



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

(21) BR 102018072062-7 A2



(22) Data do Depósito: 26/10/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 05/05/2020

(54) **Título:** SISTEMA TRACIONADOR DE INTERVENÇÃO COMPREENDENDO UM UMBILICAL

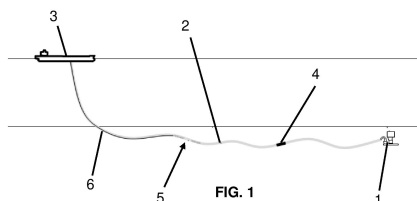
(51) **Int. Cl.:** E21B 37/00; F16L 55/26.

(52) **CPC:** E21B 37/00; F16L 55/26.

(71) **Depositante(es):** PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS.

(72) **Inventor(es):** HUGO FRANCISCO LISBOA SANTOS; NEY ROBINSON SALVI DOS REIS; MAURÍCIO GALASSI; LINCOLN HOMERO THOME FERREIRA; IGOR MENDES URSINE KRETTLI; HARDY LEONARDO DA CUNHA PEREIRA PINTO; TIAGO BECKER; RAFAEL ANTÔNIO COMPARSI LARANJA; LUCIANA PORCHER NEDEL; LAURA AMAYA TORRES; JOSE ABEL TICONA LARICO; JAIME ANDRÉS RIASCOS SALAS; GABRIELLE ALMEIDA DE SOUZA; FILIPE PAIXÃO GEIGER; FABIANO DISCONZI WILDNER; EDUARDO ANTONIO WINK DE MENEZES; EDUARDO DONADEL BASSO; DAVID STEEVEN VILLA SALAZAR; EDUARDO ANDRÉ PERONDI; ANDERSON MACIEL; DANTE AUGUSTO COUTO BARONE; JULIANO MORATO FRANZ.

(57) **Resumo:** SISTEMA TRACIONADOR DE INTERVENÇÃO COMPREENDENDO UM UMBILICAL A presente invenção está relacionada a um PIG tracionador de intervenção compreendendo um umbilical. Nesse cenário, a presente invenção provê um PIG tracionador de intervenção compreendendo um umbilical, em que o umbilical (6) é fabricado em material de baixa densidade, e em que o umbilical (6) compreende um revestimento externo de material de baixo coeficiente de atrito.



## “SISTEMA TRACIONADOR DE INTERVENÇÃO COMPREENDENDO UM UMBILICAL”

### CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção está relacionada a tecnologias de limpeza de dutos. Mais particularmente, a presente invenção está relacionada a um PIG tracionador de intervenção compreendendo um cabo umbilical.

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] A produção de petróleo a partir de Poços marítimos quase sempre envolve a perfuração de poços e sua interligação com uma Unidade Estacionária de Produção (UEP). Essa interligação, normalmente é feita através de dutos rígidos e/ou de dutos flexíveis.

[0003] As UEPs podem ainda ser interligadas a outras UEPs ou a estações de terra, também através de dutos rígidos ou flexíveis. Esses dutos podem eventualmente, sofrer bloqueios causados, por exemplo, por hidratos e parafinas.

[0004] Como é largamente conhecido no estado da técnica, esses bloqueios causam enormes prejuízos à indústria uma vez que impedem a continuidade da produção do poço ou a transferência dos fluidos produzidos.

[0005] Em dutos não totalmente bloqueados, a utilização de um PIG é um procedimento eficaz de limpeza. Entretanto, a utilização de PIG só é possível em dutos não totalmente bloqueados, uma vez que o PIG se locomove no interior do duto devido ao diferencial de pressão responsável pelo movimento do fluido em seu interior.

[0006] Por esse motivo, em dutos bloqueados, se torna extremamente difícil a utilização de PIGs para limpeza interna.

[0007] Em algumas situações do atual estado da técnica, são aplicados flexitubos, que compreendem carretéis de aço enrolados em

forma de bobina que são empurrados para o interior da linha de produção.

[0008] Entretanto, esses equipamentos possuem alcance limitado e não são capazes de se deslocar de forma ascendente na linha de produção, além de muitas plataformas não serem capazes de operá-los, devido ao seu elevado peso.

[0009] Por outro lado, na construção e manutenção de poços produtores e injetores, são utilizadas unidades robóticas com capacidade de tração.

[0010] Contudo, tais unidades também não são capazes de se deslocar por quilômetros no interior de uma linha flexível, devido às diversas curvaturas presentes nessa linha e, conseqüentemente, à grande tração necessária para tal.

[0011] A partir deste cenário, a solução comumente adotada consiste em tentar desobstruir linhas de produção obstruídas a partir da UEP. Neste caso, são utilizadas diferentes técnicas, como a despressurização da linha e a injeção de solventes. Tais técnicas podem ser aplicadas a partir da UEP, de uma sonda, ou de outra instalação conectada à linha.

[0012] Contudo, essas técnicas são muito demoradas, além de possuírem um elevado custo, devido ao tempo de produção perdido e às altas taxas diárias cobradas pela utilização das sondas. E nem sempre são bem sucedidas, situação na qual pode ser necessária a substituição da linha.

[0013] Também não são conhecidos documentos que sejam direcionados a PIGs que sejam capazes de se deslocar de forma ascendente em dutos flexíveis.

[0014] O documento “PIG instrumentado da Petrobras: resultados e perspectivas”, de autoria de Carlos Henrique Francisco

de Oliveira e Claudio Soligo Camerini (PETROBRAS S.A.), revela simplesmente um PIG tracionador para inspeção de risers e linhas especiais. Este PIG é dotado basicamente de duas unidades, sendo a primeira o módulo tracionador e a segunda o módulo de inspeção. O módulo tracionador funciona como um pequeno trator que permite ao módulo de inspeção atingir regiões de difícil acesso, vencendo curvas e deslocando-se na direção vertical tanto quanto na horizontal, operando ainda em condições não convencionais. As características do módulo de inspeção dependerão do método de inspeção que se deseje utilizar. O PIG tracionador é dotado de motor elétrico e é alimentado via cabo umbilical, pelo qual também é feito seu controle e transmissão de dados da inspeção.

[0015] O documento PI0005931A revela um dispositivo composto por dois PIGs conectados por uma haste articulada para inspeção de tubulações. O dispositivo revelado por este documento soluciona o problema de PIGs convencionais quando há grandes variações de diâmetro nos dutos. A articulação entre os PIGs permite maior mobilidade do conjunto em dutos dotados de curvaturas acentuadas.

[0016] A partir do exposto, fica claro que o estado da técnica compreende PIGs que são capazes de se deslocar em tubulações com curvas e PIGs tracionadores que compreendem módulos tracionadores para fazer com que o PIG se movimente em linhas flexíveis bloqueadas.

[0017] No entanto, esses módulos tracionadores não permitem que o PIG se desloque por dutos longos com curvaturas, devido, especialmente ao aumento de carga gerado pelo aumento exponencial com relação à distância e às curvas percorridas que ocorre nas forças que devem ser tracionadas devido ao atrito

crescente entre o cabo umbilical e a parte interna dos dutos. Assim, o estado da técnica carece de um PIG que seja aplicável para desobstruir dutos longos bloqueados, permitindo o deslocamento em tubulações com curvas e trechos ascendentes.

[0018] Como será mais detalhado a seguir, a presente invenção visa à solução dos problemas do estado da técnica acima descrito de forma prática e eficiente.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0019] Um primeiro objetivo da presente invenção é o de prover um PIG tracionador de intervenção que possa ser utilizado, por exemplo, em trechos ascendentes de dutos flexíveis e em dutos flexíveis de grande comprimento.

[0020] De forma a alcançar os objetivos acima descritos, a presente invenção provê um PIG tracionador de intervenção compreendendo um cabo umbilical, sendo que o mesmo (6) é fabricado em material de baixa densidade, e em que o umbilical (6) compreende um revestimento externo de material de baixo coeficiente de atrito.

### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0021] A descrição detalhada apresentada adiante faz referência às figuras anexas e seus respectivos números de referência.

[0022] A **figura 1** ilustra esquematicamente um sistema de produção de petróleo onde pode ser aplicada a presente invenção.

[0023] A **figura 2** ilustra uma vista esquemática de um PIG tracionador de acordo com uma configuração opcional da presente invenção.

[0024] A **figura 3** ilustra uma vista esquemática de uma configuração opcional do umbilical do PIG tracionador da presente

invenção.

[0025] A **figura 4** ilustra uma vista esquemática de um lançador/receptor de PIG, no qual o PIG tracionador da presente invenção pode ser inserido.

[0026] A **figura 5** ilustra uma vista esquemática de um Acesso Vertical Direto de uma UEP, no qual o PIG tracionador da presente invenção pode ser inserido.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0027] Preliminarmente, ressalta-se que a descrição que se segue partirá de uma concretização preferencial da invenção. Como ficará evidente para qualquer técnico no assunto, no entanto, a invenção não está limitada a essa concretização particular.

[0028] A figura 1 ilustra esquematicamente um sistema de produção de petróleo onde pode ser aplicada a presente invenção. O sistema compreende, de uma forma geral, uma UEP 3 conectada a um poço 1 através de um duto flexível 2. Também é ilustrado esquematicamente um PIG tracionador 5, conectado à UEP através de um umbilical 6, de acordo com uma configuração opcional da presente invenção.

[0029] A figura 2 ilustra uma vista esquemática de um PIG 5 tracionador de acordo com uma configuração opcional da presente invenção.

[0030] De acordo com a configuração mais geral da presente invenção, o PIG 5 tracionador de intervenção compreende um umbilical 6, em que o umbilical 6 possui baixa densidade, e em que o umbilical 6 compreende um revestimento externo de material de baixo coeficiente de atrito. Preferencialmente, a densidade equivalente do umbilical 6 é uma densidade próxima à densidade meio em que é aplicado.

[0031] Em geral, o umbilical está inserido em uma mistura de água, óleo e gás; assim, sua densidade deve ser próxima à densidade dessa mistura. Em outras palavras, o umbilical deve ser fabricado em um material cuja densidade é próxima à densidade do meio que está inserido no interior do duto.

[0032] Uma das grandes limitações das tecnologias atuais consiste no aumento significativo dos efeitos de arrasto do umbilical 6, ocasionado pela realização de curvas sucessivas e influenciado pela carga arrastada. Esse aumento pode ser estimado pela Equação de Euler-Eytelwein, segundo a qual a força necessária para tracionar o umbilical 6, junto com o PIG 5, aumenta exponencialmente com o número de curvas realizadas.

[0033] Para compensar esse aumento, o umbilical 6 ligado ao PIG 5 tracionador da presente invenção é fabricado com material de baixa densidade, como microesferas ocas. Dessa forma, assegura-se que o mesmo compreenda uma densidade neutra (ou próxima à neutra) em relação ao fluido em que está imerso.

[0034] Em adição, uma vez que o umbilical 6 recebe um revestimento contendo em sua composição com baixo coeficiente de atrito com relação ao aço, como, por exemplo, grafite, fluoreto de polivinilideno (PVDF), poli-tetra-fluoro-etileno (PTFE), e dissulfeto de molibdênio, sua resistência ao movimento é ainda mais diminuída.

[0035] A figura 3 ilustra uma vista esquemática de uma configuração opcional do umbilical 6 do PIG 5 tracionador da presente invenção, em que o umbilical 6 compreende pelo menos um centralizador flutuante 15. Essa configuração pode ser adotada para intensificar a característica de densidade neutra do umbilical 6.

[0036] O centralizador flutuante 15 pode ser fabricado a partir de um material de baixa densidade (ou então compreender boias), o

que confere ao conjunto centralizador/umbilical 15/6 uma flutuabilidade neutra.

[0037] Assim, o PIG 5 tracionador da presente invenção pode ser usado em trechos longos de dutos flexíveis 2 sem que seja exigido um grande esforço para ser tracionado, uma vez que seu peso será balanceado pela flutuabilidade do umbilical 6 e que o atrito gerado não aumenta demasiadamente graças aos materiais com baixo coeficiente de atrito empregados.

[0038] Portanto, o PIG 5 tracionador da presente invenção pode ser usado para remoção de obstruções e/ou para realizar uma série de operações e manutenção em trechos longos de dutos 2 rígidos ou flexíveis, ascendentes, horizontais ou descendentes e com grande número de curvaturas. Opcionalmente, o PIG 5 tracionador é alimentado e controlado a partir da UEP 3 através do umbilical 6.

[0039] A figura 4 mostra uma vista esquemática de um lançador/receptor 7 de PIG, no qual o PIG 5 tracionador da presente invenção pode ser inserido. É previsto pela presente invenção que o PIG 5 tracionador pode ser inserido em um lançador/receptor 7 de PIG da UEP 3, para ser inserido em um duto 2 rígido ou flexível.

[0040] A figura 5 ilustra uma vista esquemática de um Acesso Vertical Direto 10 de uma UEP 3, no qual o PIG 5 tracionador da presente invenção pode ser inserido. Da mesma forma, essa pode ser a maneira adotada para inserir o PIG 5 tracionador da presente invenção em um duto 2 flexível (ou rígido) que necessita de reparo.

[0041] Em ambas as configurações, para permitir o acesso do PIG 5 no duto 2, é adotado um dispositivo de vedação 8. Essa vedação pode ser estática ou dinâmica, de modo que este não representa um limitante ao escopo da presente invenção.

[0042] Opcionalmente, o PIG 5 tracionador compreende ainda



peelo menos um elemento de tração 13 para auxiliar a movimentação do PIG 5 e do umbilical 6 dentro do duto 2 e/ou do poço 1. O elemento de tração 13 pode adotar uma série de estratégias para movimentar o PIG 5, como a utilização de rodas, movimento peristáltico, e um movimento helicoidal.

[0043] A posição do conjunto de tração 13 pode ser definida na extremidade do umbilical 6. Dessa forma, auxiliaria ainda mais na solução do problema de transpor trechos ascendentes do duto flexível 2.

[0044] Opcionalmente, o PIG 5 tracionador pode ser composto por mais de um módulo 11, em que cada módulo 11 é conectado ao módulo vizinho por um acoplador articulado 12. Assim, o PIG 5 tracionador da presente invenção também teria facilidade em transpor trechos do duto 2 com curvas com pequeno raio de curvatura.

[0045] Quando essa configuração é adotada, cada módulo 11 pode ser utilizado para acomodar elementos eletrônicos diversos.

[0046] Alternativamente, o PIG 5 tracionador pode compreender um único módulo flexível, cujo comprimento pode ser variável. Essa configuração também possibilitaria o deslocamento do PIG 5 no interior de um duto 2 flexível com curvas.

[0047] A partir do exposto, fica claro que a invenção soluciona os problemas do estado da técnica a que se propõe ao prover um PIG 5 tracionador que compreende um umbilical 6 dotado de densidade neutra e baixo coeficiente de atrito, permitindo que o PIG 5 possa ser utilizado, por exemplo, em trechos ascendentes de dutos 2 flexíveis.

[0048] Em adição, devido às suas diversas características opcionais apontadas anteriormente, o PIG 5 tracionador da invenção também é capaz de se deslocar de forma eficaz no interior de dutos flexíveis 2 que compreendem trechos longos com curvaturas.

[0049] Assim, o PIG 5 tracionador da invenção pode ser aplicado em uma grande diversidade de operações de manutenção em trechos ascendentes de linhas 2 flexíveis, bem como em trechos longos com curvas dessas linhas 2, como não é atingido satisfatoriamente pelo atual estado da técnica. As operações em que o PIG 5 tracionador pode ser aplicado envolvem: operações de remoção de hidrato; operações de remoção de parafina; e operações de remoção de PIG preso, dentre outras que se julgar necessário.

[0050] A tecnologia descrita neste relatório aplica-se principalmente a, mas não se limita a, linhas 2 que possuam um Acesso Vertical Direto 10, ou então um lançador/receptor 7 de PIG. Nos casos em que esses elementos não se encontram presentes na linha 2, pode ser realizada uma adaptação das linhas da UEP 3 para permitir acesso ao seu interior.

[0051] Inúmeras variações incidindo no escopo de proteção do presente pedido são permitidas. Dessa forma, reforça-se o fato de que a presente invenção não está limitada às configurações/concretizações particulares acima descritas.

## REIVINDICAÇÕES

1. PIG tracionador de intervenção compreendendo um umbilical caracterizado pelo umbilical (6) ser fabricado em material de baixa densidade, e em que o umbilical (6) compreende um revestimento externo de material de baixo coeficiente de atrito.

2. PIG tracionador, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o umbilical (6) compreender uma densidade próxima ao meio em que é aplicado, em que o umbilical (6) é fabricado utilizando materiais de baixa densidade.

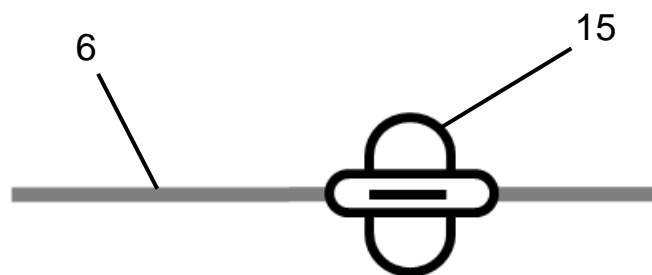
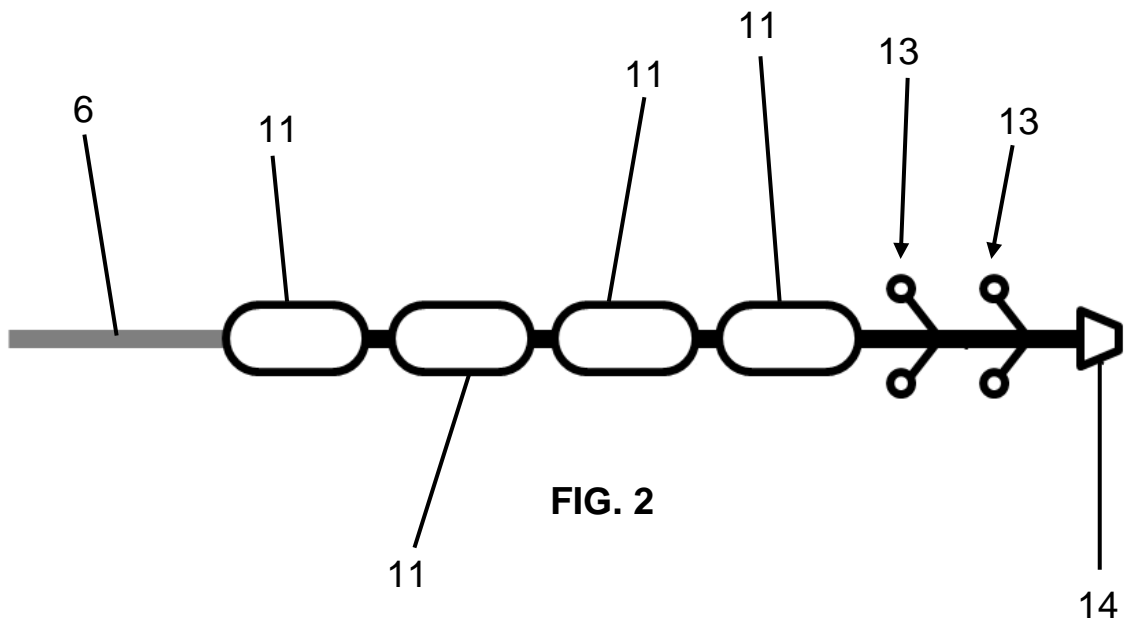
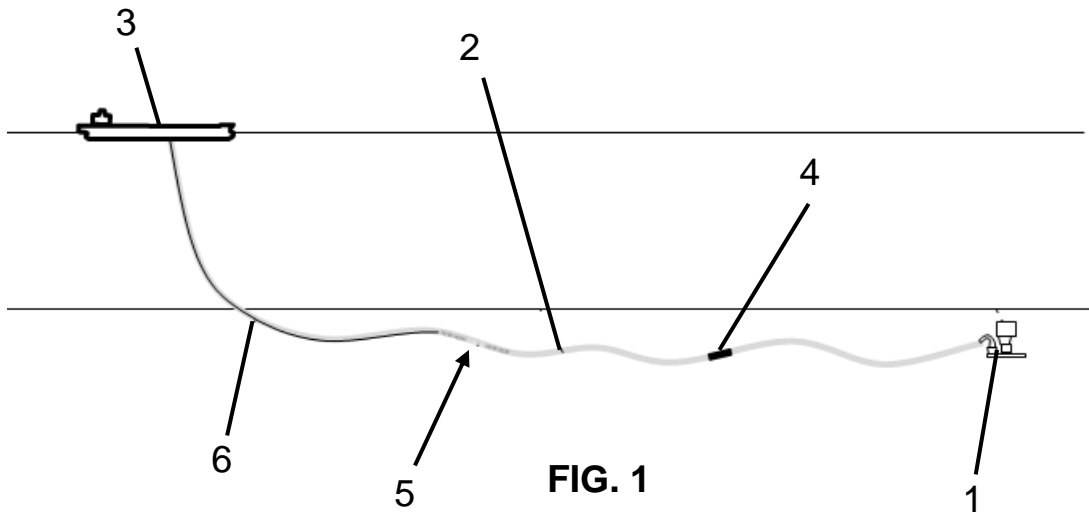
3. PIG tracionador, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o revestimento externo do umbilical (6) compreender um material com baixo coeficiente de atrito com o aço.

4. PIG tracionador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por o umbilical (6) compreender pelo menos um centralizador flutuante (15), em que pelo menos um centralizador flutuante (15) confere ao umbilical (6) uma densidade próxima ao meio em que é aplicado.

5. PIG tracionador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo PIG tracionador compreender ainda pelo menos um elemento de tração (13) para permitir a movimentação do PIG (5) e do umbilical (6).

6. PIG tracionador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por o PIG (5) tracionador ser composto por mais de um módulo (11), em que cada módulo (11) é conectado ao módulo (11) vizinho por um acoplador articulado (12).

7. PIG tracionador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por o PIG (5) tracionador compreender um único módulo flexível.



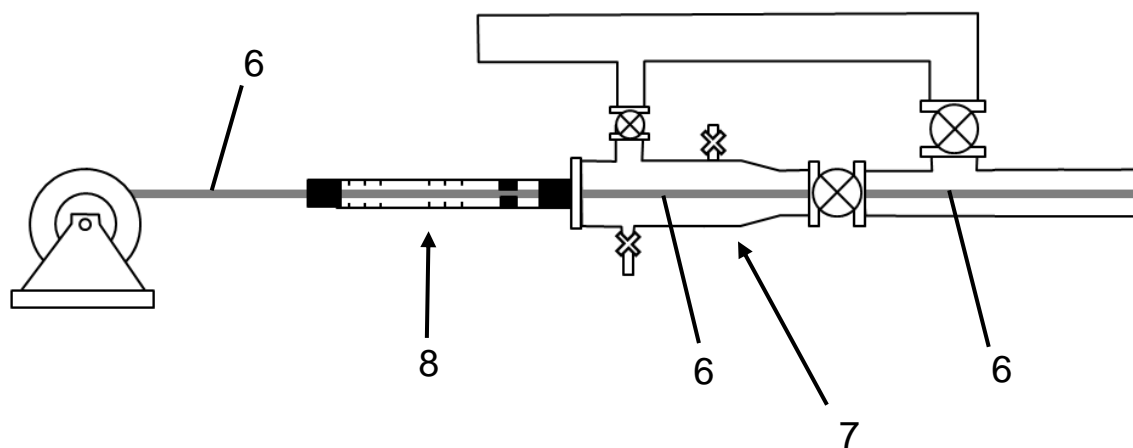


FIG. 4

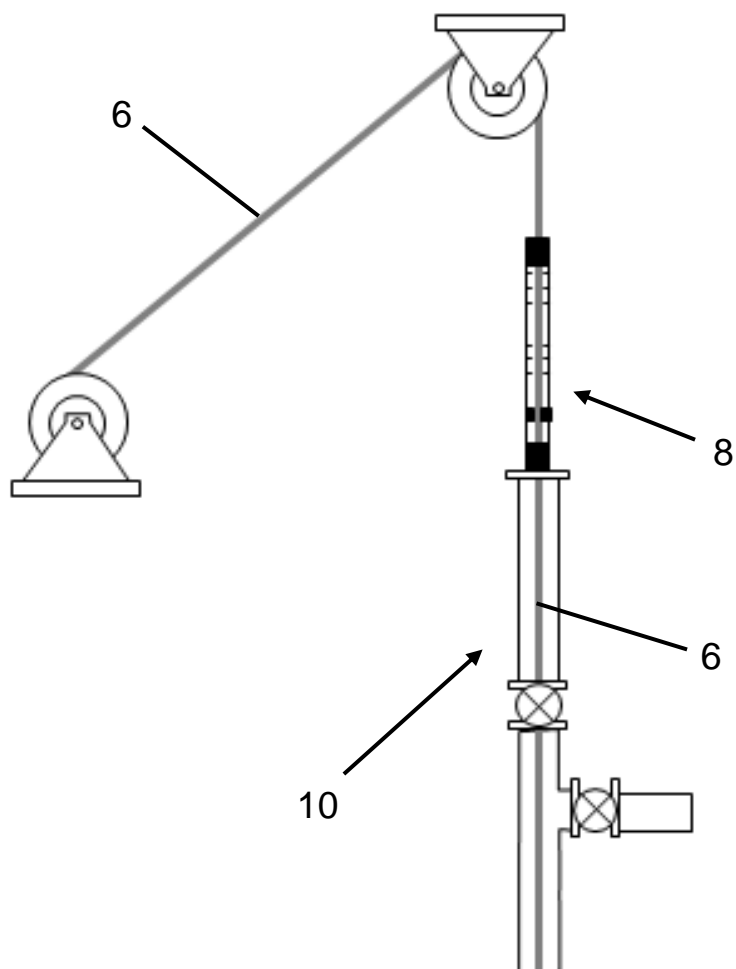


FIG. 5

RESUMO

“SISTEMA TRACIONADOR DE INTERVENÇÃO COMPREENDENDO UM UMBILICAL”

A presente invenção está relacionada a um PIG tracionador de intervenção compreendendo um umbilical. Nesse cenário, a presente invenção provê um PIG tracionador de intervenção compreendendo um umbilical, em que o umbilical (6) é fabricado em material de baixa densidade, e em que o umbilical (6) compreende um revestimento externo de material de baixo coeficiente de atrito.