

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES
(PCT)

(19) Organização Mundial da
Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional



(10) Número de Publicação Internacional
WO 2016/201531 A1

(43) Data de Publicação Internacional
22 de Dezembro de 2016 (22.12.2016) **WIPO | PCT**

(51) Classificação Internacional de Patentes :
E21B 43/01 (2006.01) *B63B 35/44* (2006.01)
E21B 43/12 (2006.01) *B63B 27/36* (2006.01)
E21B 17/01 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2015/000088

(22) Data do Depósito Internacional :
18 de Junho de 2015 (18.06.2015)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(71) Requerente : **PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS** [BR/BR]; Avenida Republica do Chile n°. 65, Centro, CEP: 20035-900 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(72) Inventor; e

(71) Requerente : **RODRIGUES, Roberto** [BR/BR]; Avenida Marechal Henrique Lott, No. 270, Apt. 2108, Barra da Tijuca, CEP: 22631-370 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(74) Mandatário : **DE CASTRO SÁ, Fernando**; Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS, Avenida Horácio Macedo, 950, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, CEP: 21941-915 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(81) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes*) : AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarações sob a Regra 4.17 :

— *relativa à autoria da invenção (Regra 4.17(iv))*

Publicado:

— *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*

(54) Title : INTERVENTION AND INSTALLATION SYSTEM FOR AT LEAST ONE PRODUCTION FLOW AND ELEVATION DEVICE INSIDE AT LEAST ONE PRODUCTION RISER IN A FLOATING PRODUCTION UNIT

(54) Título : SISTEMA DE INTERVENÇÃO E INSTALAÇÃO DE PELO MENOS UM EQUIPAMENTO DE ELEVAÇÃO E ESCOAMENTO DE PRODUÇÃO NO INTERIOR DE PELO MENOS UM RISER DE PRODUÇÃO EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO FLUTUANTE

(57) Abstract : The present invention relates to an intervention and installation system for at least one production flow and elevation device inside at least one production riser (2) in a floating production unit (1), in which at least one production riser (2) is held by a balcony (6) of the floating production unit (1), in which there is a sliding system (50) on top of the balcony (6), in which at least one intervention and installation device is supported on the sliding system (50), in which optionally the sliding system is a sliding structure on rails (20), in which the at least one intervention and installation device is supported on the sliding structure (50), in which optionally the at least one flow and elevation device may include at least one of the following: a pump, a BCS (14), an electric heater (21), a gas-lift mandrel (22) and a jet pump, and in which optionally the at least one intervention and installation device may include at least one of the following: a probe (7), a hose unit (8), a wire unit (19), an overhead crane and a hoist.

(57) Resumo : A presente invenção está relacionada a um sistema de intervenção e instalação de pelo menos um equipamento de elevação e escoamento de produção no interior de pelo menos um riser de produção (2) em uma unidade de produção flutuante (1), em que pelo menos um riser de produção (2) é suportado por um balcão (6) da unidade de produção flutuante (1), em que sobre o balcão (6) compreende um sistema deslizante (50), em que pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre o sistema deslizante (50), em que opcionalmente, o sistema deslizante é uma estrutura deslizante sobre trilhos (20), em que o pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre a estrutura deslizante (50), em que opcionalmente, o pelo menos um equipamento de elevação e escoamento pode compreender pelo menos um de: uma bomba; uma BCS (14); um aquecedor elétrico (21); um mandril de gás lift (22); e uma bomba de jato, e em que opcionalmente, o pelo menos um equipamento de intervenção e instalação pode compreender pelo menos um de: uma sonda (7); uma unidade de tubo flexível (8); uma unidade de arame (19); uma ponte rolante; e um guindaste.



WO 2016/201531 A1

**“SISTEMA DE INTERVENÇÃO E INSTALAÇÃO DE PELO MENOS
UM EQUIPAMENTO DE ELEVAÇÃO E ESCOAMENTO DE
PRODUÇÃO NO INTERIOR DE PELO MENOS UM RISER DE
PRODUÇÃO EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO FLUTUANTE”**
CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção está relacionada a um sistema de elevação artificial e garantia de escoamento de produção de poços de petróleo submarinos. Mais especificamente, a invenção está relacionada à montagem de equipamentos no interior de *risers* de produção de unidades de produção flutuantes do tipo FPSO.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Durante o processo de produção de petróleo no mar, em especial em águas profundas, diversos sistemas e equipamentos têm sido desenvolvidos para fornecer energia ao petróleo, tanto na forma de pressão como na forma de calor, com o intuito de facilitar o seu escoamento para a superfície.

[0003] O uso de bombas no interior de poços de petróleo permite, quando aplicável, aumentar a produção do poço. No entanto, tais equipamentos têm uma taxa de falhas alta, na média da ordem de 1 falha a cada dois 2 anos para bombas centrífugas submersas, BCS, o tipo mais usado. Falhas em poços submarinos de completação molhada requerem intervenção para manutenção com altos custos, já que são necessárias: a interrupção da produção, a retirada da coluna de produção e respectiva bomba, o uso de uma sonda *offshore*. Em muitos casos esses custos altos representam um obstáculo para a viabilidade econômica de projetos de desenvolvimento da produção.

[0004] Diversas alternativas para mitigação desse problema têm sido propostas. Atualmente para poços submarinos, sempre que as condições de pressão e quantidade de gás livre são favoráveis, bombas são instaladas, preferencialmente, fora do poço produtor sobre o solo marinho; facilitando sua instalação e eventual troca em caso de falha. Exemplos desta prática são descritos nos pedidos de patente US7314084 e US7516795.

[0005] Apesar disso, mesmo para as falhas de bombas instaladas sobre o solo marinho continua a ser necessário recursos de sondas e/ou embarcações especiais, gerando ainda perdas de produção consideráveis. Além do alto custo destes recursos navais é necessário aguardar a disponibilidade e movimentação dos mesmos, podendo se passar dezenas de dias até ser possível executar tais operações.

[0006] Algumas concretizações têm sido propostas com o objetivo de viabilizar soluções para instalação e retirada de bombas a partir da própria unidade de produção dispensando o uso de outros recursos navais, nem sempre prontamente disponíveis. Um exemplo é o pedido de patente PI 0109766-0 onde é descrito um sistema de *riser* usado tanto para transportar fluidos produzidos como meio físico para alojar e guiar a descida, instalação e desinstalação de equipamentos de produção, entre eles uma bomba.

[0007] No documento US6412562/ PI 0113728-0 posterior ao PI 0109766-0, também é proposta a instalação de uma BCS acima de uma árvore de natal molhada, ANM, descida pelo interior de um *riser*. Na configuração proposta é necessário e obrigatório que o *riser* seja vertical, ou seja, sem curvatura, e tenha um sistema de compensação de movimento, dificultando sua aplicação em sistemas

de produção do tipo FPSO, sigla do inglês *Floating Production Storage and Offloading*.

[0008] Ainda no documento US8857519 é proposto um método de modernização de sistemas de produção, popularmente conhecido como *retrofitting*, onde sistemas de separação e bombeamento submarino podem ser instalados e descidos através de *risers* de produção.

[0009] No documento US8087464 é proposta uma estrutura do tipo varanda instalada no costado de um FPSO para apoio e troca de bombas tipo BCS de sistemas de modulo de bombeamento submarino.

[00010] Assim, apesar dos méritos dos diversos pedidos de patentes para instalação de bombas no interior de *risers* de produção não é apresentada nenhuma solução que reduza a dificuldade de instalação de uma sonda ou outro meio de intervenção com acesso ao topo de um conjunto de *risers* de produção, principalmente em unidades de produção do tipo FPSO com casco clássico de navio na forma de "*ship shaped hull*".

[00011] Desta forma, no atual estado da técnica carece de um sistema que facilite a instalação/substituição/reparos de equipamentos no interior de um conjunto de *risers*, em especial bombas, equipamentos de aquecimento ou despressurização de linhas, em sistemas de produção flutuante do tipo FPSO.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00012] A presente invenção tem por objetivo principal prover um sistema de intervenção e instalação de equipamentos no interior de um conjunto de *risers* em unidades de produção flutuante sem que se demande a utilização de recursos navais de alto custo.

[00013] Assim, de forma a alcançar tal objetivo, a presente invenção provê um sistema de intervenção e instalação de pelo menos um equipamento de elevação e escoamento de produção no interior de pelo menos um *riser* de produção em uma unidade de produção flutuante tipo FPSO, onde pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre uma estrutura deslizante, que se move facilmente sobre o topo do conjunto de *risers* de produção. O equipamento de elevação e escoamento instalado no interior dos *risers* pode compreender pelo menos um de: uma bomba; uma BCS; um aquecedor elétrico; um mandril de gás *lift*; e uma bomba de jato. O equipamento de intervenção e instalação pode compreender pelo menos um de: uma sonda; uma unidade de tubo flexível; uma unidade de arame; uma ponte rolante; e um guindaste.

[00014] Complementarmente, ainda é proposta uma nova geometria de *riser* em h de forma a facilitar o alojamento de um ou mais equipamentos de elevação e escoamento no interior dos *risers* de produção.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[00015] A descrição detalhada apresentada adiante faz referência às figuras anexas e seus respectivos números de referência, representando as modalidades da presente invenção.

[00016] A **figura 1A** ilustra uma vista de uma unidade de produção flutuante de acordo com uma configuração opcional da presente invenção.

[00017] A **figura 1B** ilustra uma vista de um corte transversal frontal da unidade de produção flutuante ilustrada na figura 1A.

[00018] A **figura 2A** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba BCS com um tubo

direcionador de fluxo conhecido por *shroud*, invertido, é instalada com uma coluna de produção no interior de um *riser*.

[00019] A **figura 2B** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba BCS sem *shroud* é instalada com uma coluna de produção no interior de um *riser*.

[00020] A **figura 2C** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que os elementos coluna de produção e cabo de potência elétrica são integrados numa única estrutura circular.

[00021] A **figura 3A** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba BCS é instalada no interior de um *riser* com o auxílio de um cabo elétrico armado.

[00022] A **figura 3B** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba BCS é instalada no interior de um *riser* com o auxílio de um cabo elétrico armado, em que o cabo elétrico é posicionado externamente ao *riser*.

[00023] A **figura 4A** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que um sistema de aquecimento elétrico é instalados no interior de um *riser*.

[00024] A **figura 4B** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que um sistema de duto flexível dotado de um mandril de gás *lift* é instalado no interior de um *riser*.

[00025] A **figura 5A** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba do tipo BCS é instalada no interior de um *riser* e é acionada por uma haste.

[00026] A **figura 5B** ilustra uma vista de uma configuração variante da figura 5A em que a haste é acionada por um motor de maior potência.

[00027] A **figura 5C** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que um sistema de tubo flexível duplo concêntrico é instalado juntamente com uma bomba de jato no interior de um *riser*.

[00028] A **figura 6A** ilustra uma configuração opcional de um elemento vértebra bipartida em sua posição aberta.

[00029] A **figura 6B** ilustra uma configuração opcional de um elemento vértebra bipartida em sua posição fechada.

[00030] A **figura 6C** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que um elementos tipo vértebra bipartida são instalados em três *risers*.

[00031] A **figura 7** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é adotado um *riser* do tipo h com bolsão.

[00032] A **figura 8** ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é adotado um *riser* do tipo h sem bolsão.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[00033] Preliminarmente, ressalta-se que a descrição que se segue partirá de uma concretização preferencial da invenção, aplicada a um sistema de produção de petróleo compreendendo uma unidade de produção flutuante (FPSO), com casco cilíndrico ou com casco longitudinal na forma de navio "ship shaped hull", dotada de um balcão onde os *risers* de produção são pendurados. Como ficará evidente para qualquer técnico no assunto, no entanto, a invenção não está limitada a essa concretização particular.

[00034] A presente invenção refere-se a um sistema de intervenção e instalação de pelo menos um equipamento de elevação e escoamento de produção no interior de um conjunto de

risers de produção em uma unidade de produção flutuante dotada de um balcão onde são pendurados os *risers* de produção.

[00035] Em adição, o balcão compreende um sistema deslizante, onde é apoiado pelo menos um equipamento de intervenção e instalação, como sonda, unidade de tubo flexível e unidade de arame, podendo se movimentar sobre o topo do conjunto de *risers* de produção. Deste modo, um único sistema deslizante, preferencialmente uma estrutura sobre trilho, viabiliza a instalação de equipamentos de produção no interior de um conjunto de *risers* de produção, de modo que, tais equipamentos de produção podem englobar pelo menos um de BCS, aquecedor elétrico, mandril de gás lift, bomba de jato, bomba acionada hidraulicamente dentre outros.

[00036] Assim, de acordo com a invenção ora proposta, a operação de instalação de equipamentos de produção, como uma bomba BCS, pode ser executada a partir de um sistema compreendido no próprio FPSO, sem necessidade de aguardar a disponibilidade e movimentação de embarcações, reduzindo drasticamente o tempo e os custos de operações de substituição de BCSs.

[00037] Também de acordo com a presente invenção, na porção superior dos *risers*, a qual é posicionada acima do balcão, são instaladas árvores de natal secas horizontais ou convencionais, com ou sem a adoção de cabeças de produção. Nessa configuração, as colunas de produção são apoiadas por suspensores, de modo que as saídas das árvores de natal são utilizadas para enviar o petróleo produzido para uma planta de separação de petróleo.

[00038] De modo a facilitar a intervenção dos equipamentos alojados no interior do conjunto de *risers*, quando necessário, a

invenção provê uma estrutura deslizante, apoiada em trilhos, posicionada acima do balcão. Nessa estrutura é instalado pelo menos um equipamento de intervenção com tecnologia similar aos utilizados para intervenção de poço, como sonda, unidade hidráulica, unidade de tubo flexível e unidade de arame. Em adição, outros equipamentos como ponte rolante e guindaste podem ser adicionados para trabalhar conjuntamente com a estrutura deslizante, para facilitar a movimentação dos equipamentos.

[00039] Opcionalmente, os *risers* de produção, onde são assentados os equipamentos de produção, podem ter uma geometria convencional (em catenária) ou uma geometria em h, com ou sem bolsão (*rathole*).

[00040] Assim, a invenção ora descrita compreende a montagem de equipamentos no interior de *risers* suspensos em balcões de unidades de produção flutuantes, como por exemplo FPSO.

[00041] A seguir, serão descritas figuras que ilustram configurações opcionais da invenção, as quais facilitarão o entendimento da mesma.

[00042] A figura 1A ilustra uma vista de uma unidade de produção flutuante 1 de acordo com uma configuração opcional da presente invenção, e a figura 1B ilustra uma vista de um corte transversal frontal da unidade de produção flutuante 1 ilustrada na figura 1A. Conforme ilustrado, a unidade de produção flutuante 1 da presente invenção compreende um balcão 6 dotado de sistemas de intervenção apoiados em um sistema deslizante 50 sobre trilhos 20, para a instalação de equipamentos de elevação e escoamento no interior do conjunto de *risers* 49, em que os sistemas de intervenção

podem ser uma sonda 7 e/ou uma unidade de tubo flexível 8 e/ou uma unidade de arame 19, dentre outros. Ainda na figura são indicados os elementos ilustrativos: linhas de ancoragem 3, tocha 5, conjunto de *risers* de produção 49.

[00043] Adicionalmente, a invenção também provê um elemento *riser* curto 32 usada para teste e armazenamento em atmosfera controlada, o qual pode ser utilizado para pré-teste de funcionamento de conjuntos de BCS utilizados.

[00044] Novamente com referência à figura 1B observa-se uma porção superior de um *riser* 2 conectado a uma árvore de natal seca 13. Em configuração opcionalmente adotada, a árvore de natal seca 13 é do tipo horizontal, no entanto, em configurações alternativas, pode ser adotada uma árvore de natal seca convencional. A árvore de natal seca 13 compreende uma saída de produção 9 por onde fluí os hidrocarbonetos produzidos pelo poço de petróleo, os quais são direcionados para uma unidade de separação e produção 4. Ainda na Figura é indicado o elemento ilustrativo: superfície do mar 36.

[00045] Em adição, observa-se que sistemas de intervenção, tais como sonda 7, unidade de tubo flexível 8 e unidade de arame 19, são instalados sobre um sistema deslizante 50, preferencialmente um trilho 20, de modo que esses sistemas de intervenção possam ser movimentados sobre as cabeças de intervenção de cada *riser* 2. As cabeças de intervenção são dispositivos conhecidos do estado da técnica, que têm a função de facilitar intervenções nos *risers* 2, como descida e instalação de equipamentos, similares àquelas realizadas em cabeças de poço com completação seca. Em especial, as cabeças de intervenção podem ser usadas para auxiliar a instalação de uma bomba, opcionalmente uma BCS, no interior dos *risers*.

[00046] As figuras que se seguem, a saber, figuras 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B e 5C, ilustram diversas configurações de montagem de uma bomba no interior do *riser*, com coluna, sem coluna, com coluna flexível, com coluna flexível integrada tipo umbilical, com cabo, com haste, com separação de gás, sem separação, etc. Embora não mostrado nas figuras, a bomba pode ser instalada em qualquer posição relativa, mesmo no trecho horizontal de um *riser* em catenária.

[00047] A figura 2A ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que uma bomba do tipo BCS 14 é instalada no interior de um *riser* 2, de modo que a BCS 14 é alimentada por um cabo elétrico de potência 15 e se conecta a uma coluna de produção 16. O *riser* 2 ainda é conectado a uma árvore de natal seca 13, a qual compreende uma saída de produção 9, por onde flui o petróleo bombeado do poço, o qual é escoado para a unidade de separação e produção 4 da unidade de produção flutuante 1. Preferencialmente é adotada uma árvore de natal seca 13 horizontal.

[00048] Em um espaço anular, definido entre a coluna de produção 16 e o interior do *riser* 2, normalmente ocorre a separação e acúmulo de gás, de modo que a saída de gás 27 e respectiva válvula de controle 28, ambos na árvore de natal seca 13, são utilizadas para controle de retirada de gás. Na configuração opcional ilustrada, a produção se dá com separação gás líquido.

[00049] Em adição, a árvore de natal seca pode compreender uma ou mais válvulas 11 de manobra, as quais permitem bloquear o fluxo para a linha de produção 9 quando desejado.

[00050] Em adição, um sistema de automação, controle e otimização de retirada de gás (não indicado na figura) pode realizar

uma otimização da quantidade de gás retirada pela saída de gás 27 e respectiva válvula de controle 28, podendo inclusive operar no modo sem separação caso esta seja a melhor condição para um determinado cenário de produção.

[00051] Também opcionalmente, um separador 30 de gás e líquido, dinâmico ou estático, é instalado na sucção 24 da BCS 14 de forma intensificar a separação gás líquido. Preferencialmente o separador 30 de gás e líquido é do tipo tubo invertido.

[00052] Ainda na Figura são indicados os elementos ilustrativos: suspensor de coluna 29 e solo marinho 26.

[00053] A figura 2B ilustra uma configuração variante da ilustrada na figura 2A, em que é adotada uma configuração em que o *riser* 2 é conectado a uma árvore de natal convencional 10, de modo que se faz necessário a utilização de uma cabeça de produção 12 conectando o *riser* 2 à árvore de natal 10. Nessa configuração particular, o separador 30 de gás e líquido, ilustrado na figura 2A é suprimido.

[00054] A figura 2C ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que os elementos coluna de produção 16 e cabo de potência elétrica 15 são integrados numa única estrutura flexível circular 31 tipo umbilical, facilitando seu manuseio na superfície por um único carretel enrolador.

[00055] A figura 3A ilustra uma configuração opcional da presente invenção em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal, em que uma BCS 15 é instalada no interior do *riser* 2, com o auxílio do cabo elétrico de potência 15. Na configuração ilustrada, um elemento de travamento 17 e vedação (opcionalmente um *packer*) é utilizado para realizar o travamento do

conjunto BCS 14 em sua posição ideal no interior do *riser*. Na configuração ilustrada, não existe separação de gás e líquido.

[00056] A figura 3B ilustra uma configuração opcional da presente invenção em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal, em que uma BCS 14 é instalada no interior do *riser* 2, em que o cabo elétrico de potência 15 é instalado externamente ao *riser* 2. Nessa configuração, a instalação e retirada da BCS 14 é feita com o auxílio de uma unidade de tubo flexível 8 ou unidade de arame 19.

[00057] A figura 4A ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal, em que um aquecedor elétrico 21 é instalado no interior do *riser* 2.

[00058] A figura 4B ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal, onde um tubo flexível 18, o qual é dotado de um mandril de gás *lift* 22 em sua extremidade inferior, é instalado no interior de um *riser* (2).

[00059] A figura 5A ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal. Na configuração opcionalmente adotada, uma bomba do tipo BCS 14 é acionada através de uma haste 40, a qual é atuada por um cabeçote com motor elétrico 41. Ainda são indicados na figura os elementos: amplificador de rotação 45 e descarga da bomba 46.

[00060] A figura 5B ilustra uma configuração variante da ilustrada figura 5A, em que a haste 40 é acionada por um motor 42 de maior potência. Desta forma, também se faz uso de um redutor de

rotação 43, bem como uma transmissão de rotação 44, esta última acoplada à haste 40.

[00061] A figura 5C ilustra uma configuração opcional da presente invenção, em que é o *riser* 2 é acoplado a uma árvore de natal seca 13 horizontal, em que um sistema de tubo flexível duplo concêntrico 25, dotado de uma bomba tipo jato 23 em sua extremidade inferior, é descido pelo interior do *riser* 2. A configuração descrita pode ser adotada para operações de despressurização, com propósito de mitigação de hidrato, ou mesmo com propósitos de produção.

[00062] Adicionalmente, de modo a promover um maior enrijecimento do trecho de *riser* em catenária onde a bomba é alojada, tornando o trecho substantivamente linear, a presente invenção também prevê a utilização de um elemento vértebra bipartida 33, conforme ilustrado nas figuras 6A, 6B e 6C. O elemento vértebra bipartida 33 é fabricado em material rígido, e configurado para envolver o *riser* 2, reduzindo significativamente a flexão no trecho em que é posicionado. Em adição, a vértebra bipartida 33 pode compreender aletas transversais que aumentam sua estabilidade.

[00063] A figura 7 ilustra uma concretização opcional da invenção em que é adotado um *riser* 2 com geometria tipo h, em que o *riser* 2 compreende um trecho substancialmente vertical, de modo que sua extremidade inferior seja afastada do fundo do mar. Em adição, o *riser* 2 compreende uma bifurcação lateral 35 acima de sua extremidade inferior, criando um *rathole* 48. Uma amarra 37 pode ser usada para restringir a movimentação do *riser* 2, devido a correntes submarinas.

[00064] Na configuração particular descrita, o trecho vertical do *riser* 2 pode ser instalado com auxílio de sonda, a partir da junção de tubos conectados um aos outros por solda e/ou conector e/ou rosca.

[00065] A geometria de *riser* 2 em h também pode ser usada para aplicações em geral, em grandes laminas de água, como forma de mitigar problemas de fadiga, mesmo para aplicações que não requeiram bombeamento no interior do *riser* 2.

[00066] A figura 8 ilustra uma concretização particular da invenção em que o *riser* 2 compreende um bolsão 47 em sua porção inferior, de modo que o bolsão possui um diâmetro substancialmente maior do que o do *riser*, em especial em comparação com as porções central e superior do *riser* 2, de modo que o bolsão 47 acomoda uma bomba 14 e um separador 30 do tipo tubo investido em seu interior.

[00067] Nessa configuração, em sua extremidade inferior, após o bolsão 47, o *riser* 2 compreende um trecho curvo e um mandril com funil 34 para permitir a conexão com uma linha submarina 39, que pode ser pré-lançada, antes mesmo da ancoragem da unidade de produção na locação. Opcionalmente, dependendo do diâmetro do *riser* 2 e da bomba 14, o bolsão 47 pode ser suprimido, de modo que o *riser* vertical compreenda substancialmente o mesmo diâmetro por toda a sua extensão.

[00068] Em configurações alternativas, quando não se objetiva realizar separação de líquido e gás no próprio *riser* 2, a linha de saída de gás 27, mostrada nas diversas figuras, pode ser suprimida.

[00069] Ainda opcionalmente, em concretizações que requeiram vedação no *riser* 2, para evitar o refluxo entre a descarga e sucção da bomba 14, podem ser empregados elementos usuais de poço, tais como obturador 17, junta telescópica, conhecida em inglês

por *tubing seal receptacler* (TSR), ou válvula de anular, não todos ilustrados em todas as figuras.

[00070] Assim, de forma sucinta, a presente invenção provê um sistema de intervenção e instalação de pelo menos um equipamento de elevação e escoamento de produção no interior de pelo menos um *riser* de produção 2 em uma unidade de produção flutuante 1, em que um conjunto de *risers* de produção 49 é suportado por um balcão 6, onde pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre uma estrutura deslizante sobre trilhos 20, que se move facilmente sobre o topo do conjunto de *risers* de produção 49. O equipamento de elevação e escoamento instalado no interior dos *risers* 2 pode compreender pelo menos um de: uma bomba; uma BCS 14; um aquecedor elétrico 21; um mandril de gás *lift* 22; e uma bomba de jato 23. O equipamento de intervenção e instalação pode compreender pelo menos um de: uma sonda 7; uma unidade de tubo flexível 8; uma unidade de arame 19; uma ponte rolante; e um guindaste.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de intervenção e instalação de pelo menos um equipamento de elevação e escoamento de produção no interior de um *riser* de produção (2) suportado por um balcão (6) da unidade de produção flutuante (1), caracterizado por o balcão (6) compreender um sistema deslizante 50, em que pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre o sistema deslizante 50.
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sistema deslizante 50 ser uma estrutura deslizante sobre trilhos 20, em que o pelo menos um equipamento de intervenção e instalação é apoiado sobre um sistema deslizante 50.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por o pelo menos um equipamento de elevação e escoamento compreender pelo menos um de: uma bomba; uma BCS (14); um aquecedor elétrico (21); um mandril de gás lift (22); e uma bomba de jato.
4. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por o pelo menos um equipamento de intervenção e instalação compreender pelo menos um de: uma sonda (7); uma unidade de tubo flexível (8); uma unidade de arame (19); uma ponte rolante; e um guindaste.
5. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por a extremidade superior do pelo menos um *riser* de produção (2) ser conectada a pelo menos um de: uma árvore de natal seca convencional (13); uma árvore de natal seca horizontal (13); e uma cabeça de produção (12).
6. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o *riser* (2) compreender uma geometria em h, em

que o *riser* (2) compreende pelo menos uma porção vertical, em que sua extremidade inferior é afastada do fundo do mar, e em que o *riser* (2) compreende uma bifurcação lateral acima de sua extremidade inferior.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o *riser* (2) compreende um bolsão (47) em sua porção inferior, em que o bolsão compreende um diâmetro maior do que o diâmetro das porções central e superior *riser* (2), em que o bolsão acomoda uma bomba (14) e um separador (30) do tipo tubo investido em seu interior.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o *riser* (2) compreender um trecho curvo e um mandril com funil (34) adaptado para permitir a conexão com uma linha submarina (39).

9. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por compreender adicionalmente um elemento *riser* curto (32) de teste e armazenamento em atmosfera controlada.

10. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por a árvore de natal (13) compreende uma saída (9) de líquido, adaptada para fluir os hidrocarbonetos produzidos pelo poço de petróleo, e direciona-los para uma unidade de separação e produção (4).

11. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado por a árvore de natal seca pode compreender pelo menos uma válvula (11) de manobra adaptada para bloquear o fluxo de líquido de produção.

12. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado por a árvore de natal seca compreender pelo menos

uma válvula de controle de gás (28), adaptada para direcionar um fluxo de gás a uma saída de gás (27).

13. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado por o pelo menos um equipamento de elevação e escoamento compreender uma BCS (14), em que um separador gás e líquido (30) é instalado na sucção da BCS (14), em que o separador (30) gás e líquido é do tipo tubo invertido.

14. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado por o *riser* compreender um elemento vértebra bipartida (33) fabricado em material rígido, adaptado para envolver o *riser*, em que o elemento vértebra bipartida (33) compreende aletas transversais.

15. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado por a unidade de produção flutuante (1) possuir um casco no formato de navio.

16. Sistema, de acordo com uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado por a unidade de produção flutuante (1) possuir um casco no formato cilíndrico.

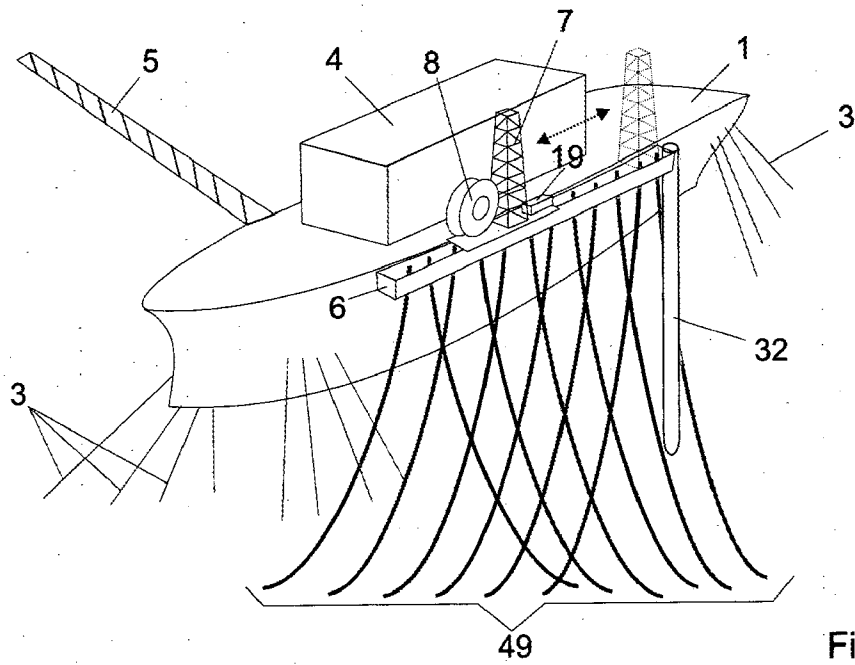


Fig. 1A

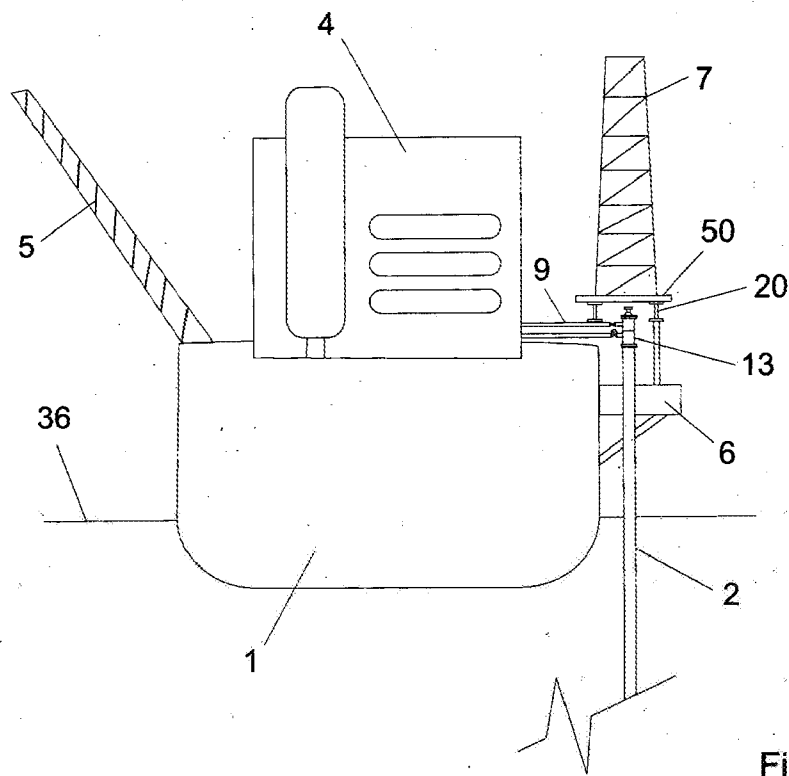


Fig. 1B

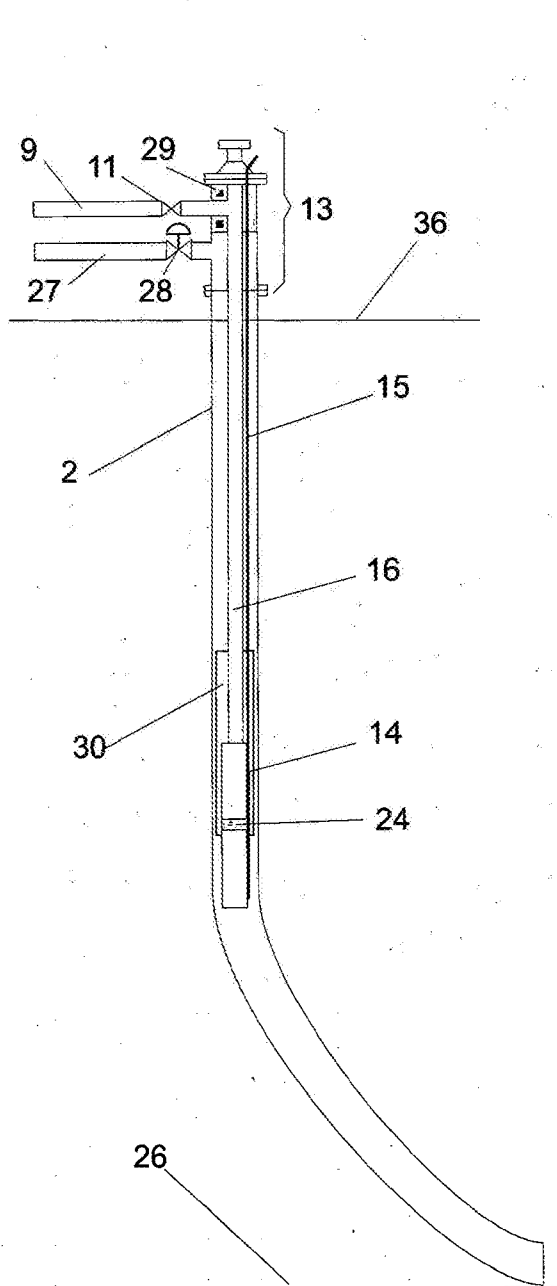


Fig. 2A

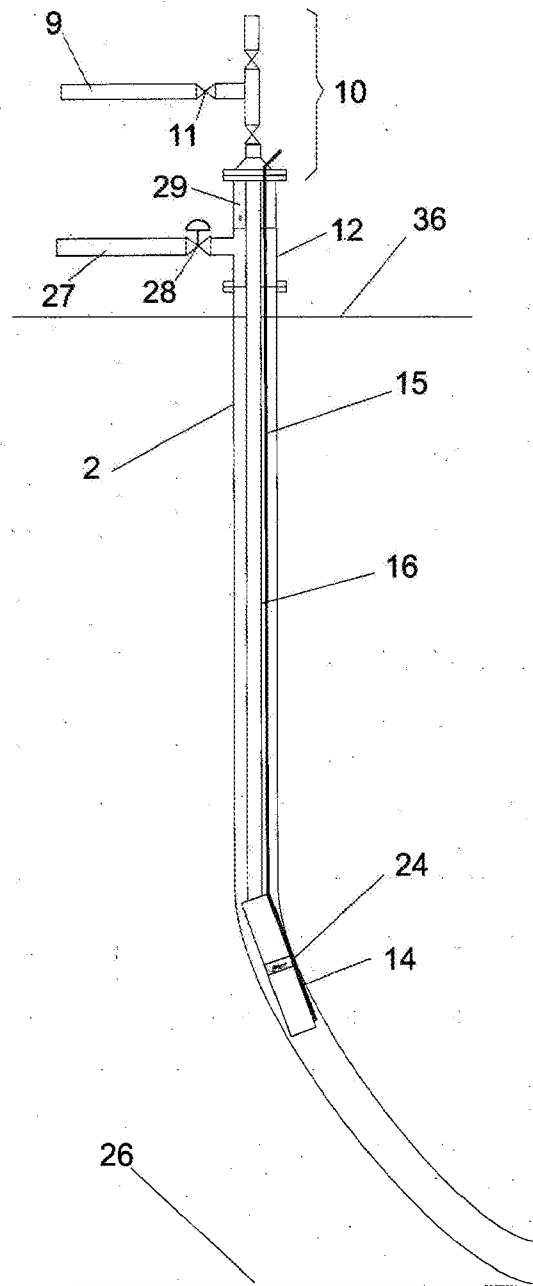


Fig. 2B

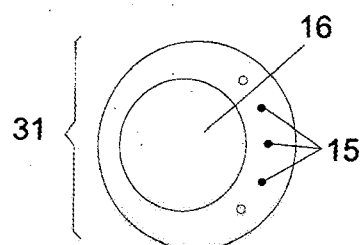


Fig. 2C

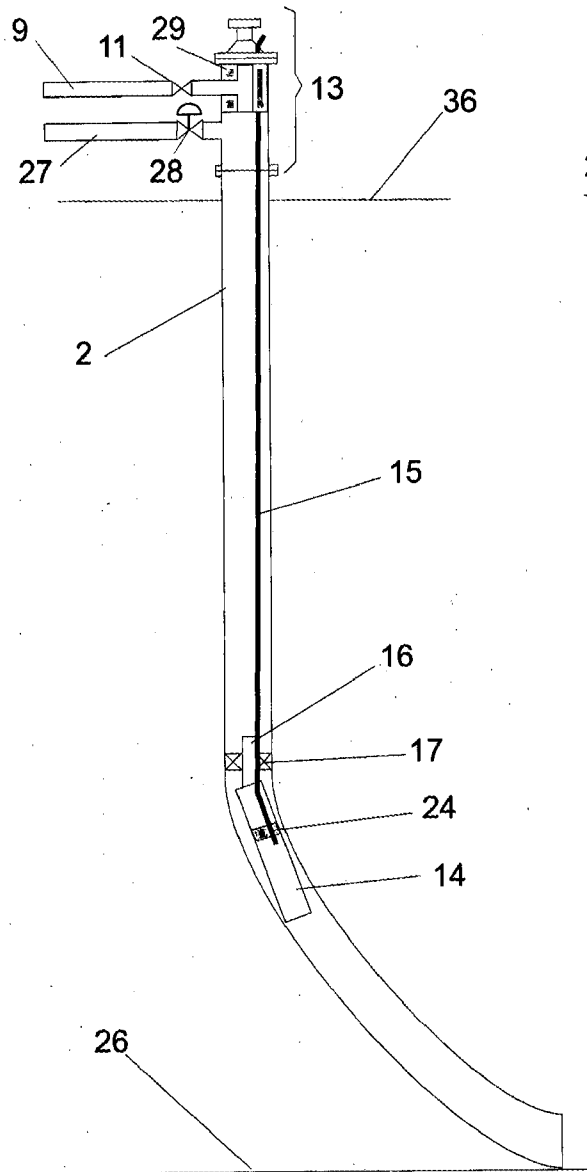


Fig. 3A

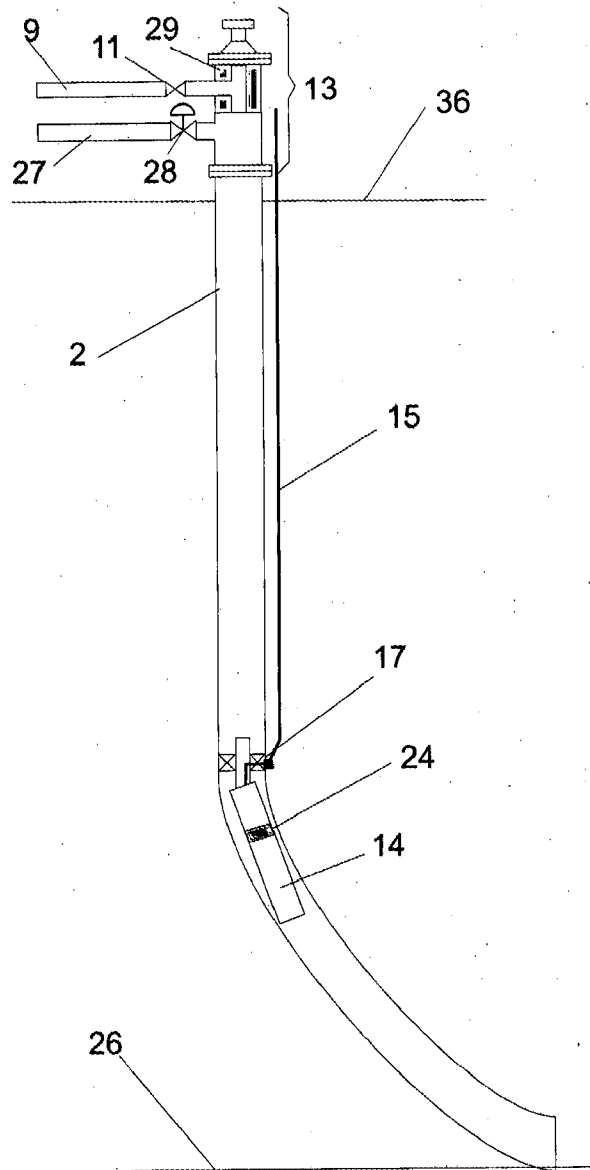


Fig. 3B

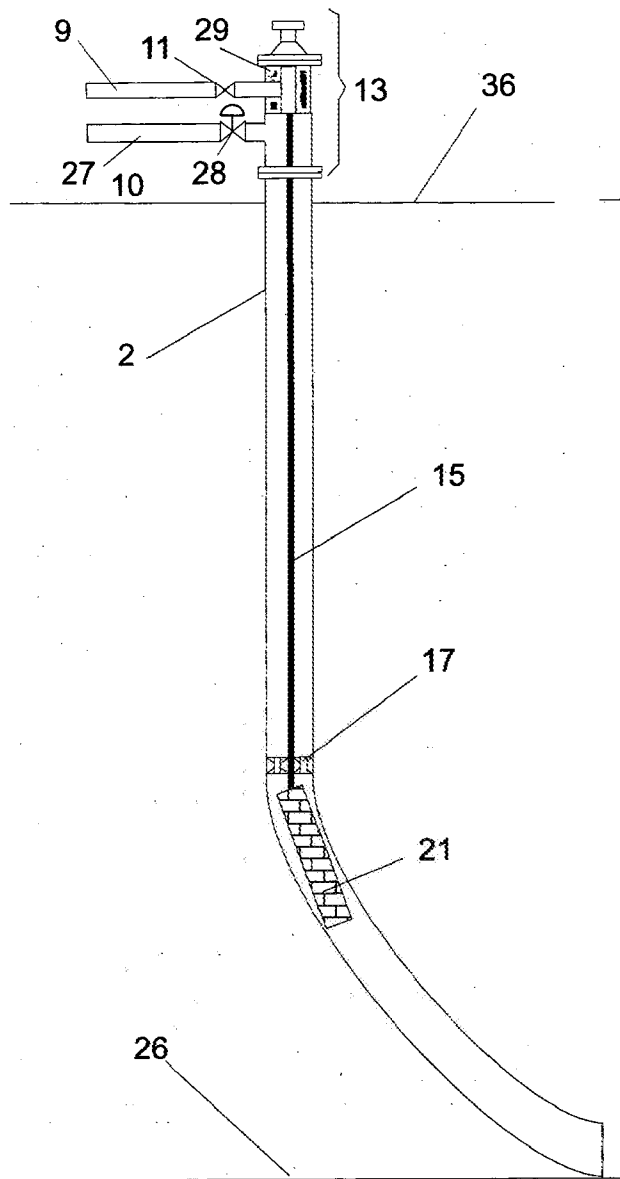


Fig. 4A

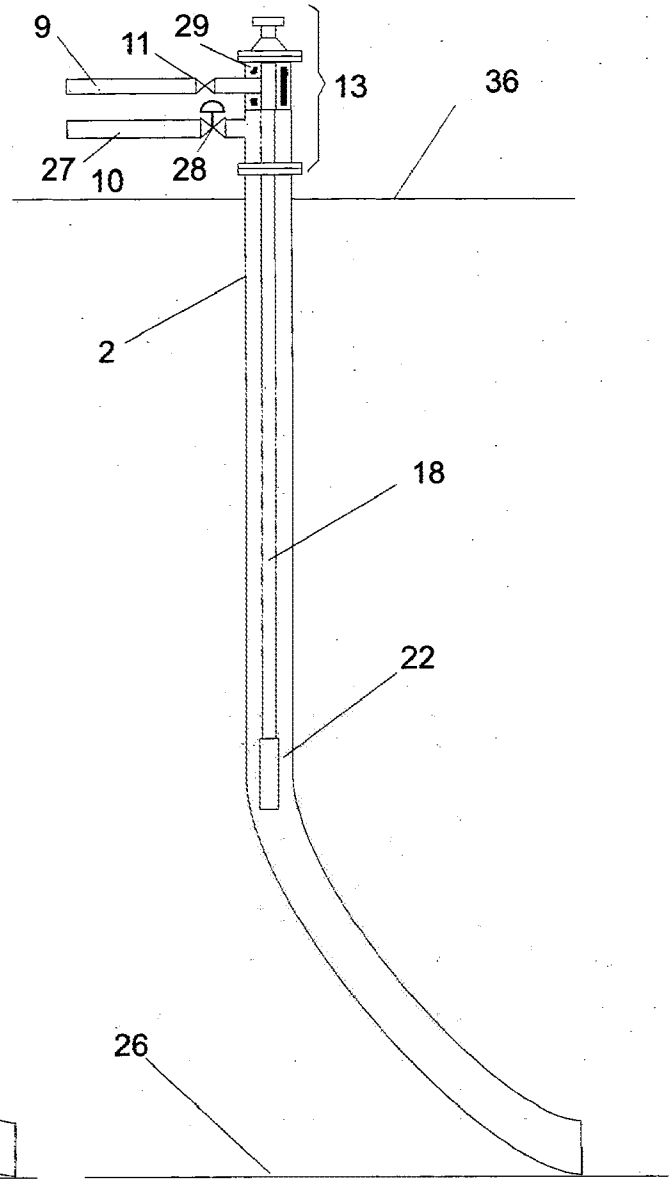


Fig. 4B

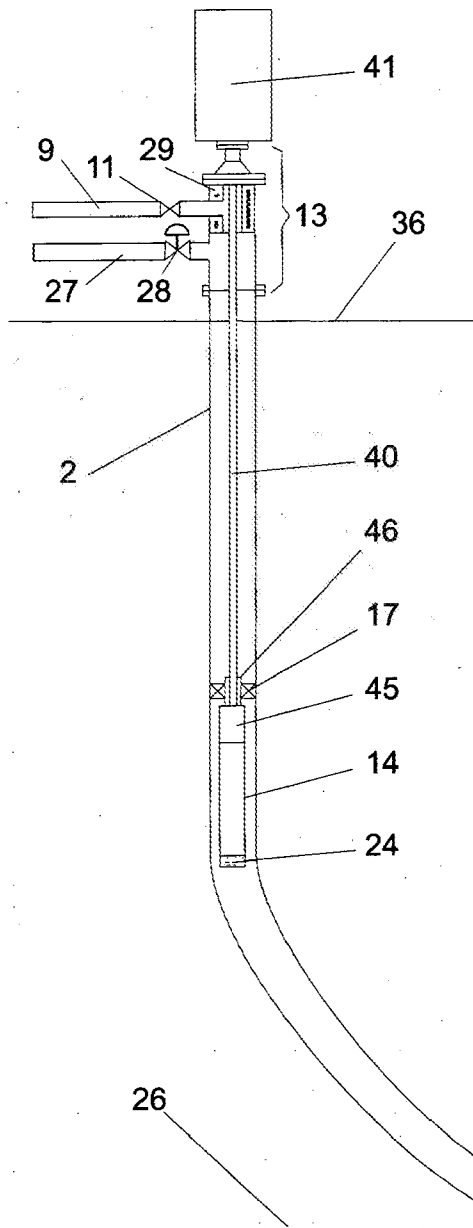


Fig. 5A

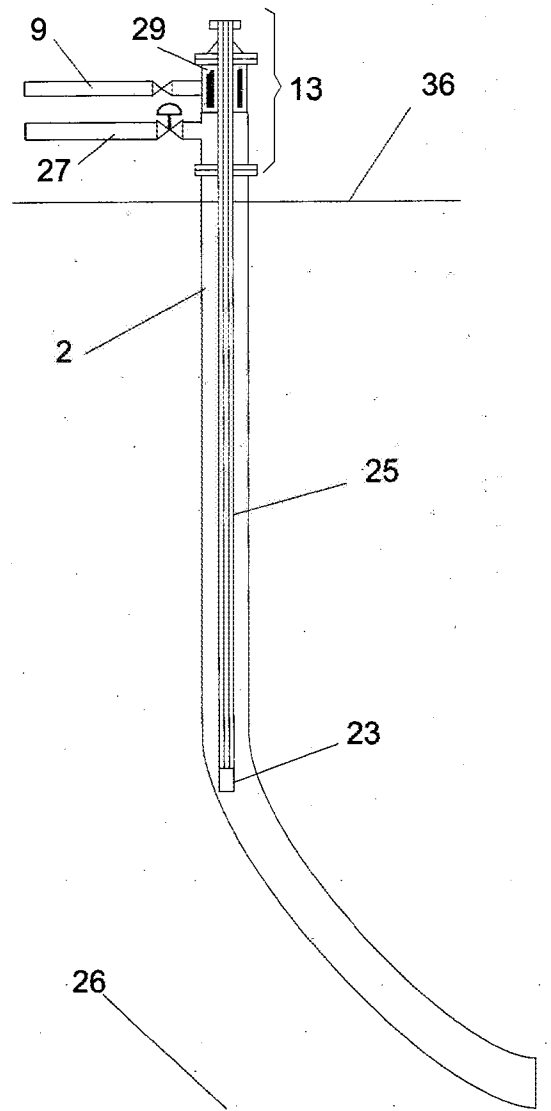


Fig. 5C

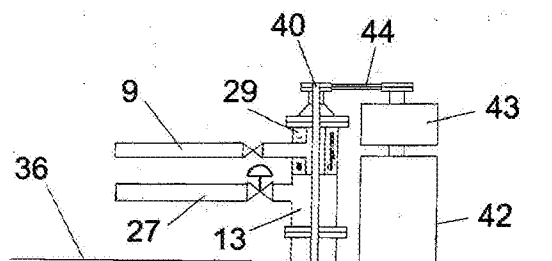


Fig. 5B

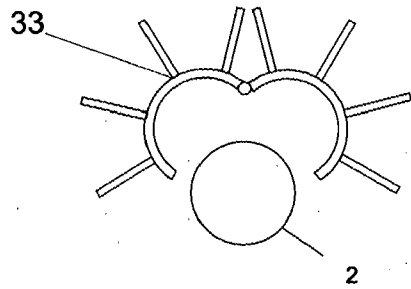


Fig. 6A

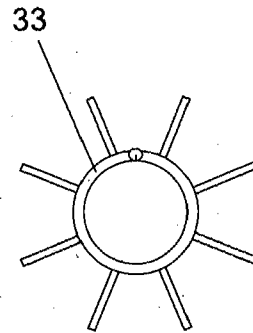


Fig. 6B

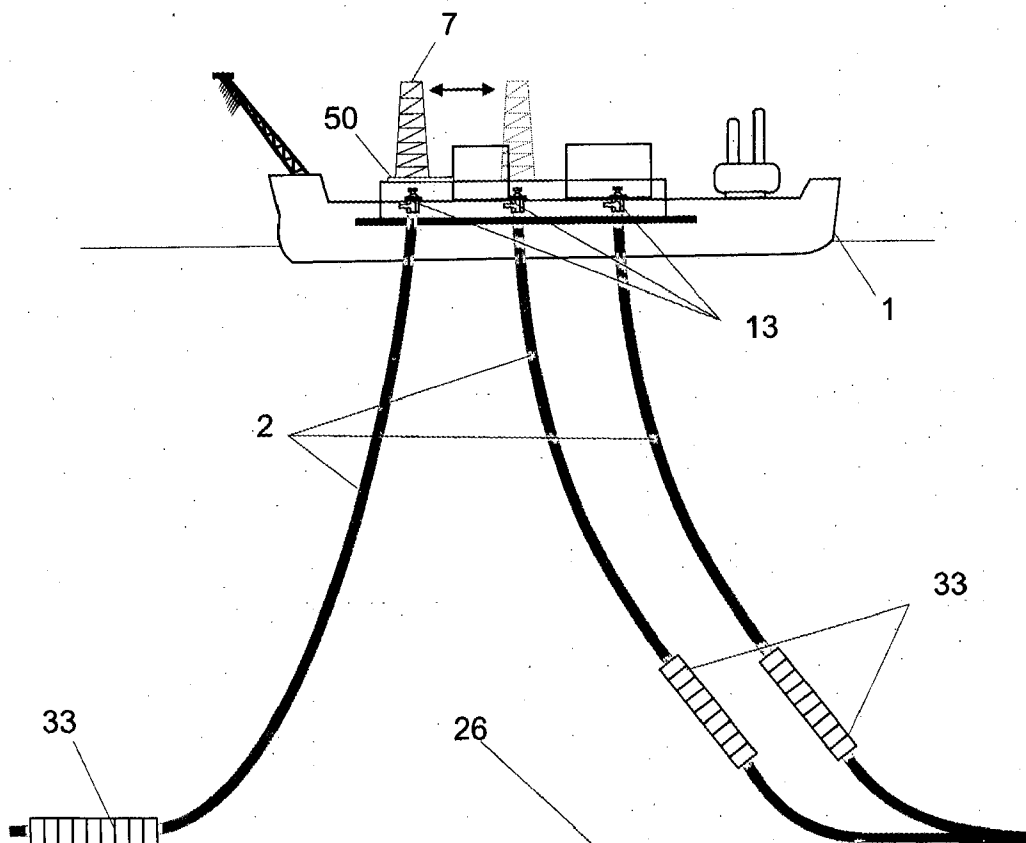


Fig. 6C

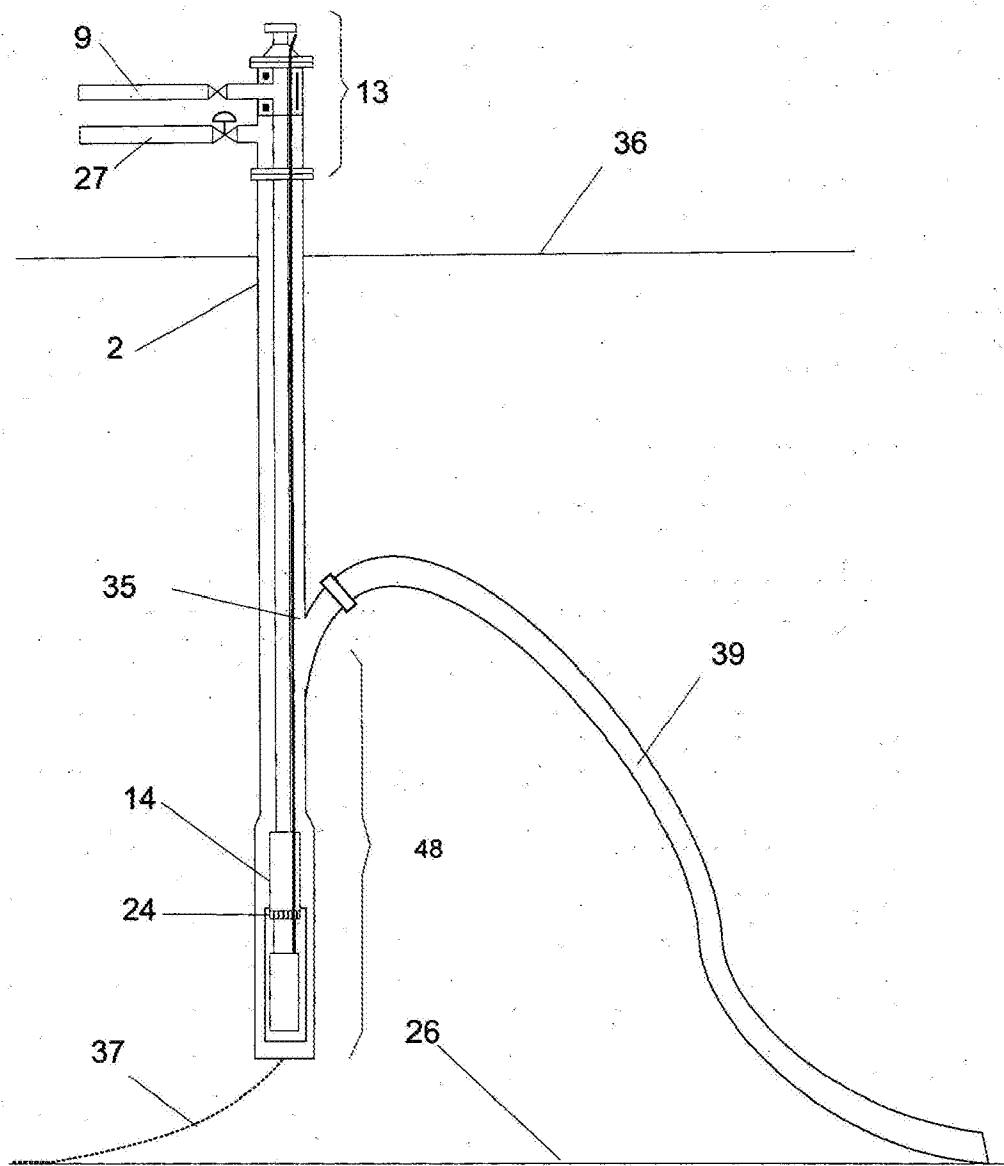


Fig. 7

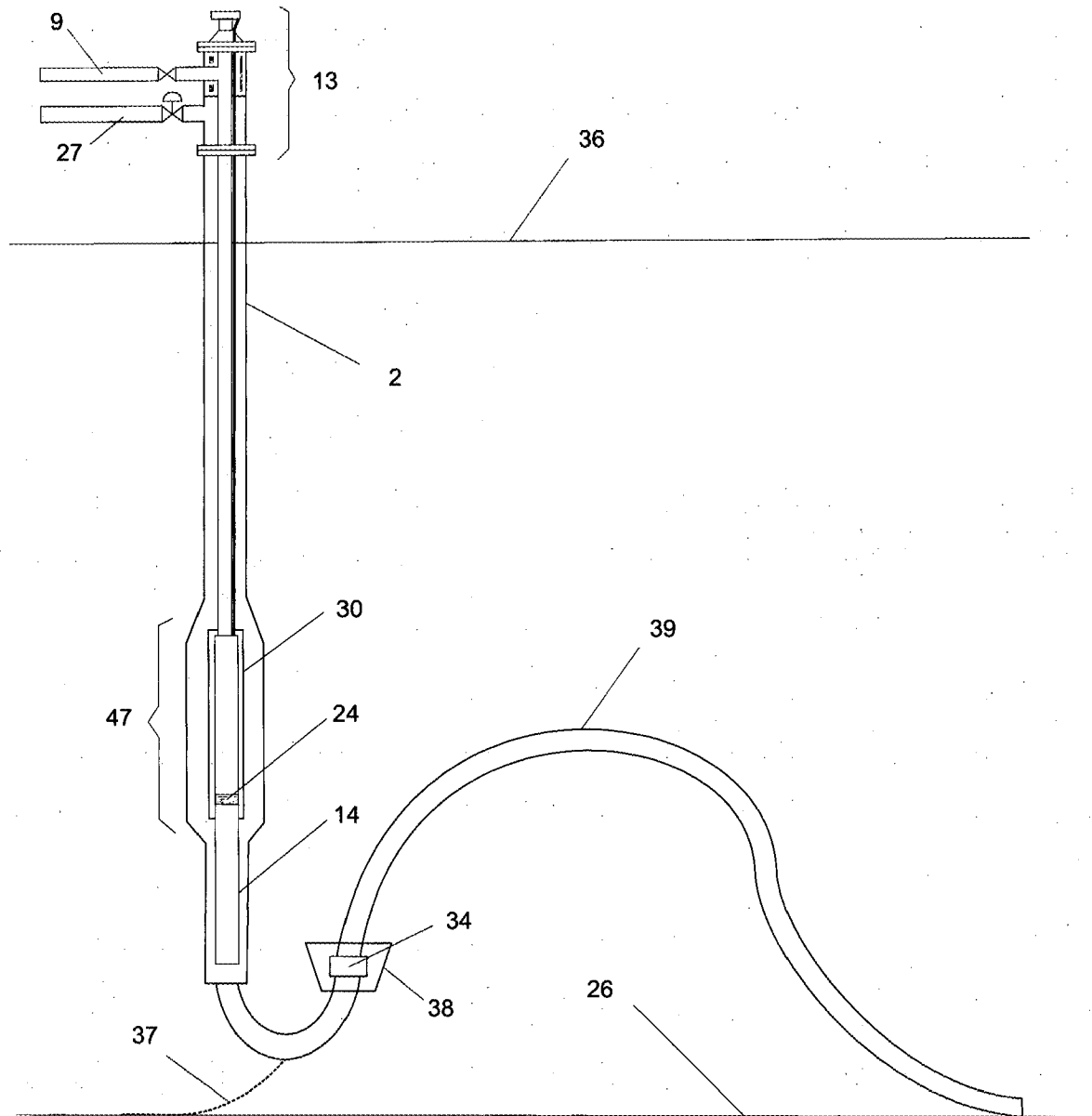


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2015/000088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B43/01 (2006.01), E21B43/12 (2006.01), E21B 17/01 (2006.01), B63B35/44 (2006.01), B63B27/36 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21B B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SINPI(Banco de patentes INPI-BR), Google Patents

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012168428 AI (HALVORSEN KNUT [NO]) 13 December 2012 (2012-12-13) -----	
A	WO 2011159563 A2 (STEWART DAVID WILLIAM [NL]) 22 December 2011 (2011-12-22) -----	
A	US 6257801 BI (FMC CORP [US]) 10 July 2001 (2001-07-10) -----	
A	BR PI0702808 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA [BR]) 04 August 2009 (2009-08-04) -----	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01/03/2016

Date of mailing of the international search report

03/03/2016

Name and mailing address of the ISA/ **BR**INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua Sao Bento nº 1, 17º andar
cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Facsimile No.

+55 21 3037-3663

Authorized officer

Marcilio Haddad Andrino**+55 21 3037-3493/3742**

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2015/000088

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6840322 B2 (MULTI OPERATIONAL SERVICE TANKE [US]) 11 January 2005 (2005-01-11) -----	
A	WO 2010000745 A2 (DANIELSEN THOMAS [DK]) 07 January 2010 (2010-01-07) -----	
A	WO 0003112 AI (FMC CORP [US]) 20 January 2000 (2000-01-20) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2015/000088

WO 2012168428 A1	2012-12-13	AU 2012266265 A1 CA 2836507 A1 CN 103596837 A EP 2718176 A1 KR 20140035488 A NO 20110840 A NO 333735 B1 US 2014137784 A1	2013-12-12 2012-12-13 2014-02-19 2014-04-16 2014-03-21 2012-12-10 2013-09-02 2014-05-22
WO 2011159563 A2	2011-12-22	WO 2011159563 A3 AU 2011268010 A1 CN 102947534 A GB 2493885 A NO 20121567 A US 2013087090 A1	2012-02-16 2013-01-10 2013-02-27 2013-02-20 2012-12-20 2013-04-11
US 6257801 B1	2001-07-10	AU 5004799 A WO 0005129 A1	2000-02-14 2000-02-03
BR PI0702808 A2	2009-08-04	US 2008314598 A1 US 8087464 B2	2008-12-25 2012-01-03
US 6840322 B2	2005-01-11	US 2003000740 A1 AP 200202527 D0 AP 1370 A AT 255674 T AU 779937 B2 AU 2204601 A BR 0016527 A CA 2392331 A1 CN 1413286 A CN 1228534 C DE 60006998 D1 DK 1240404 T3 ES 2211656 T3 GB 0208346 D0 GB 2374048 A GB 9930450 D0 HK 1047611 A1 JP 2003518576 A MX PA02006375 A NO 20022981 A NO 327209 B1 NZ 518885 A OA 12127 A PT 1240404 E RU 2257456 C2 TR 200400337 T4 WO 0148351 A2 ZA 200203763 A	2003-01-02 2002-06-30 2005-02-21 2003-12-15 2005-02-17 2001-07-09 2002-10-29 2001-07-05 2003-04-23 2005-11-23 2004-01-15 2004-04-05 2004-07-16 2002-05-22 2002-10-09 2000-02-16 2004-09-10 2003-06-10 2002-11-29 2002-06-20 2009-05-11 2002-11-26 2006-05-05 2004-04-30 2005-07-27 2004-06-21 2001-07-05 2003-10-29
WO 2010000745 A2	2010-01-07	WO 2010000745 A3 EP 2310256 A2	2010-05-27 2011-04-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2015/000088

		US 2011180266 A1	2011-07-28
-----	-----	-----	-----
WO 0003112 A1	2000-01-20	AU 4975799 A	2000-02-01
		BR 9912257 A	2001-10-16
		EP 1097287 A1	2001-05-09
		NO 20010104 D0	2001-01-08
		NO 316463 B1	2004-01-26
		OA 11697 A	2005-01-13
		US 6336421 B1	2002-01-08
		US 2001013414 A1	2001-08-16
-----	-----	-----	-----

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

E21B43/01 (2006.01), E21B43/12 (2006.01), E21B 17/01 (2006.01), B63B35/44 (2006.01), B63B27/36 (2006.01)

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

E21B B63B

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

SINPI(Banco de patentes INPI-BR), Google Patents

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPODOC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
A	WO 2012168428 A1 (HALVORSEN KNUT [NO]) 13 dezembro 2012 (2012-12-13)	
A	WO 2011159563 A2 (STEWART DAVID WILLIAM [NL]) 22 dezembro 2011 (2011-12-22)	
A	US 6257801 B1 (FMC CORP [US]) 10 julho 2001 (2001-07-10)	
A	BR PI0702808 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA [BR]) 04 agosto 2009 (2009-08-04)	

☒ Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C☒ Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

“A” documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

“E” pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

“L” documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

“O” documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

“P” documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

“T” documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita com o depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

“X” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

“Y” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

“&” documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

01/03/2016

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

03/03/2016

Nome e endereço postal da ISA/BR


 INSTITUTO NACIONAL DA
 PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 Rua São Bento nº 1, 17º andar
 cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Nº de fax:

+55 21 3037-3663

Funcionário autorizado

Marcilio Haddad Andrino

Nº de telefone:

+55 21 3037-3493/3742

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações N°
A	US 6840322 B2 (MULTI OPERATIONAL SERVICE TANKE [US]) 11 janeiro 2005 (2005-01-11)	
A	----- WO 2010000745 A2 (DANIELSEN THOMAS [DK]) 07 janeiro 2010 (2010-01-07)	
A	----- WO 0003112 A1 (FMC CORP [US]) 20 janeiro 2000 (2000-01-20) -----	

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Informação relativa a membros da família de patentes

Depósito internacional N°

PCT/BR2015/000088

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
WO 2012168428 A1	2012-12-13	AU 2012266265 A1 CA 2836507 A1 CN 103596837 A EP 2718176 A1 KR 20140035488 A NO 20110840 A NO 333735 B1 US 2014137784 A1	2013-12-12 2012-12-13 2014-02-19 2014-04-16 2014-03-21 2012-12-10 2013-09-02 2014-05-22
WO 2011159563 A2	2011-12-22	WO 2011159563 A3 AU 2011268010 A1 CN 102947534 A GB 2493885 A NO 20121567 A US 2013087090 A1	2012-02-16 2013-01-10 2013-02-27 2013-02-20 2012-12-20 2013-04-11
US 6257801 B1	2001-07-10	AU 5004799 A WO 0005129 A1	2000-02-14 2000-02-03
BR PI0702808 A2	2009-08-04	US 2008314598 A1 US 8087464 B2	2008-12-25 2012-01-03
US 6840322 B2	2005-01-11	US 2003000740 A1 AP 200202527 D0 AP 1370 A AT 255674 T AU 779937 B2 AU 2204601 A BR 0016527 A CA 2392331 A1 CN 1413286 A CN 1228534 C DE 60006998 D1 DK 1240404 T3 ES 2211656 T3 GB 0208346 D0 GB 2374048 A GB 9930450 D0 HK 1047611 A1 JP 2003518576 A MX PA02006375 A NO 20022981 A NO 327209 B1 NZ 518885 A OA 12127 A PT 1240404 E RU 2257456 C2 TR 200400337 T4 WO 0148351 A2 ZA 200203763 A	2003-01-02 2002-06-30 2005-02-21 2003-12-15 2005-02-17 2001-07-09 2002-10-29 2001-07-05 2003-04-23 2005-11-23 2004-01-15 2004-04-05 2004-07-16 2002-05-22 2002-10-09 2000-02-16 2004-09-10 2003-06-10 2002-11-29 2002-06-20 2009-05-11 2002-11-26 2006-05-05 2004-04-30 2005-07-27 2004-06-21 2001-07-05 2003-10-29
WO 2010000745 A2	2010-01-07	WO 2010000745 A3 EP 2310256 A2	2010-05-27 2011-04-20

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Informação relativa a membros da família de patentes

Depósito internacional N°

PCT/BR2015/000088

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
		US 2011180266 A1	2011-07-28
-----	-----	-----	-----
WO 0003112 A1	2000-01-20	AU 4975799 A	2000-02-01
		BR 9912257 A	2001-10-16
		EP 1097287 A1	2001-05-09
		NO 20010104 D0	2001-01-08
		NO 316463 B1	2004-01-26
		OA 11697 A	2005-01-13
		US 6336421 B1	2002-01-08
		US 2001013414 A1	2001-08-16
-----	-----	-----	-----