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

(11) PI 1105333-0 B1

(22) Data do Depósito: 22/12/2011

(45) Data de Concessão: 20/10/2020

(54) Título: APARELHO DE POÇO SUBMARINO E MÉTODO PARA OPERAR VÁLVULA HIDRÁULICA SUBMARINA DE UMA ÁRVORE SUBMARINA

(51) Int.Cl.: E21B 33/035; E21B 34/04.

(30) Prioridade Unionista: 29/12/2010 US 12/980,649.

(73) Titular(es): VETCO GRAY INC.

(72) Inventor(es): ROBERT K. VOSS.

(57) Resumo: MÉTODO PARA OPERAR VÁLVULA HIDRÁULICA SUBMARINA DE UMA ÁRVORE SUBMARINA DURANTE OPERAÇÕES DE RECONDICIONAMENTO E DESLIZADOR QUE PODE SER PRESO A UM VEÍCULO SUBMARINO DE OPERAÇÃO REMOTA. Trata-se de uma configuração hidráulica e elétrica sobre uma árvore submarina que facilita o uso de um sistema de controle de ROV para operar a árvore durante instalações, intervenções e recondicionamentos de poço. Um SCM na árvore está em comunicação com uma placa de junção fixa que recebe um cabo de alimentação de produção durante operação normal. O ROV pode ser posicionado para desconectar e estacionar o cabo de alimentação de produção durante instalações, intervenções e recondicionamentos de poço para impedir operação acidental do SCM ou árvore. A placa de junção é configurada para se conectar com o ROV e, desse modo, estabelecer comunicação com as linhas hidráulicas do SCM. O ROV pode portar um cabo de alimentação de uma embarcação para fornecer serviço hidráulico e elétrico para o SCM durante operações de poço. Além disso, o ROV tem recursos para pressurizar novamente o fluido de controle gasto para, desse modo, permitir a reutilização do fluido de controle pelo SCM.

“APARELHO DE POÇO SUBMARINO E MÉTODO PARA OPERAR VÁLVULA HIDRÁULICA SUBMARINA DE UMA ÁRVORE SUBMARINA”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se em geral a árvores submarinas, e em particular, a facilitação do serviço de controle hidráulico e elétrico a árvore submarina por meio de um veículo submarino de operação remota (ROV - Remotely operated underwater vehicle) durante operações de recondicionamento.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Uma árvore submarina é um dispositivo que é utilizado primeiramente para controlar o fluxo de fluido de produção de um poço submarino. Além disso, uma árvore submarina pode ser utilizada para direcionar o fluido para o poço submarino, tal como em injeção química.

[003] Tipicamente, uma árvore submarina utilizará diversas válvulas para controlar o fluxo de fluidos através da árvore submarina. A operação das válvulas de árvore submarina pode ser controlada por um módulo de controle submarino (SCM). O SCM pode incluir diversas válvulas de controle operadas por solenoide que direcionam o fluxo do fluido hidráulico para as válvulas de árvore submarina. As válvulas de controle no SCM controlam várias operações das válvulas de árvore submarina. As válvulas de controle são supridas com o fluido hidráulico e podem ser controladas por sinais elétricos de, por exemplo, um umbilical, que podem se estender de uma árvore de produção ou uma plataforma remota.

[004] As válvulas de árvore submarina podem ser válvulas hidraulicamente operadas. Por exemplo, o operador para uma válvula hidraulicamente operada pode ter uma mola que aciona a válvula para um estado fechado. Para abrir a válvula, uma válvula de controle deve ser operada para direcionar a pressão do fluido hidráulico de uma fonte de fluido hidráulico

pressurizado para o operador de válvula para superar a força da mola e acionar a válvula para o estado aberto. Quando se deseja que a válvula submarina retorne ao seu estado original, a válvula de controle é posicionada de forma que a fonte de fluido hidráulico pressurizado não direciona mais o fluido hidráulico pressurizado para o operador de válvula. O fluido hidráulico no operador é ventilado para habilitar que a mola faça a válvula retornar ao seu estado original.

[005] Para facilitar a distribuição do fluido hidráulico no umbilical para as válvulas de controle de SCM, o umbilical pode ser conectado a um receptáculo sobre uma placa de junção localizada sobre a árvore submarina. A placa de junção tipicamente inclui uma disposição de linha de distribuição hidráulica que se estende do receptáculo para as válvulas de controle de SCM. Onde um umbilical também contém uma linha elétrica, a linha elétrica pode ser encaminhada a partir do receptáculo até uma conexão elétrica sobre o SCM.

[006] Às vezes, durante a vida de um poço, o equipamento deve ser substituído ou instalado ou uma intervenção ou recondicionamento de poço pode ser exigido. Durante estas operações, é básico que a operação da árvore submarina seja temporariamente transferida para uma embarcação de recondicionamento de superfície e que o modo de produção de operação seja trancado para impedir a operação acidental por fontes que não a embarcação quando operações de recondicionamento ou equipamento crítico estão a caminho.

[007] Para garantir que a embarcação tem controle completo da árvore submarina, um sistema de controle de instalação/recondicionamento (IWOCS) é tipicamente utilizado. O IWOCS inclui seu próprio umbilical que pode conter tanto alimentações elétricas e hidráulicas para controlar a árvore submarina durante a instalação ou operações de recondicionamento. Tipicamente depois, o umbilical de produção é desconectado do receptáculo sobre a placa de junção e estacionado sobre uma placa de estacionamento no

fundo do mar. Isto garante que o umbilical de produção não irá operar de modo acidental nenhum dos componentes de árvore submarina.

[008] Em referência ao estado da técnica como ilustrado na Figura 1, com o umbilical de produção fora do caminho, o umbilical de IWOCS 10 que se estende a partir da embarcação pode então ser conectado ao receptáculo 12 sobre a placa de junção 16. Uma vez conectado, o umbilical de IWOCS 10 fornece o fluido hidráulico ao SCM 18 por meio das linhas de distribuição 20. Durante a operação das válvulas submarinas, o fluido hidráulico é ventilado para o mar por meio de descarga de escapamento 22. Assim, o SCM 18 deve ser enchido novamente com o fluido hidráulico por meio do umbilical 10. Uma linha elétrica 23 pode ainda ser encaminhada a partir da placa de junção 16 até uma conexão elétrica 24 sobre o SCM 18 como mostrado ou um umbilical elétrica separado pode ser utilizado.

[009] Outra disposição está onde a potência de fluido de controle é fornecida por um alimentador de força hidráulico dedicado sobre o ROV. Neste caso, o alimentador de força deve conter suficiente fluido para tornar a encher o suprimento para as três funções, como tipicamente não existe uma linha de suprimento dedicada a partir da superfície. A exigência de que o fluido hidráulico nas linhas de distribuição 20 sejam novamente enchidos por meio de um reservatório de ROV interno é impraticável devido ao impacto sobre o peso e tamanho da unidade e adicionará custo operacional pelo tempo de recuperação para tornar a encher o reservatório do ROV. De modo adicional, a descarga de fluido para o mar é obviamente desperdiçadora e pode ter um impacto prejudicial no meio ambiente.

[010] Existe uma necessidade por uma técnica para resolver um ou mais dos problemas descritos acima.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[011] Em uma realização da presente invenção, a linha de

escapamento da árvore é encaminhada para uma placa de junção fixa de produção e ventila para o mar fora de bordo da placa de junção removível. Um sistema de controle de ROV pode ser utilizado para operar um SCM ou árvore submarina durante instalações, intervenções ou recondicionamentos de poço. Pode-se posicionar o ROV a partir de uma embarcação e fazê-lo voar para uma árvore submarina por um operador sobre a embarcação. Uma vez na árvore, o ROV desconecta um umbilical de produção da placa de junção fixa localizada na árvore. O ROV pode estacionar o umbilical de produção sobre uma placa de estacionamento para garantir que o mesmo não opere acidentalmente o SCM ou a árvore submarina durante operações de instalação/recondicionamento de poço. O ROV então conecta seu guia de voo à placa de junção fixa para estabelecer comunicação hidráulica com um deslizador hidráulico sobre o ROV. O deslizador hidráulico pode ainda ser adaptado para estabelecer comunicação tanto com a linha de suprimento hidráulico quanto com a linha de escapamento do SCM. Nesta realização, uma bomba está localizada sobre o deslizador hidráulico como parte de um anel que pressuriza novamente o fluido hidráulico alimentado ao SCM após o mesmo ser gasto.

[012] O sistema de controle baseado em ROV elimina os problemas de custo de instalação e capital associados com o sistema IWOCS tradicional. A disposição de encanamento entre o deslizador de ROV, a placa de junção, e o SCM permite que o fluido hidráulico gasto seja pressurizado e utilizado novamente no SCM, que reduz ainda a descarga de fluido de controle para a água do mar.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[013] A Figura 1 ilustra uma típica conexão de IWOCS de umbilical para um SCM do estado da técnica;

[014] A Figura 2 ilustra um circuito de escapamento em modo de produção, de acordo com uma realização da invenção;

[015] A Figura 3 ilustra um ROV conectado à árvore em modo de recondicionamento com o fluido de escapamento circulado novamente, de acordo com uma realização da invenção; e

[016] A Figura 4 é uma ilustração esquemática de uma conexão entre um módulo eletrônico submarino (SEM) de ROV e um SEM localizado sobre o SCM de acordo com uma realização da invenção.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[017] Em referência à Figura 2, ilustra-se uma parte de uma árvore submarina 26 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. Nesta realização, a árvore submarina 26 é operada em um modo de produção. A árvore submarina 26 tem uma junção fixa 30. Ilustra-se uma junção removível 32 é presa à junção fixa 30. A junção removível 2 é fornecida para acoplar um umbilical de produção 34 à junção fixa 30. O umbilical 34 é configurado para fornecer tanto fluido de controle hidráulico e sinais elétricos durante operações de produção normal na realização ilustrada. O umbilical de produção 34 pode se estender a partir de uma árvore de produção ou uma plataforma remota (não mostrada).

[018] Nesta realização, é estabelecido que uma linha de escapamento de árvore 36 é encaminhada para reencaminhar o fluido hidráulico para o mar através da junção fixa 30 e da junção removível 32. O umbilical de produção 34 conectado à junção fixa 30 por meio da junção removível 32 fornece pelo menos uma válvula de controle operada por solenoide 38 de um Módulo de Controle Submarino (SCM) 50 com o fluido hidráulico por meio da linha de suprimento hidráulico de SCM 54. Nesta realização, o SCM tem um pequeno acumulador 39 com fluido hidráulico pressurizado. As válvulas de controle operadas por solenoide 39 de SCM 50 controlam a pressão do fluido hidráulico para abrir e fechar pelo menos uma válvula de árvore submarina 51. Em um modo, as válvulas de controle operadas por solenoide 39 direcionam o fluido

pressurizado para a válvula submarina 51. Em um outro modo, as válvulas de controle operadas por solenoide 39 ventilam o fluido hidráulico utilizado para operar as válvulas de árvore submarina 51 para o mar através da junção fixa 30 e da junção removível 32. Assim como com todos os componentes descritos no presente documento, a árvore submarina 26 é mostrada esquematicamente e não escalada em relação a outros componentes. Uma conexão elétrica 52 no SCM 50 permite que um umbilical elétrica 58 sirva as exigências elétricas do SCM 50 e da árvore submarina 26.

[019] Em referência à Figura 3, quando uma instalação, recondicionamento, ou intervenção de poço é desejada, pode-se posicionar um ROV 70 a partir de uma embarcação (não mostrada) e fazê-lo voar para a árvore submarina 26. O ROV 70 é tipicamente controlada por um operador sobre a embarcação. Nesta realização, o ROV 70 porta um umbilical de ROV ou guia de voo 72 a partir da embarcação para baixo até a árvore submarina. O ROV 70 tem recursos que permitem que o mesmo se desconecte e recolha o umbilical de produção 34 (Figura 2) da junção fixa 30 e estacione o umbilical de produção 34 sobre o estacionamento de fundo do mar (não mostrado) até que as operações de instalação/recondicionamento estejam completas. Isto garante que o umbilical de produção 34 (Figura 2) não irá operar de modo acidental o SCM 50 ou a árvore submarina 26 durante operações de instalação/recondicionamento.

[020] Com o umbilical de produção 34 (Figura 2) fora do caminho, o ROV 70 então conecta a guia de voo 72 à junção fixa 30. O ROV 70 pode compreender um deslizador hidráulico 71 adaptado à interface com a junção fixa 30 para, desse modo, estabelecer comunicação hidráulica entre o ROV 70 e o SCM 50. O deslizador hidráulico 71 nesta realização pode ainda compreender uma junção removível 73 que faz interface com a junção fixa 30 para estabelecer comunicação tanto com a linha de suprimento hidráulico 54 quanto com a linha

de escapamento 36 do SCM 50, que são ambas encaminhadas para a junção fixa 30. Uma linha elétrica 76 pode também ser fornecida para o ROV 70 por meio do umbilical ROV 72 para fornecer sinais de controle elétricos ou de potência para o equipamento tal como válvulas, iluminação, bombas ou câmeras. A linha elétrica 76 pode se conectar a um módulo elétrico 78 sobre o deslizador hidráulico 71 de onde uma linha de distribuição elétrica 80 pode ser conectada à conexão elétrica 52 sobre o SCM 50. Nesta realização, a conexão 73 sobre o deslizador hidráulico 71 ainda estabelece comunicação entre tubulação interna dentro do deslizador 71 e a linha de suprimento hidráulico 54 e a linha de escapamento 36 do SCM 50, para formar um sistema de anel fechado. Nesta realização, uma bomba 82 está localizada sobre o deslizador hidráulico 71 e é conectada à tubulação interna para formar parte do anel. Um reservatório 83 pode ser utilizado na conexão de árvore formada pelas linha 92 e linha 84 conectadas a uma admissão sobre a bomba 82 para facilitar o suprimento de fluido no anel. A bomba 82 é utilizada para pressurizar novamente o fluido hidráulico alimentado ao SCM 50 para, desse modo, permitir a reutilização do fluido de controle pelo SCM 50.

[021] Na operação desta realização de instalação/recondicionamento, o guia de voo de ROV 72 fornecerá o fluido hidráulico e potência elétrica ao ROV 70 supridos a partir de uma embarcação sobre a superfície. O fluido hidráulico será introduzido em uma linha hidráulica de conexão 90 por meio da linha hidráulica 74 e será suprido ao SCM 50 por meio da linha de suprimento hidráulico 54. O fluido hidráulico ventilado a partir das válvulas submarinas 51 é direcionado por meio da linha de escapamento 36 a partir do SCM 50 de volta para a linha de retorno 92. Ambas as linhas 90 e 92 são acopladas à junção fixa 30 por meio da junção removível 73. A linha de retorno 92 permitirá que o fluido hidráulico ventilado circule na seção de deslizador 71 de ROV para nova pressurização pela bomba 82. A bomba 82

descarrega o fluido de controle pressurizado para a linha hidráulica 90 no deslizador 71 e de volta para a linha de suprimento hidráulico 54 para reintrodução ao SCM 50. Em operação, a parte elétrica do umbilical ROV 72 ainda supre potência para a bomba 82.

[022] Em outra realização esquematicamente mostrada na Figura 4, o deslizador hidráulico 71 do ROV 70 tem um SEM (Módulo Eletrônico Submarino) 100 que pode receber sinais elétricos e potência do guia de voo 72 e converter o mesmo em potência e sinal para o SEM de árvore submarina 200, que pode ser localizado sobre o SCM 50. Uma linha de controle 150 comunica os SEMS 100, 200 enquanto a linha de potência 160 permite que o SEM 100 de ROV supra potência convertida para a subárvore SEM 200. Uma estação de controle mestra portátil (não mostrada) poderia também ser utilizada na sala de controle de superfície na embarcação para controlar o ROV 70.

[023] O sistema elimina os problemas de custo de instalação e capital associados com o sistema IWOCS tradicional. A disposição de encanamento entre o deslizador hidráulico de ROV 71, a junção fixa 30 e o SCM 50 permite que o fluido hidráulico ventilado seja capturado e novamente pressurizado para reutilização no SCM 50. Além disso, a disposição proposta reduz a descarga de fluido de controle para a água do mar.

[024] Esta descrição por escrito utiliza exemplos para revelar a invenção, incluindo o melhor modo, e também para habilitar um técnico no assunto à prática da invenção, incluindo a fabricação e utilização de quaisquer dispositivos ou sistemas e realizar quaisquer métodos incorporados. Estas realizações não são para limitar o escopo da invenção. O escopo patenteável da invenção é definido pelas reivindicações, e pode incluir outros exemplos que ocorrem aos técnicos no assunto. Tais outros exemplos devem estar dentro do escopo das reivindicações se os mesmos têm elementos estruturais que não diferem da linguagem literal das reivindicações, ou se os mesmos incluem

elementos estruturais equivalentes com diferenças insubstanciais da linguagem literal das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES:

1. APARELHO DE POÇO SUBMARINO, caracterizado por compreender:

- uma árvore submarina (26) que tem uma válvula (51) operada hidraulicamente para controlar o fluxo de fluido dentro da árvore submarina (26);

- um módulo de controle (50) instalado de maneira funcional na árvore submarina (26), sendo que o módulo de controle (50) tem uma linha hidráulica que se estende a partir do módulo de controle (50) para a válvula (51) operada hidraulicamente para operar a válvula (51) operada hidraulicamente, sendo que a árvore submarina (26) é configurada para estabelecer um sistema hidráulico fechado com um dispositivo externo;

- um receptáculo (12) de entrada em comunicação fluida com o módulo de controle (50) e configurado para receber fluido hidráulico a partir do dispositivo externo e suprir o fluido hidráulico ao módulo de controle (50), em que o receptáculo (12) de entrada está em comunicação com um deslizador (71) em um veículo submarino de operação remota (ROV) (70), de modo que o fluido hidráulico a partir do veículo submarino de operação remota é fornecido para o módulo de controle (50);

- um receptáculo (12) de saída em comunicação fluida com uma linha de retorno (92) de fluido hidráulico que se estende a partir do módulo de controle (50) e configurado para direcionar o fluido hidráulico para o dispositivo externo; e

- um módulo eletrônico árvore submarina na árvore submarina (26) que é controlado por um módulo eletrônico do veículo submarino de operação remota (ROV) no veículo submarino de operação remota (ROV) por sinais comunicados ao módulo eletrônico árvore submarina a partir do módulo eletrônico do veículo submarino de operação remota (ROV) via uma linha de controle, e por potência a partir de uma fonte de alimentação em uma

embarcação via uma linha elétrica que faz parte de um umbilical (34) de recondicionamento que tem uma extremidade conectada a uma fonte de fluido hidráulico.

2. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender, ainda, uma bomba (82) localizada dentro do veículo submarino de operação remota (70) para pressurizar novamente o fluido de controle que retorna do módulo de controle (50) para a interface de retorno hidráulico e circula o fluido pressurizado novamente de volta através do receptáculo (12) de saída.

3. APARELHO DE POÇO SUBMARINO, caracterizado por, durante um modo de recondicionamento, compreender:

- uma válvula (51) submarina operada hidraulicamente;

- um módulo de controle (50) instalado de maneira funcional em uma árvore submarina (26), sendo que o módulo de controle (50) tem uma linha de fluido hidráulico que se estende a partir do módulo de controle (50) até a válvula (51) submarina operada hidraulicamente na árvore submarina (26);

- uma junção (30, 32, 73) instalada de maneira funcional na árvore submarina (26) e configurada para engatar um dispositivo externo para receber fluido hidráulico do dispositivo externo e para ventilar fluido hidráulico a partir da válvula (51) submarina para o dispositivo externo;

- uma linha de suprimento de fluido hidráulico para acoplar fluido hidráulico da junção (30, 32, 73) ao módulo de controle (50);

- uma linha de retorno (92) de fluido hidráulico para acoplar o fluido hidráulico ventilado a partir das válvulas (51) submarinas hidraulicamente operadas até a junção (30, 32, 73);

- uma seção hidráulica de um veículo submarino de operação remota (ROV) (70) compreende, ainda, um pareamento de retorno para fazer interface com as linhas de suprimento e retorno na junção (30, 32, 73);

- um umbilical (34) de recondicionamento conectado em uma extremidade a uma fonte de fluido hidráulico compreende, ainda, uma linha elétrica (76) conectada a uma fonte de alimentação em uma embarcação, e conecta em outra extremidade o veículo submarino de operação remota (70) para fornecer potência ao módulo de controle (50); e

em que a linha elétrica (76) ainda fornece sinais elétricos e de potência para um módulo eletrônico localizado no veículo submarino de operação remota (70), sendo que o módulo eletrônico converte os sinais elétricos e de potência para servir um módulo eletrônico localizado na árvore submarina (26), sendo que os módulos eletrônicos são conectados uns aos outros por meio de linhas de controle e de potência.

4. MÉTODO PARA OPERAR VÁLVULA (51) HIDRÁULICA SUBMARINA DE UMA ÁRVORE SUBMARINA (26), durante operações de recondicionamento, sendo que a árvore submarina (26) tem um módulo de controle (50) para operar válvulas (51) hidráulicas da árvore e uma junção (30, 32, 73) acoplada por uma linha de suprimento ao módulo de controle (50) para fornecer o fluido hidráulico ao módulo de controle (50), sendo que o método é caracterizado por compreender:

-conectar um umbilical (34) de recondicionamento a um veículo submarino de operação remota (ROV) (70) que tem uma seção hidráulica;

- fazer o veículo submarino de operação remota (70) voar até a junção (30, 32, 73) e acoplar a seção hidráulica com a linha de suprimento hidráulico (54) e a seção hidráulica com uma linha de retorno (92);

- estabelecer um circuito hidráulico fechado entre a seção hidráulica do veículo submarino de operação remota (70) e o módulo de controle (50);

- dispensar o fluido hidráulico para o módulo de controle (50) a partir do veículo submarino de operação remota (70) e ventilar o fluido hidráulico

Fig.1
(Estado da Tecnica)

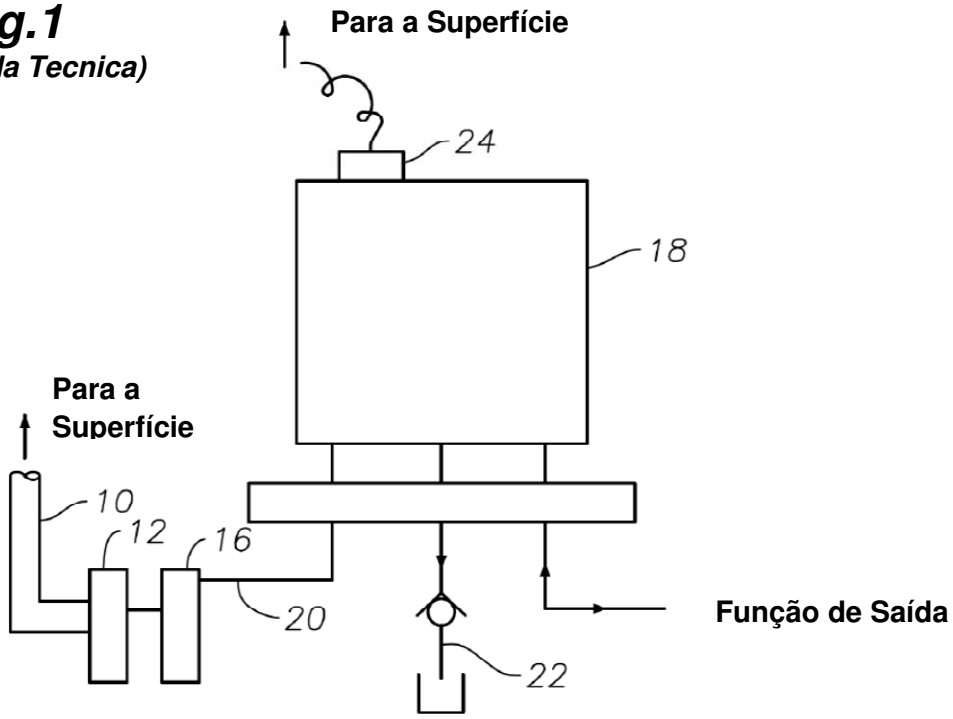


Fig.2

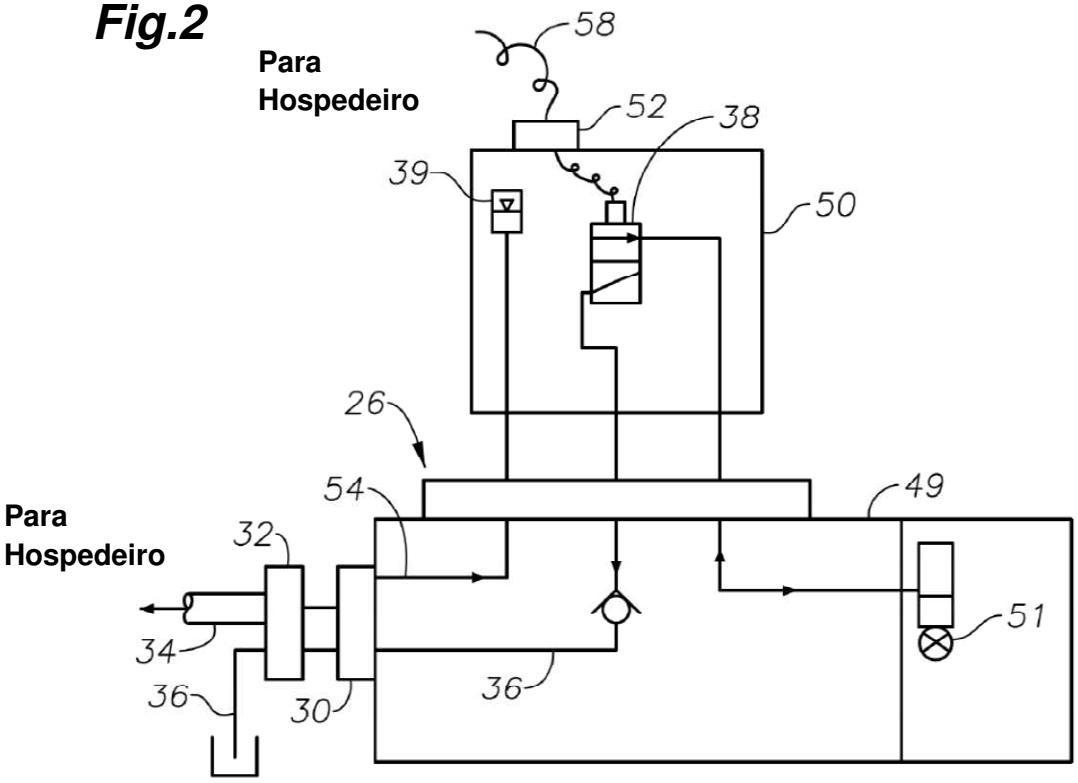
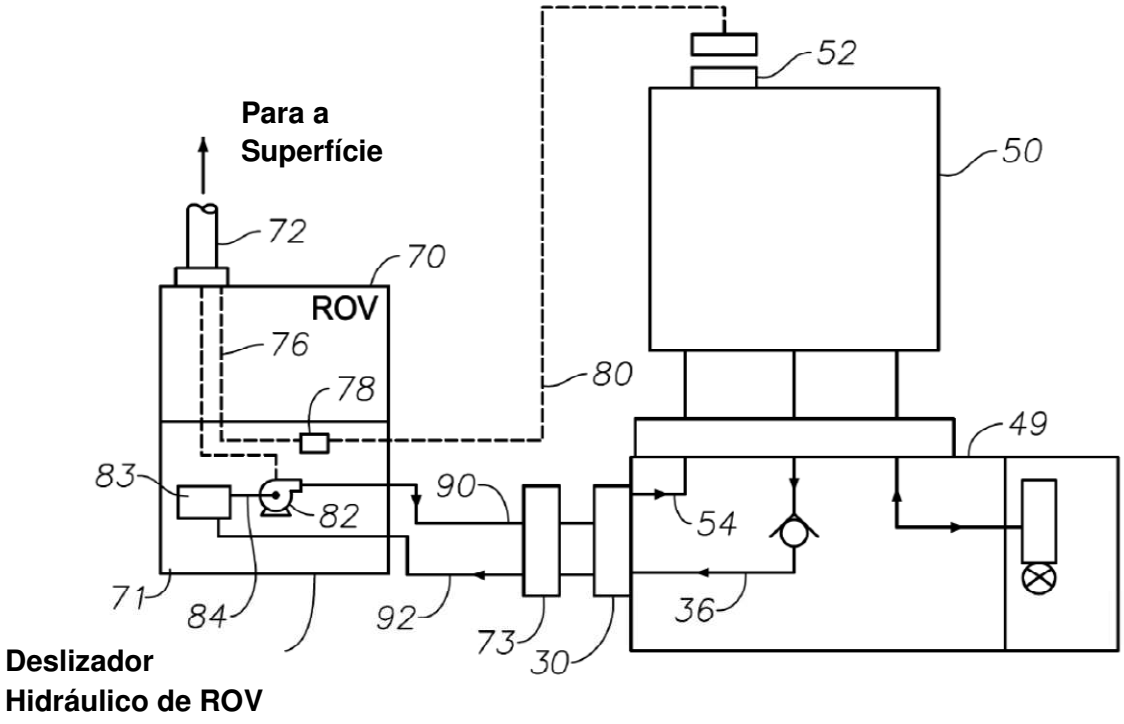


Fig.3



Deslizador Hidráulico de ROV

Fig.4

