissor de sinais (21) que transmite sinais de  
25 medição do medidor (11) para fora do sistema para processamento adicional é arranjado coaxialmente dentro do membro alongado (3) e parcialmente isolado acusticamente do dito membro alongado (3).

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o membro alongado (3) é uma  
30 tubulação anular que compreende um canal interno (4), em que o transmissor de sinais (21) é arranjado isolado acusticamente das paredes do dito canal (4).

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o transmissor de sinais (21) compreende fibras óticas.

5 4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o membro alongado (3) fica localizado dentro de um tubo externo (19, 20), provendo vedação contra fluidos e isolamento acústico em torno do sistema.

10 5. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que elementos de isolamento acústico (14, 15, 17, 18) são adaptados para transmitir ondas acústicas em uma mesma direção que o membro alongado (3) enquanto que ao mesmo tempo atenuam as ondas acústicas em uma direção transversal da dita mesma direção que o membro  
15 alongado (3).

6. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma extremidade externa (12) do membro alongado (3) é estendida para fora da primeira superfície (10) e é dobrada para um centro da primeira  
20 superfície (1).

7. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um membro do instrumento de medição que compreende a primeira superfície (10) é isolado acusticamente do membro alongado (3).

25 8. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que uma distância entre a extremidade exterior dobrada (12) do membro alongado (3) e a primeira superfície (10) é selecionada para propiciar a remoção de contaminações na primeira superfície (10) quando o  
30 transdutor acústico (5) estiver provendo vibrações da extremidade externa dobrada (12) do membro alongado (3).

9. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que a extremidade externa (12) do

membro alongado (3) é moldada como pelo menos uma garra.

10. SISTEMA, de acordo com qualquer reivindicação de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a primeira superfície (10) é uma superfície de um membro do instrumento  
5 de medição que é transparente.

11. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o transdutor acústico (5) compreende uma fonte acústica que provê sinais em uma faixa de frequência de 20 - 30 kHz.

10 12. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o transdutor acústico (5) compreende uma fonte acústica arranjada para prover a energia acústica ao prover ondas de pressão no corpo do membro alongado (3).

15 13. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as amplitudes das ondas de pressão ficam na faixa de 50  $\mu$ m na direção longitudinal do membro alongado (3).

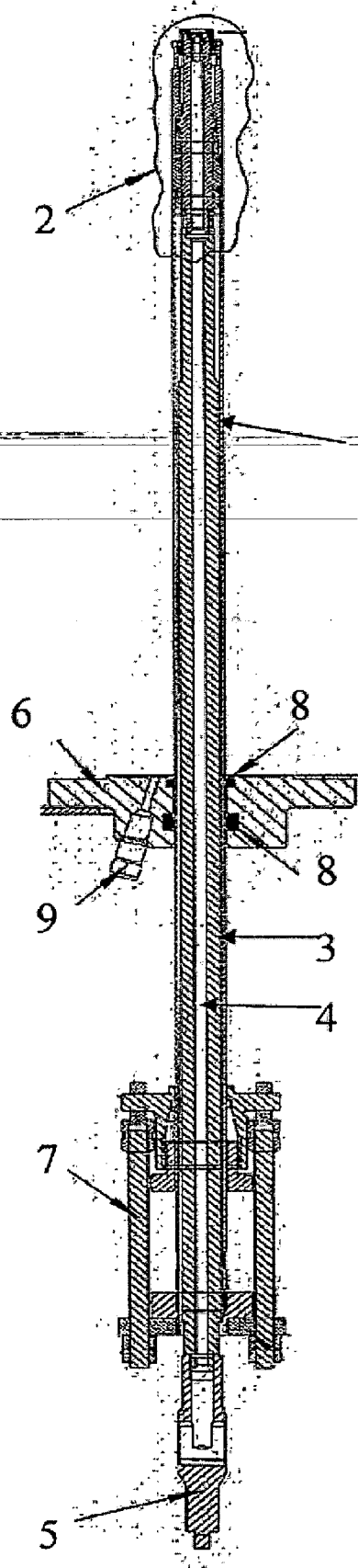


Fig. 1

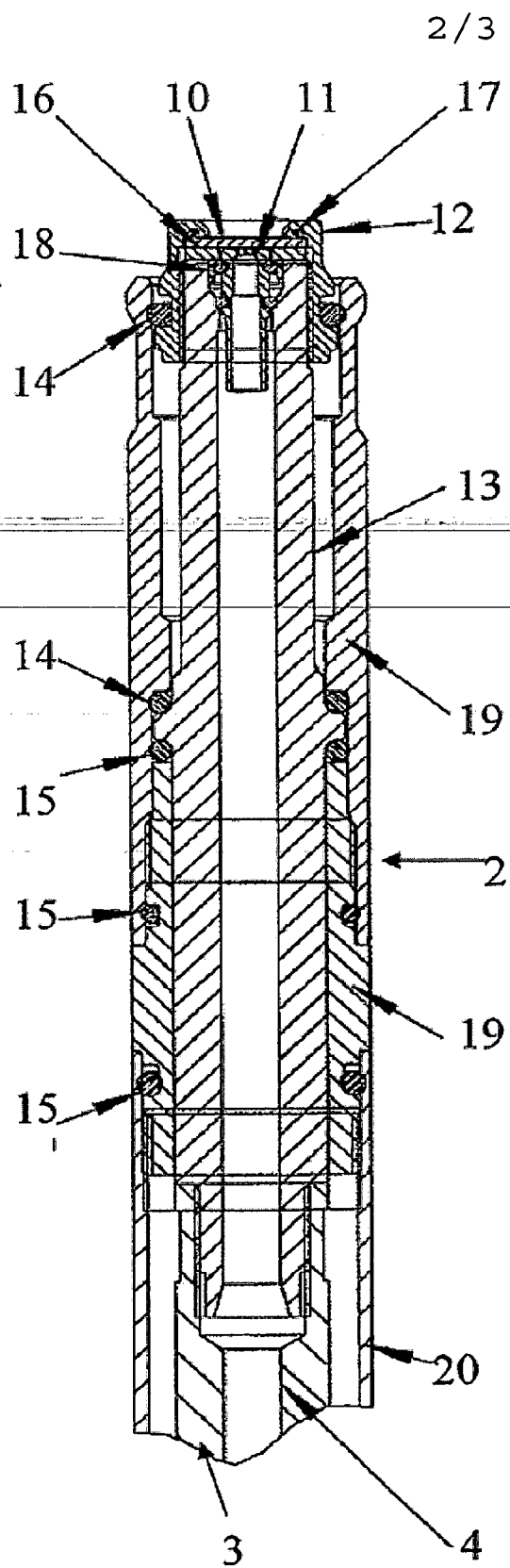


Fig. 2

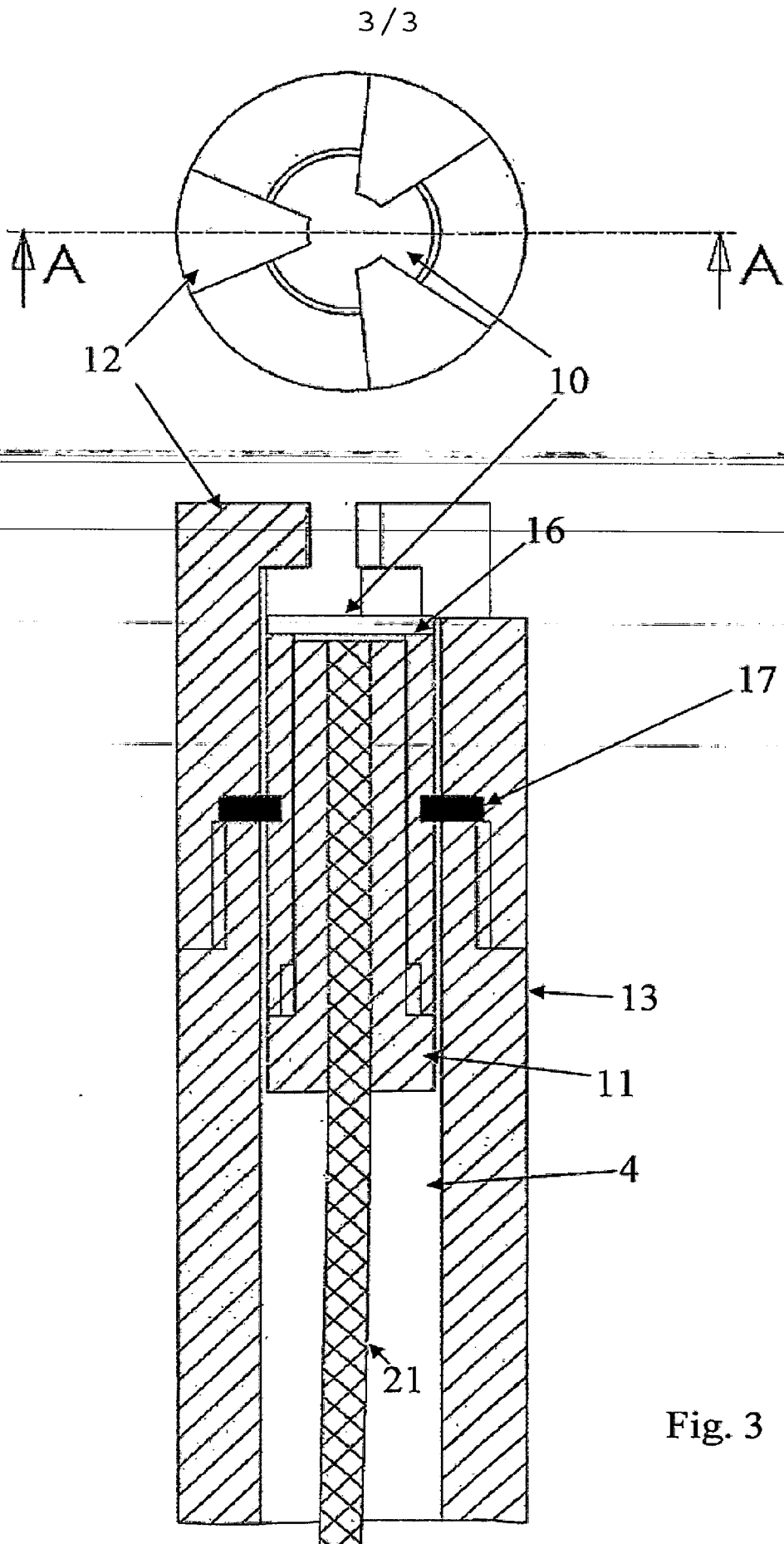


Fig. 3

RESUMO

SISTEMA PARA REMOVER OS DEPÓSITOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO QUE MEDEM CARACTERÍSTICAS SELECIONADAS DE UM MEIO FLUIDO CONTIDO EM UMA TUBULAÇÃO OU EM UM RECIPIENTE

5           A presente invenção refere-se a um sistema para remover depósitos de instrumentos de medição que medem características escolhidas de um meio fluido contido em uma tubulação ou em um recipiente, em que o instrumento de medição compreende uma abertura (10) e uma primeira  
10 superfície (12) que tem contato com o dito meio, e a dita primeira superfície (12) é posicionada em uma extremidade que define uma cabeça da sonda (2) de um membro alongado (13) adaptado para se estender através da parede (6) da dita tubulação ou do dito recipiente, em que a extremidade  
15 exterior do dito membro (13) é posicionada fora da dita parede (6), e o sistema de limpeza compreende um transdutor acústico (5) posicionado na outra extremidade do dito membro alongado (13), em que o dito transdutor acústico (5) é acoplado acusticamente ao membro alongado (13) de modo a  
20 acoplar energia acústica ao mesmo, em que a energia acústica que se propaga ao longo de membro (13) até a extremidade (2, 12) da sonda (1) fica em contato com o fluido dentro da tubulação ou do recipiente, cujas vibrações resultantes removem quaisquer contaminações da dita abertura (10) pela  
25 indução da cavitação.