



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102021015706-2 A2

(22) Data do Depósito: 10/08/2021

(43) Data da Publicação Nacional:
14/02/2023

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO DE REEL DRIVE SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS

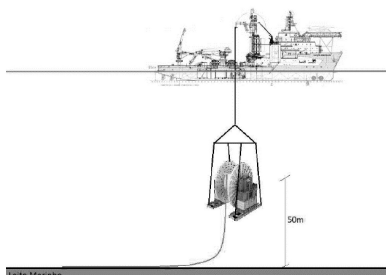
(51) Int. Cl.: F16L 1/20; F16L 1/16.

(52) CPC: F16L 1/20; F16L 1/16.

(71) Depositante(es): PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS.

(72) Inventor(es): GABRIEL MAIAL TAVARES; CLAUDIO VIOLANTE FERREIRA; UBIRAJARA ALVARENGA DE LIMA.

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO DE REEL DRIVE SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS. A presente invenção consiste em um método de lançamento consistindo em descer um sistema reel drive, adequadamente marinizado, até uma distância fixa do leito marinho, próxima de 50m (suficiente para não colidir com obstáculos e sistemas submarinos) minimizando, dessa forma, a catenária formada durante o lançamento ou recolhimento. O equipamento proposto é capaz de rotacionar bobinas padrão contendo dutos flexíveis e umbilicais, com controle de rotação e torque, bem como controle das extremidades do flexível (através de sistema de guincho auxiliar), projetado para que todo o sistema seja içado por guinchos a partir de uma embarcação e descido até uma profundidade de trabalho, próxima ao leito marinho.



**“SISTEMA E MÉTODO DE REEL DRIVE SUBMARINO PARA
RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS”**

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção está baseada no desenvolvimento de um sistema e método para lançamento e recolhimento de linhas flexíveis submarinas.

Descrição do Estado da Técnica

[0002] As embarcações PLSVs tipicamente lançam dutos diretamente da superfície do mar, formando catenárias longas, envolvendo toda a lâmina d'água no campo. Quando o lançamento ocorre em lâminas d'água rasas, isso não é normalmente uma restrição; porém, conforme se avança para lâminas d'água mais profundas, o projeto do duto flexível passa a ser limitado em termos de seus materiais, e pela capacidade de sustentar seu próprio peso em catenária (que no Pré-Sal, por exemplo, é da ordem de 2500m).

[0003] Conforme aumenta a resistência dos aços utilizados, aumenta a susceptibilidade a certos mecanismos de falha, como é o caso do SCC-CO₂ (Corrosão sob Tensão por CO₂). Ao reduzir a resistência, para minimizar o impacto desse mecanismo, aumentam -se o peso e o número de camadas estruturais necessárias, elevando com isso o custo do flexível, até o limite em que não é mais possível atender aos critérios técnicos.

[0004] Em projetos de desmobilização nos quais a documentação do flexível não mais é válida (ultrapassou a vida útil de projeto), não existe no sistema, ou o flexível sabidamente encontra-se em estado de degradação estrutural, não sendo viável ou seguro seu recolhimento, uma vez que este poderá não resistir à tração gerada por seu próprio peso, a solução existente nesse caso é cortar com auxílio de ROV o duto em trechos pequenos (da ordem de 30m cada) e recolhê-los individualmente por guindaste. Trata-se de uma operação longa e onerosa em relação ao tempo de embarcação, comparada à operação convencional.

[0005] O objeto da invenção é uma inovação em sistema de lançamento de flexíveis submarinos. O equipamento proposto seria capaz de rotacionar bobinas de dimensão padrão contendo dutos flexíveis e umbilicais, com controle de rotação e torque, bem como controle das extremidades do flexível (através de um sistema de guincho auxiliar), projetado para que todo o sistema seja içado por guinchos a partir de uma embarcação e descido até uma profundidade de trabalho, próxima ao leito marinho. A partir daí, inicia-se o lançamento, com apoio exclusivo de ROV, formando uma catenária extremamente reduzida (50m ou menos).

[0006] Em campos do Pré-Sal, a invenção permite escolhas mais adequadas de materiais para resistir aos mecanismos de falhas típicos, como SCC-CO2 e escorregamento interno de estruturas, pois elimina a necessidade de resistir a grandes tracionamentos. Isso traz ganhos significativos no aumento da vida útil das estruturas envolvidas, bem como na minimização dos custos de fabricação (e possivelmente de compra) dessas mesmas estruturas. O sistema da invenção pretende viabilizar projetos atualmente inviáveis do ponto de vista técnico-econômico.

[0007] Em operações com dutos degradados (principalmente descomissionamento), a invenção fornece uma alternativa que permite o manuseio desses dutos de forma segura sem considerar o estado de integridade, uma vez que o duto será enrolado em uma bobina, e a bobina proverá o suporte estrutural para o duto durante o içamento. Riscos operacionais relativos ao rompimento da catenária ou perda de estanqueidade são minimizados, inclusive os riscos ambientais (em caso de perda de estanqueidade pode haver vazamento de óleo ou resíduos radioativos - NORM).

[0008] Em operações com dutos sem conectores (dutos cortados), situação problemática para PLSVs, a invenção elimina a necessidade de equipamentos especiais, pois para baixas catenárias a carga será igualmente baixa, viabilizando o uso de equipamentos de amarração simples baseados em atrito,

como dedo chinês, e outros equipamentos, como *clamps*, disponíveis comercialmente. O recolhimento em si seria idêntico aos demais.

[0009] O documento WO2013172706A1 revela um método de lançamento de tubulações submarinas. O método compreende as etapas de construir uma seção da tubulação pela união de duas seções menores, posicionar a seção construída da tubulação em uma superfície de armazenamento submarina, e recolher a seção da tubulação do mar, enrolando-a na bobina do navio.

[0010] O documento WO2014209129A1 revela uma plataforma semissubmersível para lançamento de dutos flexíveis submarinos e um método para o lançamento.

[0011] O documento US8608406B2 revela uma bobina de armazenamento de tubos enrolados com um eixo cilíndrico oco de grande diâmetro, estruturas de suporte do eixo do enrolador instaladas no recipiente, e um arranjo de acionamento do enrolador montado no recipiente.

[0012] Os documentos do Estado da Técnica se afastam da presente invenção por não revelarem um método de lançamento ou recolhimento de dutos flexíveis submarinos em que uma bobina é lançada por um guincho até uma determinada profundidade do leito marinho, para que a referida bobina gire para enrolar ou desenrolar a tubulação submarina, recolhendo-a do fundo mar ou lançando-a no fundo do mar.

Objetivo da invenção

[0013] É um objetivo da invenção permitir a simplificação de estruturas flexíveis, viabilizando a utilização de estruturas mais simples em relação a resistência e custo, e ao uso de materiais CRA mais adequados à agressividade do fluido produzido.

[0014] É ainda um objetivo da invenção possibilitar o recolhimento de estruturas degradadas, ao minimizar as cargas atuantes nessas estruturas.

[0015] É ainda um objetivo da invenção permitir a redução no dimensionamento de *end-fittings*, permitindo assim o bobinamento de tramos conectados.

Descrição Resumida da Invenção

[0016] De forma a alcançar os objetivos acima descritos, a presente invenção compreende um método de lançamento consistindo em descer um sistema *reel drive*, adequadamente marinizado, até uma distância fixa do leito marinho, próxima de 50m (suficiente para não colidir com obstáculos e sistemas submarinos) minimizando, dessa forma, a catenária formada durante o lançamento ou recolhimento.

[0017] O equipamento proposto é capaz de rotacionar bobinas padrão contendo dutos flexíveis e umbilicais, com controle de rotação e torque, bem como controle das extremidades do flexível (através de sistema de guincho auxiliar), projetado para que todo o sistema seja içado por guinchos a partir de uma embarcação e descido até uma profundidade de trabalho, próxima ao leito marinho. A partir daí, inicia-se o lançamento, com apoio exclusivo de ROV, formando uma catenária extremamente reduzida (50m ou menos).

Breve Descrição dos Desenhos

[0018] A presente invenção será descrita com mais detalhes a seguir, com referência às figuras em anexo que, de uma forma esquemática e não limitativa do escopo inventivo, representam exemplos de realização desta. Nos desenhos, têm-se:

1. A Figura 1, a qual ilustra de maneira esquemática o método de *Reel Drive* Submarino para recolhimento e lançamento de dutos e umbilicais proposto nesta invenção;
2. A Figura 2, a qual ilustra detalhes do sistema da invenção, sendo estes: bobina (1), sistema de motorização e transmissão de torque (*drive*) (2), flutuadores (3), *thrusters* para posicionamento dinâmico (4), estrutura para suporte do sistema (estão ocultos olhais de içamento e cabeamento) (5).

Descrição Detalhada da Invenção

[0019] Abaixo segue descrição detalhada de uma concretização preferida da presente invenção, de cunho exemplificativo e de forma nenhuma limitativo. Não

obstante, ficarão claras para um técnico no assunto, a partir da leitura desta descrição, possíveis concretizações adicionais da presente invenção ainda compreendidas pelas características essenciais e opcionais abaixo.

[0020] A presente invenção substitui totalmente PLSVs para os processos de interligação submarina, incluindo *risers* no caso em que estes possam ser pré-lançados, pois permite o pré-lançamento e, posteriormente, pescaria de extremidade e *pull-in*. A estrutura da embarcação necessária poderia facilmente incluir mecanismos para desmobilizar também equipamentos submarinos por cabo, como o SESV opera, aumentando a carteira de serviços que uma mesma embarcação atenderia. Esta embarcação seria naturalmente menos complexa que um PLSV convencional, o que poderia indicar uma redução da taxa diária.

[0021] A necessidade de PLSVs convencionais ainda é necessária para lançamentos de *risers* em caso de *pull-in* de primeira extremidade, ou em caso de lançamentos e recolhimentos com flutuadores, já que esses dois cenários exigem o lançamento dinâmico de trechos verticais, o que não seria suportado pelo sistema *Reel Drive Submarino*. Porém, com a presente invenção, elimina-se boa parte dos problemas identificados para serviços de desmobilização, que atualmente não possuem solução que atenda a todos os pré-requisitos necessários.

[0022] O sistema de lançamento da invenção consiste na marinização da bobina do sistema *Reel Drive*, incluindo flutuadores para manter o peso do sistema (sem dutos) neutro, e motores (*thrusters*), bem como um sistema de controle de posição semelhante a um DP (*Dynamic Positioning*), para permitir sua operação submarina. O equipamento é capaz de substituir com inúmeros ganhos a torre de lançamento, que é um equipamento de grande porte e extremamente caro.

[0023] Em uma embarcação com *moonpool* localizado em posição central, todo o sistema desceria à profundidade de trabalho apoiado em seus 4 vértices por cabos de guinchos (ou equivalentes) partindo da plataforma.

[0024] O sistema proposto conta com flutuadores, para manter o peso do equipamento como neutro, ou próximo disso, e minimizar a carga sobre os cabos dos guinchos. O sistema desce até uma distância de 20 a 50m do leito submarino, onde seu posicionamento é mantido e controlado por um sistema de DP, baseado em sensores de posicionamento, de forma equivalente à atualmente encontrada em ROVs convencionais. Junto com os cabos de guincho, desce um umbilical que provê o equipamento com potência (hidráulica e elétrica) proveniente da embarcação, a fim de alimentar os motores e sensores do equipamento. Um (ou mais) ROV é utilizado para auxiliar a ancoragem da extremidade do flexível a ser lançado no solo marinho, possivelmente com uso de peso morto, que pode estar previamente instalado na bobina, ou sistema de ancoragem. A partir desse momento, com a extremidade ancorada, o lançamento ou recolhimento é iniciado, com acionamento do dispositivo de bobinamento, girando a bobina e desenrolando ou enrolando o flexível. O lançamento é controlado diretamente da embarcação, como um ROV, e mantido no *track* pelo sistema de posicionamento, com controle visual por câmeras. Após esgotar a bobina, o equipamento é içado, sendo a bobina substituída por outra bobina estocada no navio, permitindo a continuidade do processo.

[0025] A invenção aqui proposta traz grandes ganhos e vantagens ao procedimento de lançamento e recolhimento de linhas flexíveis. Ela elimina o contato direto de pessoal com dutos tracionados, resolvendo praticamente em sua totalidade os perigos de segurança associados ao processo de lançamento ou recolhimento. Elimina também a necessidade da torre de lançamento, que é considerada o maior risco de PLSVs (queda de objetos, operação sob carga). Elimina os entraves técnicos devidos aos limites de materiais no projeto de dutos submarinos para o Pré-Sal, uma vez que não há a necessidade de uso de dutos rígidos cladeados no Pré-Sal, item de baixo custo de fabricação.

[0026] Com a presente invenção é possível recolher dutos degradados, minimizando, inclusive, o vazamento de óleo/água oleosa durante o recolhimento, pois o duto é recolhido em uma bobina, que restringe o fluxo (forma

sifões) e não em uma catenária com extremidades abertas, ou em pedaços, após cortes sucessivos.

[0027] A invenção traz ainda ganhos econômicos, minimizando a taxa diária da embarcação, substituindo PLSVs por embarcações com menor necessidade de pessoal a bordo e menos equipamentos em convés. Otimiza os dutos flexíveis utilizados para o Pré-Sal, reduzindo potencialmente seu custo e o número de intervenções necessárias ao longo de sua vida útil. Viabiliza economicamente a recuperação de dutos degradados em projetos de desmobilização. Agiliza significativamente operações de recolhimento de dutos degradados, ao eliminar a necessidade de sucessivos cortes com ROV. Promove significativa redução do custo associado à aquisição de dutos flexíveis do tipo *flowline* (pois não precisam mais ser dimensionados para suportar as cargas de instalação).

Reivindicações

1. SISTEMA SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, caracterizado por compreender uma bobina (1) marinizada, um sistema de motorização e transmissão de torque (*drive*) (2), pelo menos um flutuador (3), pelo menos um motor (*thruster*) (4), uma estrutura para suporte do sistema (5), um sistema de DP (*Dymamic Positioning*), e sensores de posicionamento.
2. SISTEMA SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo flutuador (3) manter o peso do sistema (sem dutos) neutro.
3. SISTEMA SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por possuir controle visual por câmeras para o lançamento ou recolhimento.
4. MÉTODO DE RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, utilizando o sistema conforme definido na reivindicação 1, caracterizado por compreender as seguintes etapas:
 - a. Descer o sistema até uma profundidade de trabalho;
 - b. Descer um umbilical para prover o equipamento com potência (hidráulica e elétrica) proveniente da embarcação;
 - c. Ancorar a extremidade do duto flexível no leito marinho;
 - d. Acionar o dispositivo de bobinamento;
 - e. Lançar ou recolher o duto flexível;
 - f. Após esgotar a bobina, içá-la;
 - g. Substituir por outra bobina.
5. MÉTODO DE RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que na etapa a) o sistema desce apoiado em

seus 4 vértices por cabos de guinchos (ou equivalentes) partindo da plataforma.

6. MÉTODO DE RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que na etapa a) o sistema desce até uma distância de 20 a 50m do leito submarino.
7. MÉTODO DE RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo controle da descida e o posicionamento serem realizados por um sistema de DP.
8. MÉTODO DE RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pela operação de lançamento ou recolhimento ser controlada diretamente da embarcação e mantida no *track* pelo sistema de posicionamento dinâmico (DP).

Desenhos

Figura 1

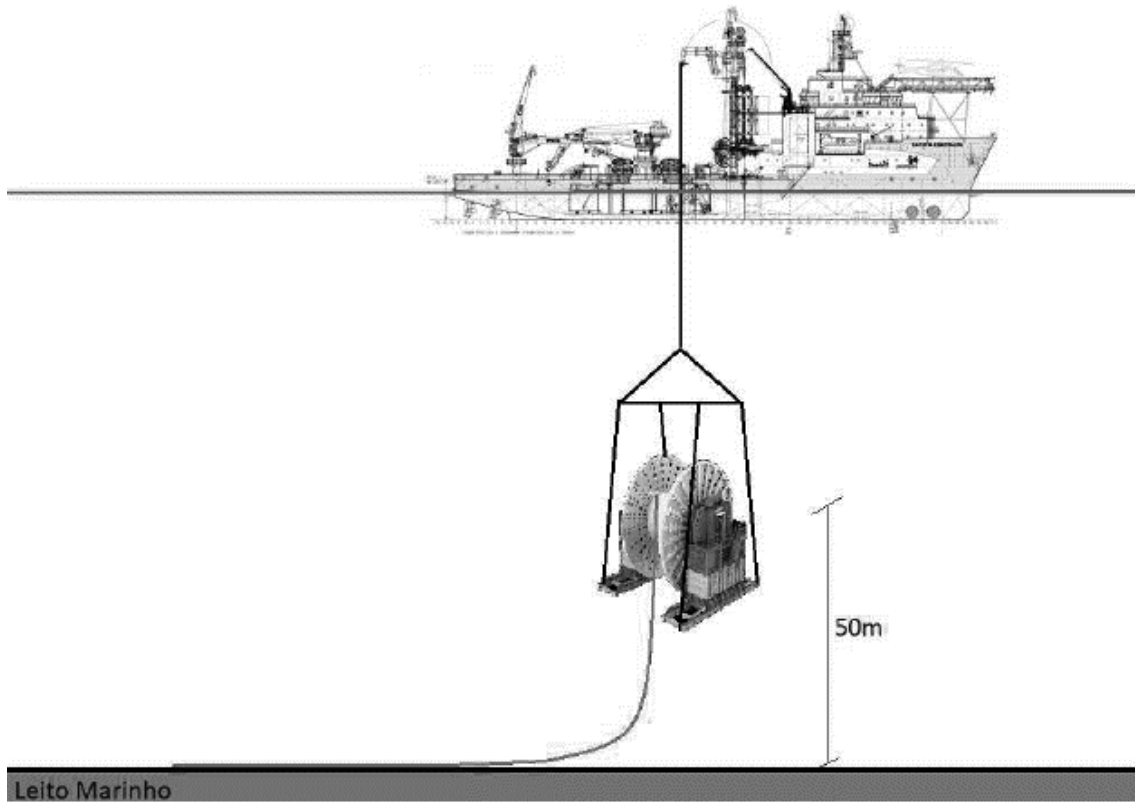
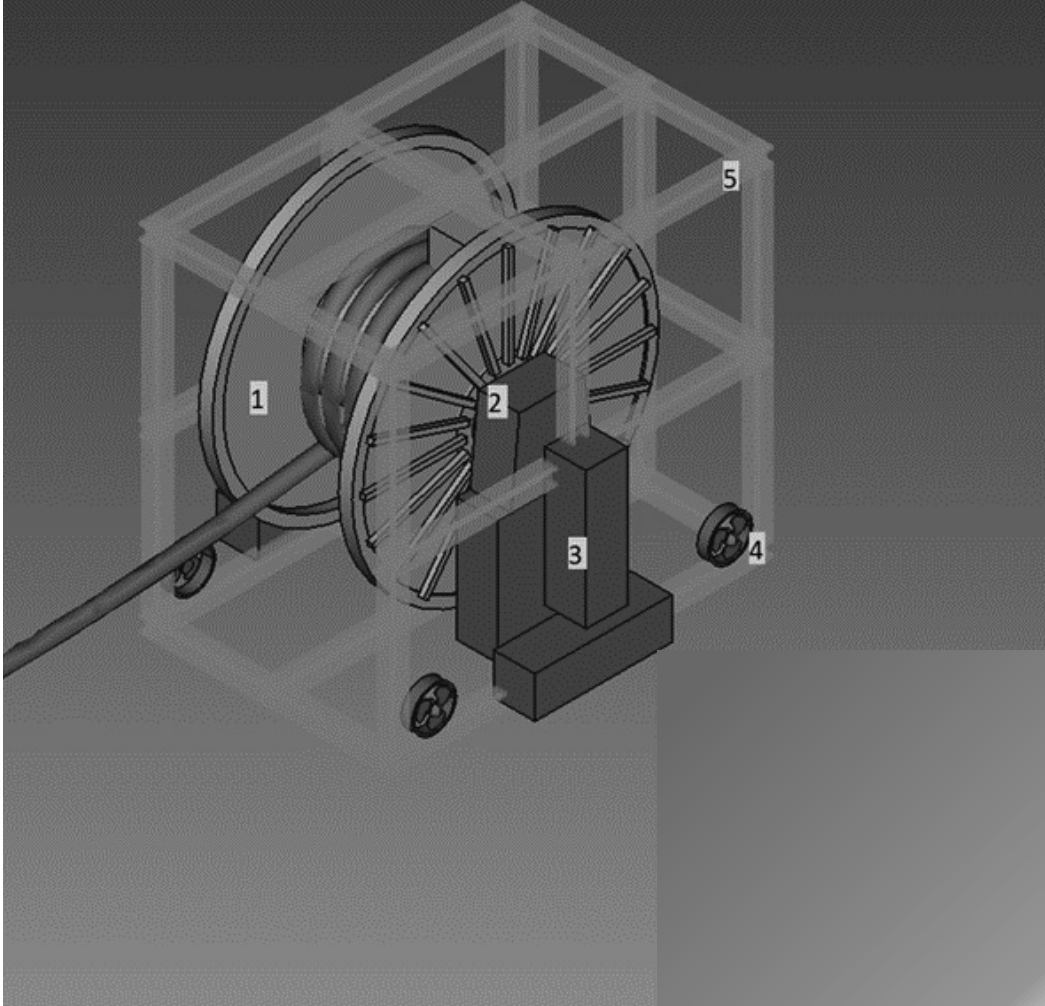


Figura 2



Resumo**“SISTEMA E MÉTODO DE REEL DRIVE SUBMARINO PARA RECOLHIMENTO E LANÇAMENTO DE DUTOS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS”**

A presente invenção consiste em um método de lançamento consistindo em descer um sistema *reel drive*, adequadamente marinizado, até uma distância fixa do leito marinho, próxima de 50m (suficiente para não colidir com obstáculos e sistemas submarinos) minimizando, dessa forma, a catenária formada durante o lançamento ou recolhimento.

O equipamento proposto é capaz de rotacionar bobinas padrão contendo dutos flexíveis e umbilicais, com controle de rotação e torque, bem como controle das extremidades do flexível (através de sistema de guincho auxiliar), projetado para que todo o sistema seja içado por guinchos a partir de uma embarcação e descido até uma profundidade de trabalho, próxima ao leito marinho.