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

(19) Organização Mundial da Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional

(43) Data de Publicação Internacional
09 de Março de 2023 (09.03.2023)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicação Internacional
WO 2023/028680 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes:
E21B 19/00 (2006.01) *E16L 37/092* (2006.01)
E21B 43/01 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional:
PCT/BR2022/050345

(22) Data do Depósito Internacional:
31 de Agosto de 2022 (31.08.2022)

(25) Língua de Depósito Internacional: Português

(26) Língua de Publicação: Português

(30) Dados Relativos à Prioridade:
1020210173440
31 de Agosto de 2021 (31.08.2021) BR

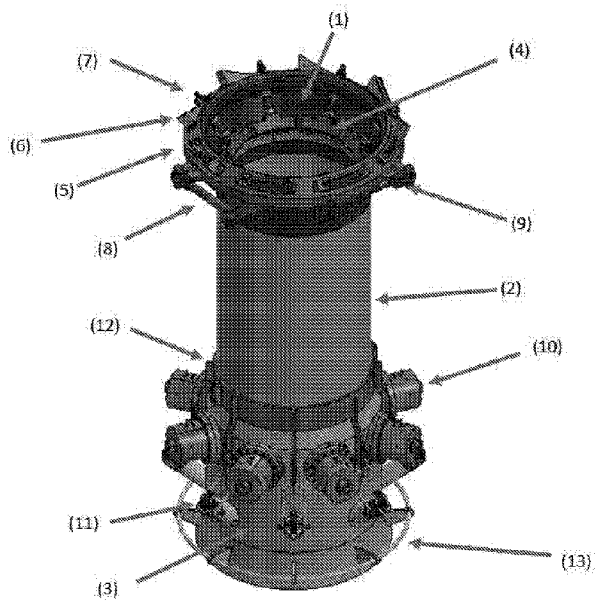
(71) Requerente: **PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS** [BR/BR]; AV. REPÚBLICA DO CHILE, N.65, CENTRO, 20031912 RIO DE JANEIRO, RJ (BR).

(72) Inventores: **DOS REIS, Bruno Pinho**; Rua Jangadeiros, 42 -Ap 704, Ipanema, 22420-010 Rio de Janeiro, RJ (BR). **MEDEIROS, Jorge Gomes de Melo**; Av. Vice Presidente José de Alencar, 1400, Jacarepaguá, 22775-033Rio de Janeiro, RJ (BR). **RECKZIEGEL, Gilnei**; Rua Marlo da Costa e Souza, 185 apto 2205 bloco 1, Barra da Tijuca, 22790-735 Rio de Janeiro, RJ (BR). **FERREIRA, Roberto Pereira**; Rua Bento Lisboa, 106, BL. Santa Teresa, Ap. 506, Catete, 22221-011 Rio de Janeiro, RJ (BR). **DE BRITO, Raphael Moreira**; Av. Jornalista Alberto Francisco Torres, 55, bloco 2, Icaraí, 24230-000 Rio de Janeiro, RJ (BR). **FERREIRA, Claudio Violante**; Rua Itacuruça 119/ apt 902, Tijuca, 20510-150 Rio de Janeiro, RJ (BR). **DE**

(54) **Title:** DIVERLESS UNIFIED SUPPORT TUBE

(54) **Título:** TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS

Figura 8



(57) **Abstract:** The present invention describes a riser support completely integrated in the riser platform of an FPSO, for both rigid and flexible risers. The basic concept of this new riser support is so versatile that it allows the use of rigid or flexible risers with various inner diameters and that can be connected on the port side or the starboard side. The diverless unified support tube (TSUDL) according to the invention is characterised in that it comprises a top cone (1), a guide tube (2) and a centring device (3) for centring the hang-off adapter and locking the bend stiffener (11). The use of the TSUDL can reduce the length of rigid ducts of the subsea assembly, since it allows connections by keel hauling, besides optimising rigid riser interconnection operations and accelerating the ramp-up of new stationary production units.

WO 2023/028680 A1

(Continua na página seguinte)

MELLO, Flavio Barroso; Rua Marques de Abrantres, 171, ap.501, Flamengo, 22230-060 Rio de Janeiro, RJ (BR).

(74) **Mandatário: CLARKE MODET PROPRIEDADE INTELECTUAL LTDA**; Rua Evaristo da Veiga, 65, salas 1401 e 1402, Centro, 20031-040 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

Publicado:

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

— *em preto e branco; o pedido internacional tal como depositado contém cores ou níveis de cinza e pode ser baixado do PATENTSCOPE*

(57) Resumo: A presente invenção apresenta um suporte para risers completamente integrado ao Balcão de Risers de um FPSO, que atenda tanto aos risers rígidos quanto aos flexíveis. O conceito base estabelecido para este novo suporte de risers apresenta uma versatilidade que permite a utilização de risers flexíveis ou rígidos com alguma variação em seus diâmetros internos e que a interligação possa ser realizada por bombordo ou boreste. O Tubo Suporte Unificado Diverless (TSUDL), objeto desta invenção, é caracterizado por compreender um cone superior (1), um tubo guia (2) e um centralizador (3), responsável pela centralização do hang-off adaptor e travamento de enrijecedor de curvatura (11). A aplicação do TSUDL pode promover a redução de comprimento de dutos rígidos do arranjo submarino por permitir interligações por keelhauling, além de viabilizar a otimização da campanha de interligação de risers rígidos e a aceleração do Ramp-up das novas UEPs.

"TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS"

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção está baseada no desenvolvimento de uma solução para suportação de *risers* rígidos e flexíveis.

Descrição do Estado da Técnica

[0002] O desenvolvimento da produção no Pré-Sal tem sido realizado com utilização de *risers* rígidos e conceitos de suportação de *risers* que permitam a definição ambas as tecnologias no mesmo FPSO, tais como, por exemplo, o balcão duplo.

[0003] A possibilidade de fabricação em série de cascos de FPSOs replicantes para o polo Pré-Sal evidenciou a necessidade de tornar adequados os sistemas de suportação dos *risers* a uma condição operacional ainda com incertezas. A generalização do contexto estrutural e operacional, de forma a permitir que uma UEP pudesse ser fabricada antes mesmo da definição completa do arranjo de fundo de um campo de produção, levou ao desenvolvimento pela Petrobras da Boca de Sino Multifuncional – BSMF.

[0004] O conceito base estabelecido para este novo dispositivo de suportação de *risers* foi que a BSMF visava, entre outras características, a versatilidade de permitir a utilização de *risers* flexíveis ou rígidos com alguma variação em seus diâmetros internos, e que a interligação pudesse ser realizada por bombordo ou boreste da UEP. Uma visão geral da BSMF e seus principais componentes está representada Figura 1. A interface da BSMF com a terminação de topo do *riser* depende da tecnologia adotada (*riser* rígido ou flexível), sendo que o travamento dos *risers* rígidos é feito pela parte superior, e a dos flexíveis, pela inferior.

[0005] No caso da suportação de *risers* flexíveis, o travamento do bend stiffener é realizado adotando o mesmo conceito bocas de sino da série BSN300 (US005947642A), sendo o capacete do bend stiffener travado por dogs (Figura 2) e a tração do *riser* ancorada pelo hang-off no *upper balcony* (balcão de *riser* superior) do FPSO.

[0006] No caso da suportação de *risers* rígidos, foi desenvolvido um novo conceito (Figura 3), no qual a BSMF pode ser considerada como uma primeira abordagem de Tubo Suporte, onde a terminação de topo do *riser*, comumente denominada de "*hang-off adaptor*", contém uma junta flexível ou *stressjoint* acoplada em sua parte inferior. A tração do *riser* é ancorada no cone superior da BSMF, sendo esse esforço transmitido por cunhas que, no estágio de desenvolvimento inicial do conceito da BSMF, seriam instaladas por mergulho raso. Os esforços laterais oriundos do *riser* seriam suportadas pelo anel de travamento, também destacado na Figura 3.

[0007] Durante o detalhamento do *hang-off adaptor* para o FPSO Cidade de Ilhabela, foram observadas algumas dificuldades ao projeto não identificadas durante a fase conceitual de desenvolvimento da BSMF. A primeira questão proibitiva, sendo exigida a modificação do projeto, foi a constatação de que, por questões de segurança, o mergulhador não poderia instalar as cunhas, pois sua mão ficaria posicionada entre a BSMF e o *riser* tensionado pelo cabo de *pull-in*, situação considerada de risco inaceitável.

[0008] A solução encontrada para este problema foi o desenvolvimento de cunhas articuladas para o FPSO Cidade de Ilhabela (WO2017/034409 A1). Porém, essa solução não pode ser aplicada efetivamente nos FPSOs replicantes, pois este dispositivo tem dimensões incompatíveis com balcão de suportação de *risers* dos replicantes, possuindo este um espaço bastante restrito para instalação da BSMF. Além disso, o dispositivo pode exigir bastante atividade de mergulho para sua operação; em particular, para os procedimentos de *pull-out*.

[0009] Outro ponto importante, observado durante a interligação de *risers* rígidos ao FPSO Cidade de Ilhabela, foi que o sistema de *gap compensator* (Figura 4), que correspondente ao "anel de travamento" no conceito original da BSMF (Figura 3), apesar de ser capaz de realizar o travamento lateral do *hang-off adaptor*, permitindo assim a transmissão do esforço cortante proveniente do

riser, não garante a supressão completa do desalinhamento da instalação do *riser* e seu acionamento depende de operação de mergulho.

[0010] Com base no exposto acima, observa-se que o conceito de Tubo Suporte (BSMF ou tubo suporte do FPSO Cidade de Ilhabela), embora viável e com algumas vantagens para a operação de *pull-in* (como por exemplo, não necessitar de cabos auxiliares para permitir a instalação), traz complexidades para o sistema de suportação de *risers* rígidos. Com isso, decidiu-se que o suporte do tipo receptáculo deveria ser o padrão para a interligação de *risers* rígidos devido à sua simplicidade.

[0011] Posteriormente, com o objetivo de promover a competitividade entre *riser* rígidos e flexíveis, foi adotado o conceito de balcão duplo, na qual a primeira camada é composta de uma boca de sino para suportação de flexíveis e na segunda camada o receptáculo para os *risers* rígidos, tal qual exposto na Figura 5.

[0012] O padrão apresentado na Figura 5 apresentou dificuldades para implementação quando foi identificada a necessidade de uma grande quantidade de interligações por *keelhauling* em determinadas UEPs. Para o caso da interligação de *risers* flexíveis, a solução de Boca de Sino é bastante independente da direção do *riser*, seja por bordo direto ou por *keelhauling*. Entretanto, para *risers* rígidos, a solução padrão de suportação em receptáculo exigiria uma grande varanda no *upper riser balcony* para viabilizar o processo de *pull-in* (Figura 6), o que foi avaliado como incompatível para aplicação nos novos projetos de FPSOs.

[0013] O *Riser Modular Support Tube* (RMoST) (Figura 7) foi desenvolvido como o *Minimum Viable Product* (MVP) para viabilizar a interligação de *risers* rígidos por *keelhauling*, com um impacto mínimo no projeto de um FPSO, contemplando um duplo tubo flangeado – tubo guia. Em cada uma das extremidades flangeadas, equipamentos próprios para a suportação do *riser* rígido devem ser conectados, conceito este que define o seu caráter modular. No flange superior, um dispositivo denominado Cone Superior é conectado,

contemplando um sistema de cunhas deslizantes para travamento da terminação de topo do *riser* e posterior suportação da carga de tração do *riser* (BR 10 2020 010231-1). No flange inferior, um dispositivo denominado centralizador é conectado, sendo este responsável pelo travamento lateral, apresentando função correspondente ao anel de travamento do conceito da BSMF (ver Figura 3) e a consequente estabilização da terminação de topo do *riser*.

[0014] A maior limitação identificada na utilização do RMoST é que este é um suporte dedicado somente para a interligação de *risers* rígidos. A utilização de dupla camada contemplando boca de sino e RMoST, semelhante ao conceito apresentado na Figura 5, foi considerada inviável por incompatibilidade de requisitos desses dois tipos de suportes dedicados. Por requisitos de suportação de *riser* flexível em Bocas de Sino, o RMoST precisaria ficar na camada externa, tal qual para o Receptáculo indicado na Figura 5, o que levaria também a uma grande varanda no *Upper riser balcony* para realização de *pull-in* no RMoST.

[0015] Tal limitação indicou a necessidade de desenvolvimento de um novo suporte híbrido (*risers* rígidos e flexíveis) para as futuras UEPs. Além da necessidade de flexibilização de tecnologia de *risers*, há também o objetivo de aumentar o nível de segurança nas operações submarinas, retirando ao máximo o mergulhador de tarefas de alta periculosidade, permitindo também operações de interligações de *risers* em condições meteoceanográficas mais adversas, aumentando a produtividade das embarcações instaladoras de *risers* pela eliminação de operações simultâneas com o mergulho raso. Essas motivações levaram ao desenvolvimento do Tubo Suporte Unificado Diverless – TSUDL – cuja solução, foco desta invenção, será descrita a seguir.

[0016] O documento WO2019232605A1 revela um sistema de acoplamento entre um enrijecedor de curvatura e uma boca de sino compreendendo uma pluralidade de mecanismos de travamento, onde cada mecanismo de travamento é fixado externamente à boca de sino, contendo ainda uma lingueta móvel posicionada de modo inclinado para baixo, em que a lingueta acessa o interior da boca de sino e é acionada por um elemento elástico adaptado para

exercer pressão na lingueta no sentido do interior da boca de sino. Ademais, o mecanismo de travamento compreende um bloco de reação (35) no qual o elemento elástico (34) é assentado.

[0017] O documento WO2021048592A1 revela um suporte para *riser* rígido que possui mecanismos de travamento, compreendendo uma ou mais porções de lingueta salientes para dentro de uma superfície interna da parede lateral anular e adaptadas para cooperar com as porções de gancho correspondentes formadas numa superfície externa do adaptador de acoplamento, de modo a produzir um acoplamento em forma entre as porções de lingueta e as porções de gancho. Além disso, o suporte também apresenta uma estrutura em formato semelhante a um "carretel".

[0018] O documento US20070056741A1 revela um suporte de um *Steel Catenary Riser* (SCR) sobre uma estrutura flutuante, compreendendo um receptáculo ligado à estrutura flutuante; um tubo flexível de suporte que envolve o SCR e dimensionado de forma a suportar o SCR, permitindo ao mesmo tempo que o SCR se dobre, um mecanismo pivotante no tubo de suporte que fixa o tubo de suporte no receptáculo, de forma a permitir que o tubo de suporte gire em relação à estrutura flutuante. Além disso, o mecanismo pivotante inclui um mecanismo de travamento que é operado de forma seletiva para travar o mecanismo pivotante dentro do receptáculo.

[0019] As anterioridades apresentadas não fornecem um dispositivo de suportação de *risers* capaz de ser versátil e permitir a utilização de *risers* flexíveis e/ou rígidos com variação de diâmetros internos.

[0020] Diante das dificuldades presentes no Estado da Técnica citado acima, para soluções de suportação de *risers* flexíveis e/ou rígidos, surge a necessidade de desenvolver uma tecnologia capaz de apresentar um desempenho eficaz e que esteja em acordo com as diretrizes ambientais e de segurança. O Estado da Técnica citado acima este não possui as características únicas da presente invenção que serão apresentadas detalhadamente a seguir.

Objetivo da invenção

[0021] É um objetivo da invenção fornecer um dispositivo de suportação de *risers* capaz de ser versátil e permitir a utilização de *risers* flexíveis e/ou rígidos com variação de diâmetros internos.

Descrição Resumida da Invenção

[0022] A presente invenção apresenta um suporte para *risers*, completamente integrado ao Balcão de *Risers* do FPSO, que atenda tanto aos *risers* rígidos quanto aos flexíveis.

[0023] O conceito base estabelecido para este novo sistema de suportação de *risers* apresenta uma versatilidade que permite a utilização de *risers* flexíveis e/ou rígidos com alguma variação em seus diâmetros internos e que a interligação pode ser realizada por bombordo ou boreste da UEP.

[0024] De um modo geral, o Tubo Suporte Unificado Diverless (TSUDL) (Figura 8) é dotado de um cone superior (1), um tubo guia (2) e um centralizador (3).

Breve Descrição dos Desenhos

[0025] 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 sua realização. Nos desenhos, têm-se:

- A Figura 1 ilustrando a visão geral da BSMF, como conhecida no Estado da Técnica;
- A Figura 2 ilustrando a suportação de *risers* flexíveis em BSMF, como conhecida no Estado da Técnica;
- A Figura 3 ilustrando o conceito preliminar de suportação de *risers* rígidos em BSMF, como conhecido no Estado da Técnica;
- A Figura 4 ilustrando o *gap compensator* – eliminador de folgas do *hang-off adaptor* para o FPSO Cidade de Ilhabela;
- A Figura 5 ilustrando o conceito de balcão duplo adotado como padrão na Petrobras;

- A Figura 6 ilustrando o sistema de suportação de *risers* inicialmente proposto. À esquerda, balcão duplo considerando Boca de Sino e Receptáculo, e à direita, interligação de *riser* rígido por *keelhauling*, o que demanda uma grande varanda para o sistema de *pull-in*;
- A Figura 7 ilustrando uma visão geral do RMoST;
- A Figura 8 ilustrando uma visão geral do TSUDL;
- A Figura 9 ilustrando o TSUDL integrado ao Balcão de *Risers* Inferior;
- A Figura 10 ilustrando uma vista em corte do TSUDL e sua configuração em relação ao costado do FPSO;
- A Figura 11 ilustrando o cone superior do TSUDL;
- A Figura 12 ilustrando uma visão geral da terminação de topo do *riser* rígido acoplada ao TSUDL;
- A Figura 13 ilustrando um detalhe do Módulo de Travamento Lateral (MTL);
- A Figura 14 ilustrando o capacete do *riser* flexível suportado pelo TSUDL;
- A Figura 15 ilustrando o sistema de travamento do enrijecedor de curvatura.

Descrição Detalhada da Invenção

[0026] 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 da descrição, possíveis concretizações adicionais da presente invenção ainda compreendidas pelas características essenciais e opcionais desta.

[0027] A Figura 8 mostra uma visão geral do Tubo Suporte Unificado Diverless (TSUDL). Assim como no RMoST, o TSUDL pode ser separado em três macro componentes: o cone superior (1), responsável pela suportação do *riser* rígido, o tubo guia (2), responsável por promover a integração com o *riser balcony* do FPSO (ver Figura 9), e um centralizador (3), responsável pela centralização do *hang-off adaptor* na suportação do *riser* rígido, através do MTL (10), e por conter o sistema de travamento de enrijecedor de curvatura (11).

[0028] Conforme comentado anteriormente, o TSUDL foi desenvolvido como uma solução única completamente integrada ao projeto do Balcão de *Riser* do FPSO (Figura 9 e Figura 10). Isso levou a uma grande redução do comprimento total do TSUDL em relação ao RMoST, com ordem grandeza semelhante à da BSMF, o que permitiu compatibilidade com os requisitos de suportação de *risers* flexíveis.

[0029] Para a suportação de *risers* rígidos, o cone superior inicialmente projetado para o RMoST foi aprimorado, tornando-o automatizado, e o sistema de centralizador (3) foi aprimorado pela inclusão de Módulos de Travamento Lateral – MTL (10), sistemas hidráulicos que estabilizam os esforços laterais do *riser* rígido. Para a suportação de *risers* flexíveis, o TSUDL considerou uma adaptação da Boca de Sino Diverless - BSDL (BR 10 2018 011452-2), considerando a utilização de seu sistema de travamento de enrijecedor de curvatura (11). Maiores detalhes de cada um dos componentes da invenção serão apresentados a seguir.

[0030] Conforme conceito inicial estabelecido pela BSMF, o TSUDL considera dois macros componentes para a suportação de *riser* rígido: um cone superior (1) e seus subcomponentes para a suportação da tração do *riser*, e um Módulo de Travamento Lateral – MTL (10) para fornecer o travamento lateral do *riser*.

[0031] Com elementos principais semelhante ao cone superior do RMoST, o cone superior (1) do TSUDL foi aprimorado principalmente na automação do sistema e consequente redução na necessidade de intervenção humana; isto é, tornando o cone superior (1) um dispositivo *diverless*.

[0032] Uma melhor visualização do Cone Superior (1) está apresentada na Figura 11. A efetiva suportação da tração do *riser* é realiza por cunhas (4). Durante a operação de *pull-in*, a terminação de topo do *riser* (15) efetua um contato com as cunhas (4) em sua parte inferior, e estas deslizam através do cone superior (1) em um movimento ascendente guiado por hastes (7), retornando para sua posição de trabalho pelo efeito da gravidade e por força de

molas (14). Com o posterior assentamento da terminação de topo do *riser* (15) sobre as cunhas (4), a suportação da tração do *riser* está concluída (Figura 12).

[0033] Com a operação descrita no parágrafo 0032, apesar da tração do *riser* estar segura, a terminação de topo do *riser* (15) está suportada de maneira instável, e movimentos dinâmicos do FPSO ocasionariam um movimento relativo entre o *riser* e o TSUDL. Para a estabilização lateral, uma série de módulos de travamento lateral (10) são atuados hidraulicamente, ou por ROV/mergulhador para eliminar a folga com a terminação de topo do *riser* (15), suportando assim o *riser* de forma segura. O MTL (10) (Figura 13) consiste em um mandril cônico que, ao avançar em direção ao centro do TSDUL, comprime quatro sapatas contra o anel externo, resultando no travamento do conjunto em qualquer posição no curso de aproximação, independentemente de pressão hidráulica.

[0034] Em uma operação de *pull-out*, a coroa porta cames (5) é rotacionada em seu eixo coincidente do cone superior (1). Esse movimento é prioritariamente executado pelo atuador hidráulico (8), componente residente no projeto do TSUDL, ou alternativamente pelo atuador de ROV (9), ferramenta que pode ser instalada pelo ROV em caso de falha do primeiro método de atuação, ou por qualquer outra dificuldade. Com a rotação a coroa porta cames (5), os cames (6) promovem a ação de puxamento da haste (7), retraindo assim as cunhas (4) e permitindo a remoção da terminação de topo do *riser* (15).

[0035] É importante ressaltar, ainda, que a operação descrita no parágrafo 0034 pode também trazer ganho para as operações de *pull-in*, pois permite realizar o teste prévio de funcionamento do mecanismo automático de deslizamento das cunhas (4) através do contato direto com a terminação de topo do *riser* (15), garantindo que não há nenhum impedimento para o deslizamento dos componentes, como por exemplo, a presença de incrustações. Alternativamente, esse mesmo mecanismo pode substituir a atuação primária no *pull-in* de mecanismo automático; ou seja, o sistema hidráulico (8) pode atuar para que as cunhas (4) estejam previamente retraídas, evitando qualquer contato com a terminação de topo do *riser* (15) durante a operação de *pull-in*.

[0036] Retornando para a operação de *pull-out*, em caso de falha de atuação da coroa porta cames (5), cada uma das hastes (7) contém um olhal na sua posição posterior para que as cunhas (4) sejam retraídas separadamente.

[0037] Com o conceito anterior de *dog*s adotado na BSMF, observa-se que o mergulho raso estava envolvido em todas as etapas da operação de *pull-in.* Entretanto, a etapa mais crítica é o instante do acoplamento do enrijecedor de curvatura na boca de sino, pois este atua em paralelo com o PLSV. As condições ambientais limites do PLSV são consideravelmente maiores quando comparadas ao limite para o mergulho raso. E como as condições ambientais nas locações do Pré-Sal são mais severas, observa-se um considerável Tempo Não Produtivo (TNP) do PLSV em condições favoráveis para efetuar o lançamento do duto flexível, mas não para permitir a operação de suporte do mergulho raso.

[0038] O conceito desenvolvido nesta invenção, para a suportação de *risers* flexíveis, é similar ao conceito da BSDL (BR 10 2018 011452-2), onde foi identificado que novos projetos de bocas de sino não deveriam alterar significativamente os procedimentos de *pull-in* adotados na Petrobras.

[0039] O conceito de travamento do enrijecedor de curvatura é bastante semelhante aos projetos de bocas de sino anteriores. As principais alterações desta invenção foram a definição de uma geometria otimizada de conexão e um sistema de travamento mais eficiente, tendo ambas as inovações o objetivo de reduzir as cargas associadas ao processo de conexão do enrijecedor de curvatura na boca de sino e diminuir as atividades de mergulho. A suportação de um capacete de enrijecedor de curvatura (16) no TSUDL está representada na Figura 14.

[0040] Os componentes principais do sistema de travamento de enrijecedor de curvatura (11) do TSUDL estão apresentados na Figura 15, sendo mostradas uma vista externa (esquerda) e uma vista em corte (direita), indicando detalhes internos do mecanismo. A suportação do capacete de enrijecedor de curvatura (16) é realizada por linguetas (17), sendo estas e todo o mecanismo de travamento confinados no interior de um bloco denominado porta linguetas (18).

Durante a operação de *pull-in*, as linguetas (17) retraem para a passagem do capacete (16), e seu retorno automático para a posição estendida é efetuado por molas (19) acomodadas no bloco de reação (20).

[0041] A vantagem significativa desse mecanismo é que não é necessária nenhuma atuação de mergulho raso para travar as linguetas (17) após o término da operação de *pull-in*, enquanto nos modelos anteriores de bocas de sino era necessário um acionamento manual para travamento dos *dogs*.

[0042] Em operações de *pull-out*, o mecanismo excêntrico (21) que contêm uma manopla (22) pode ser operado por ROV (ou alternativamente por mergulho raso, em caso de dificuldades) para efetuar a retração da lingueta (17). Para essa operação o *grab ring* (13) fornece um ponto fixo para que ROV estabilize seus movimentos através de um manipulador, enquanto o outro atua na manopla (22).

[0043] Para evitar que qualquer ação não intencional no mecanismo leve a retrair as linguetas (17) em um instante anterior à operação de *pull-out*, uma abraçadeira (12) possuindo pinos impedem o movimento da manopla (22), sendo que esses pinos apresentam interface adequada para destravamento por ROV (ou alternativamente, por mergulho raso, em caso de dificuldades).

Reivindicações

1- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), caracterizado por compreender um cone superior (1), um tubo guia (2), um centralizador (3),

2- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo cone superior (1) ser automatizado e do estilo *diverless*.

3- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo sistema centralizador (3) incluir Módulos de Travamento Lateral – MTL (10) e um sistema de travamento de enrijecedor de curvatura (11).

4- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo MTL (10) consistir em um mandril cônico que, ao avançar em direção ao centro do TSDUL, comprime quatro sapatas contra um anel externo, resultando no travamento do conjunto em qualquer posição no curso de aproximação, independentemente de pressão hidráulica.

5- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela suportação da tração do *riser* ser realizada por cunhas (4).

6- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pela terminação de topo do *riser* (15) efetuar um contato com as cunhas (4) em sua parte inferior, deslizando através do cone superior (1) em um movimento ascendente guiado por hastes (7), retornando para sua posição de trabalho pelo efeito da gravidade e por força de molas (14).

7- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um coroa porta cames (5) ser rotacionada em seu eixo coincidente do cone superior (1) para operação de *pull-out*.

8- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por um atuador hidráulico (8), ou um atuador de ROV (9), realizar o movimento de rotação.

9- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pela rotação da coroa porta cames (5), os cames (6) promovendo a ação de puxamento da haste (7), retraindo assim as cunhas (4) e permitindo a remoção da terminação de topo do *riser* (15).

10- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por cada uma das hastes (7) conter um olhal na sua posição posterior para que as cunhas (4) sejam retraídas separadamente, no caso de falha de atuação da coroa porta cames (5).

11- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um mecanismo automático de deslizamento das cunhas (4) poder substituir a atuação primária no *pull-in* de mecanismo automático do sistema hidráulico (8) e atuar para que as cunhas (4) estejam previamente retraídas, evitando qualquer contato com a terminação de topo do *riser* (15) durante a operação de *pull-in*.

12- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela suportação do capacete de enrijecedor de curvatura (16) ser realizada por linguetas (17), estando estas confinadas no interior de um bloco denominado porta linguetas (18).

13- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelas linguetas (17) retraírem para a passagem do capacete (16) e seu retorno automático para a posição estendida ser efetuado por molas (19) acomodadas no bloco de reação (20).

14- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por um mecanismo excêntrico (21) que contêm uma manopla (22) poder ser operado por ROV para efetuar a retração da lingueta (17).

15- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo *grab ring* (13) fornecer um ponto fixo para que ROV estabilize seus movimentos através de um manipulador, enquanto o outro atua na manopla (22).

16- TUBO SUPORTE UNIFICADO DIVERLESS (TSUDL), de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por uma abraçadeira (12) possuindo pinos impedir o movimento da manopla (22), evitando qualquer ação não intencional no mecanismo, atuando de forma a retrair as linguetas (17).

Figura 1

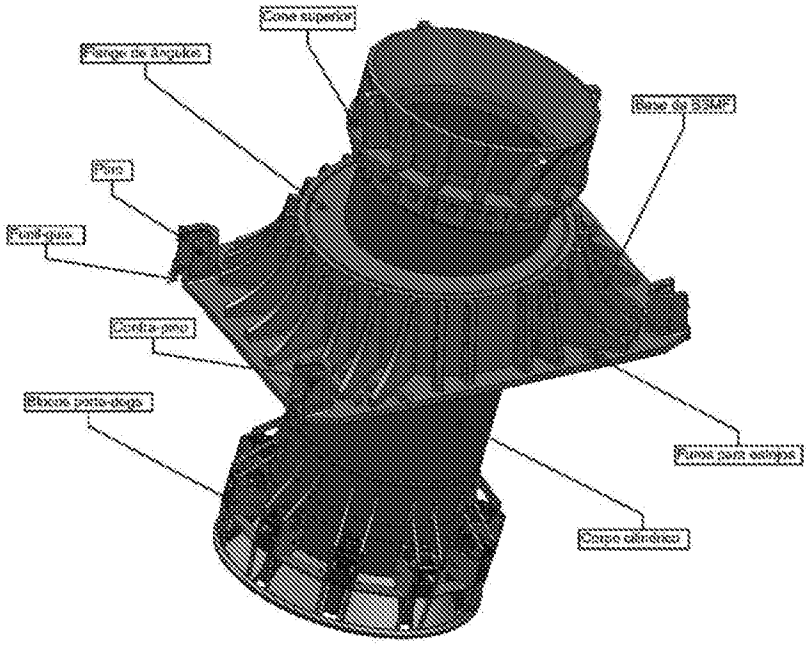


Figura 2

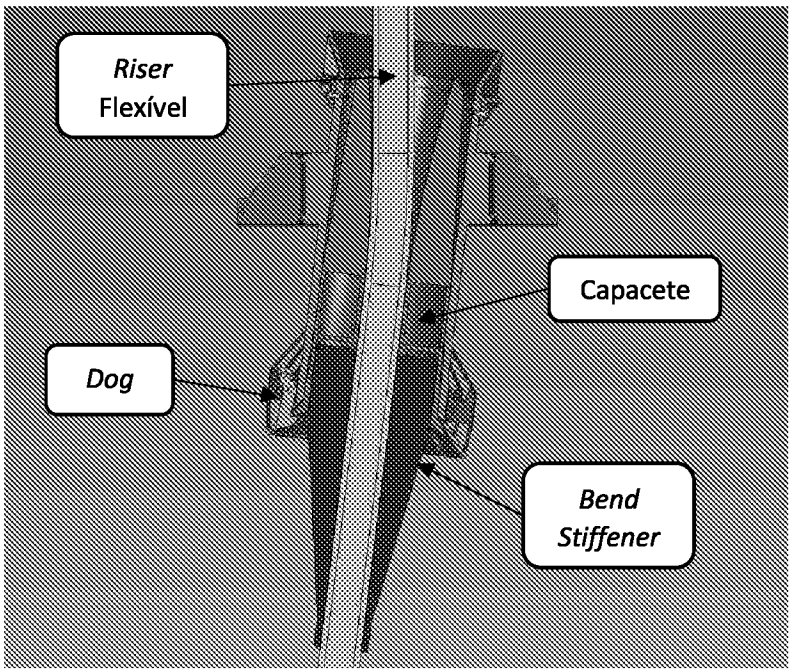


Figura 3

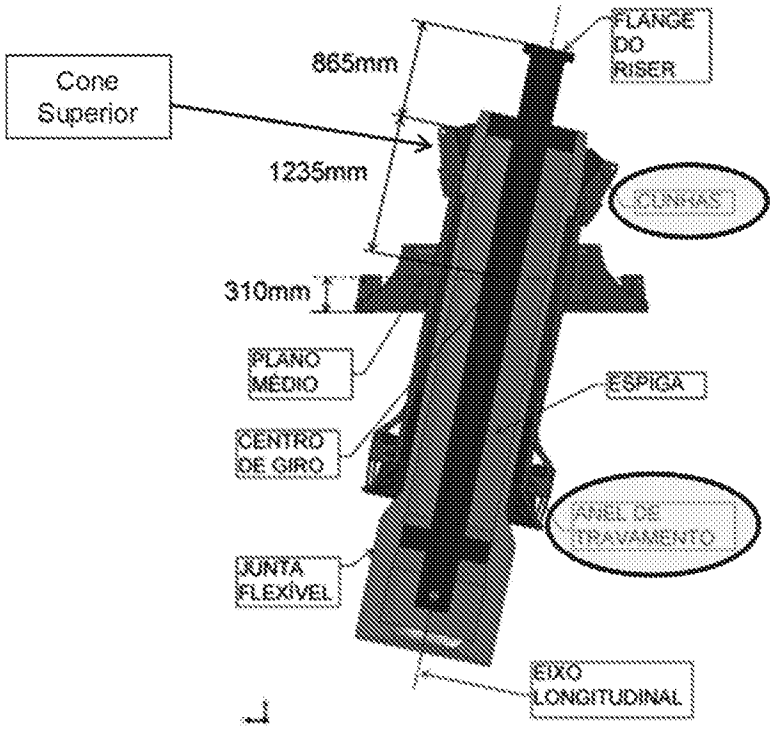


Figura 4

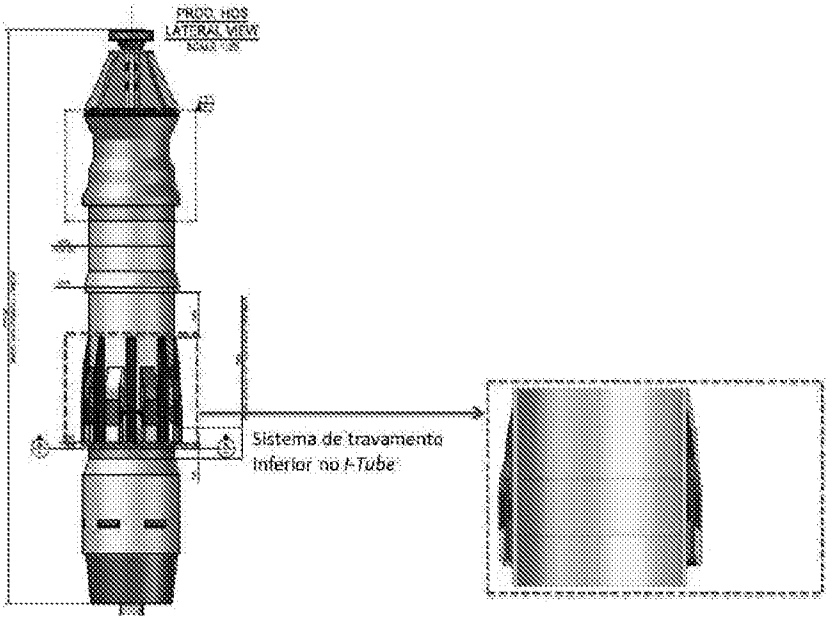


Figura 5

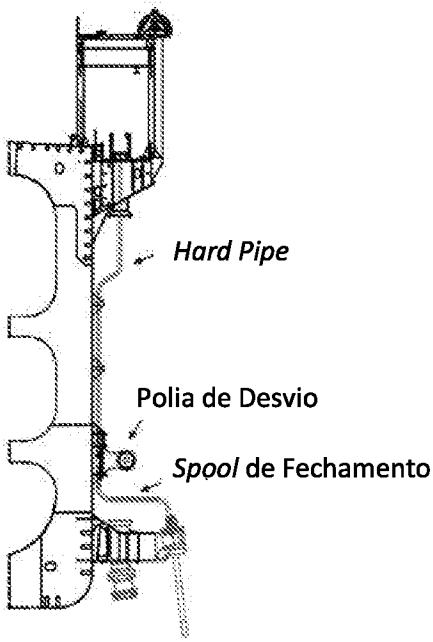


Figura 6

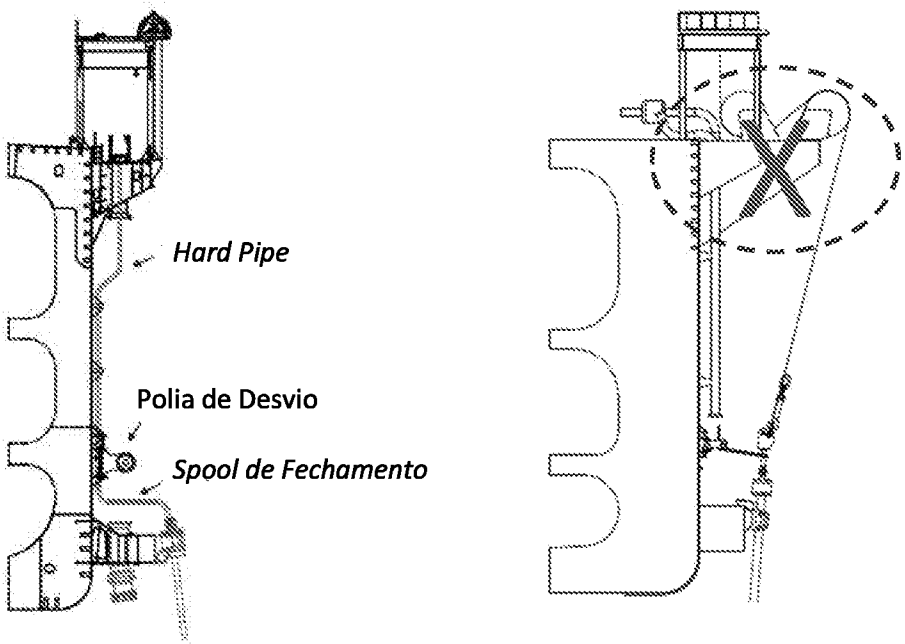


Figura 7

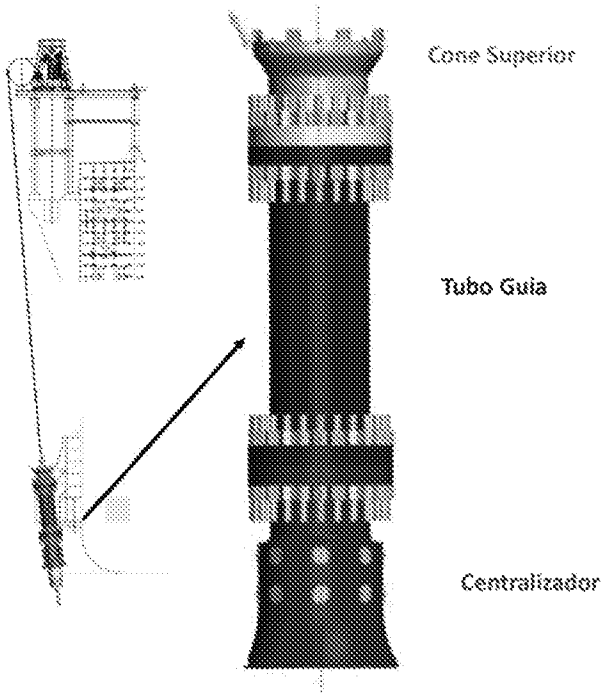


Figura 8

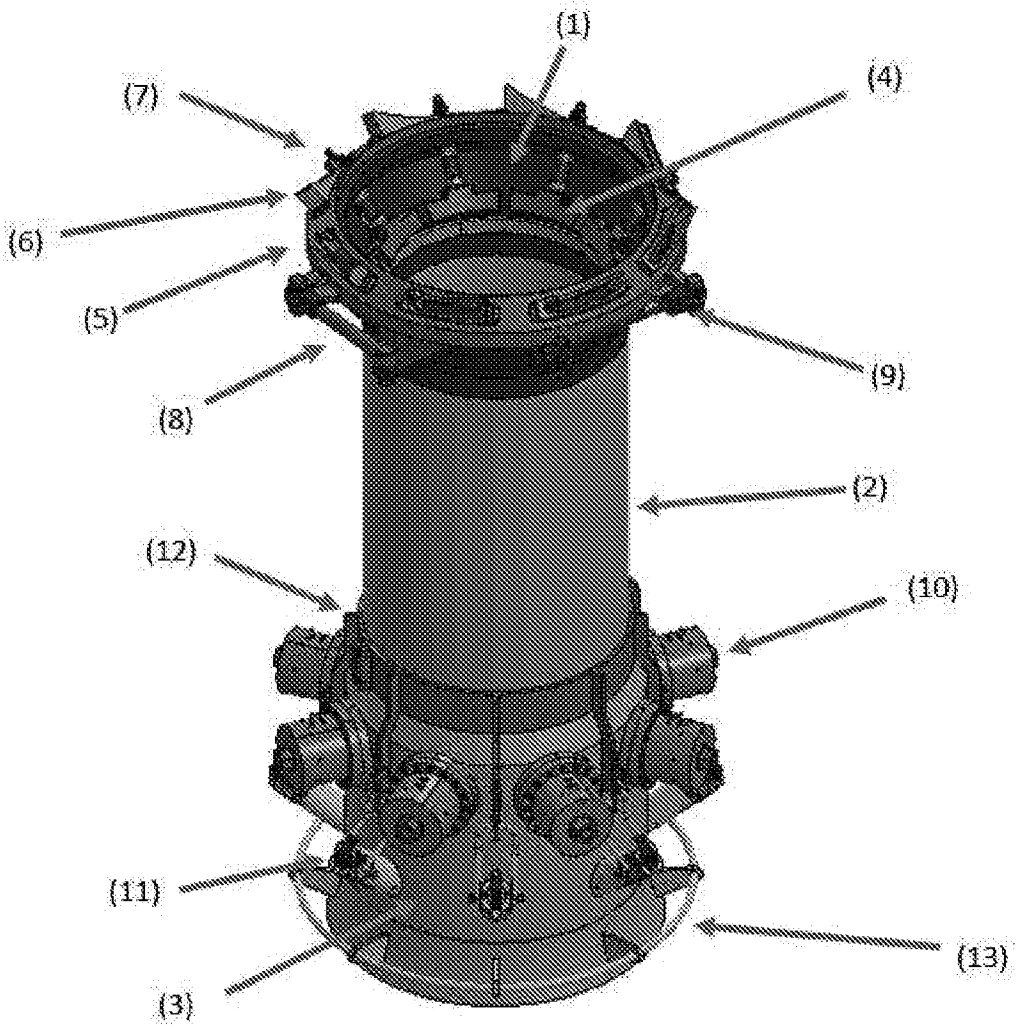


Figura 9

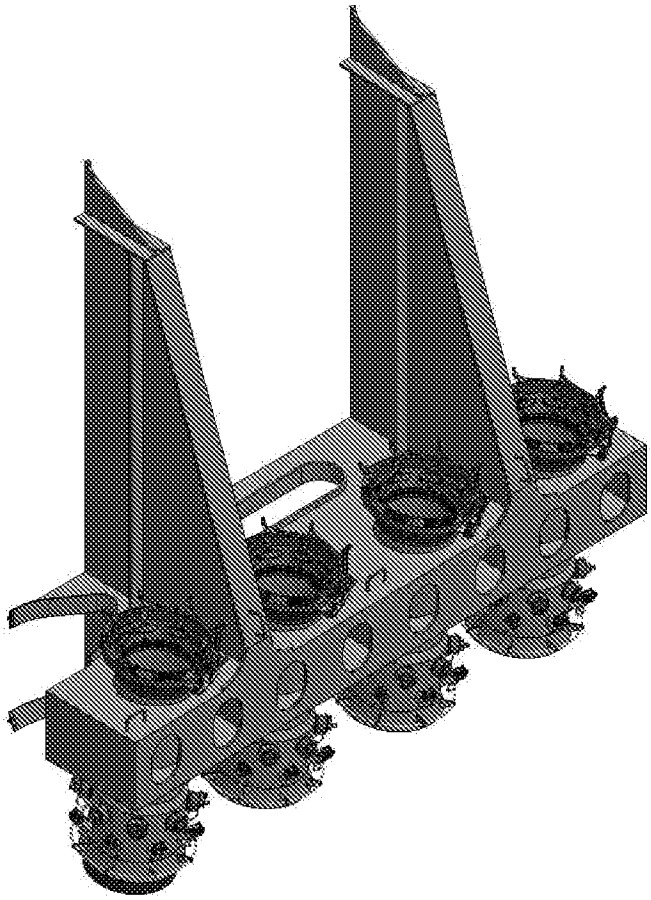


Figura 10

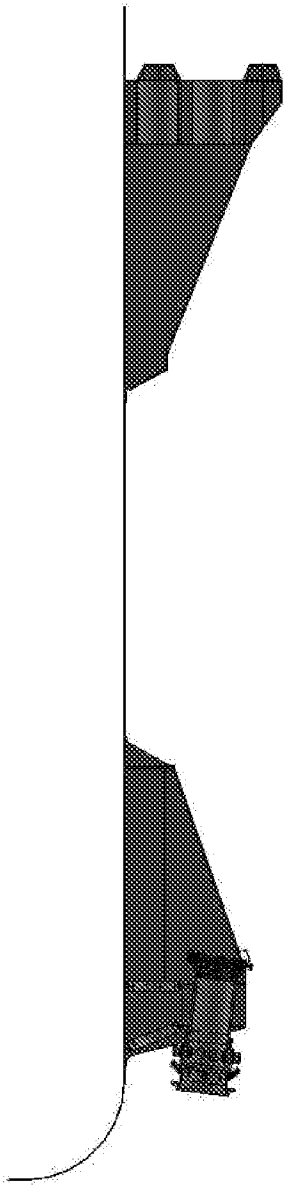


Figura 11

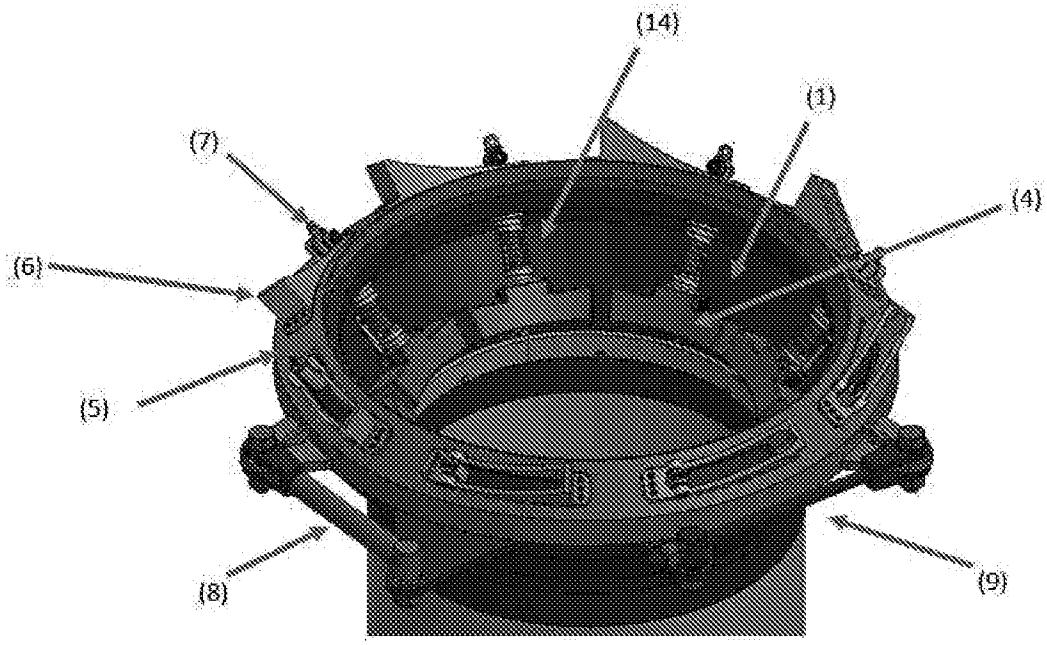


Figura 12

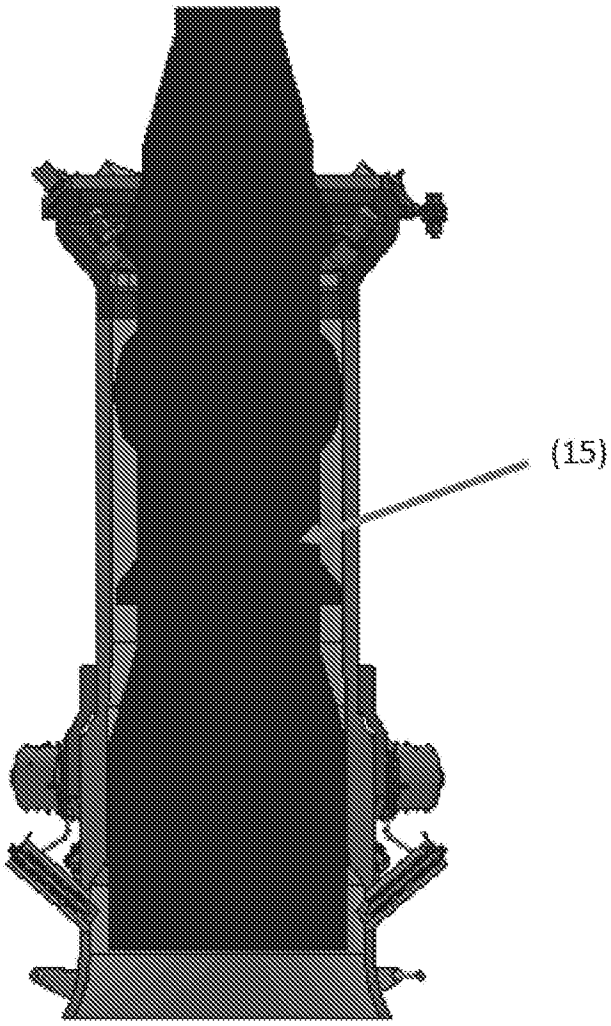


Figura 13

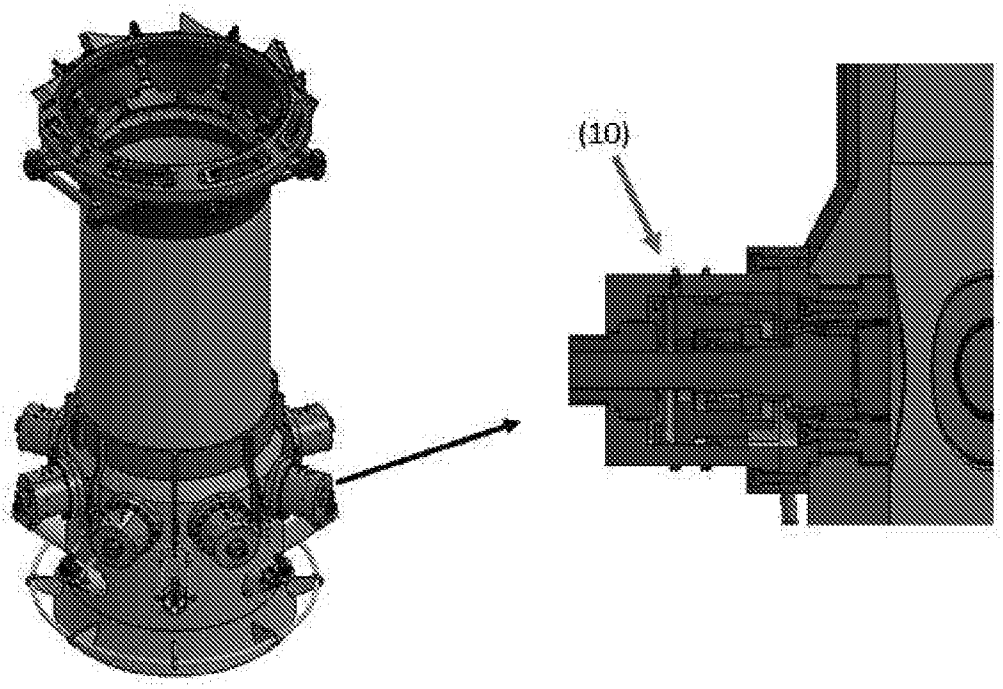


Figura 14

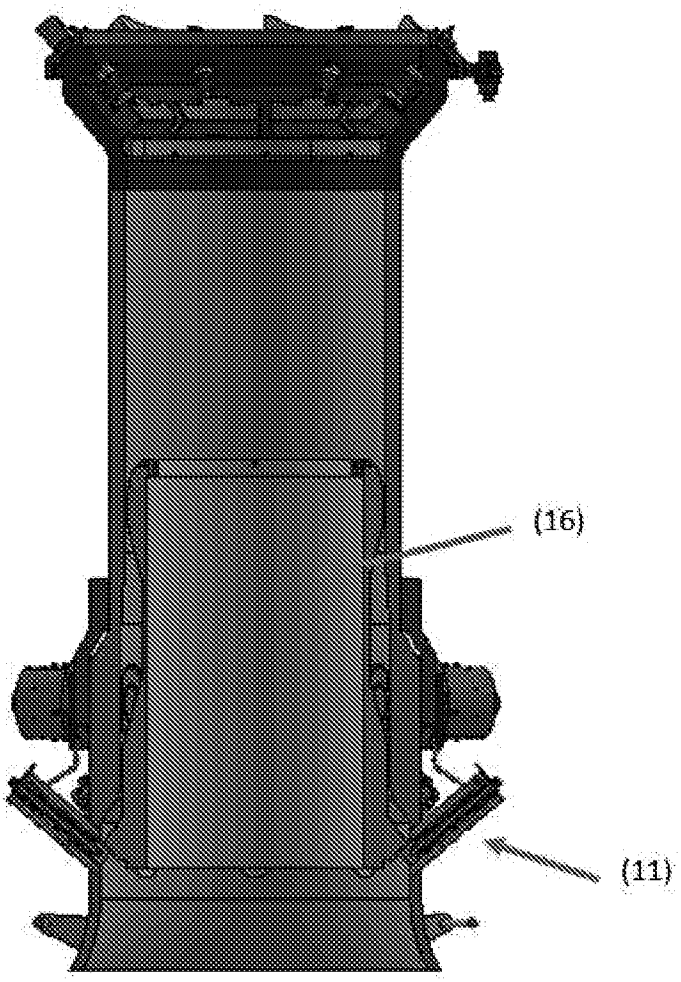
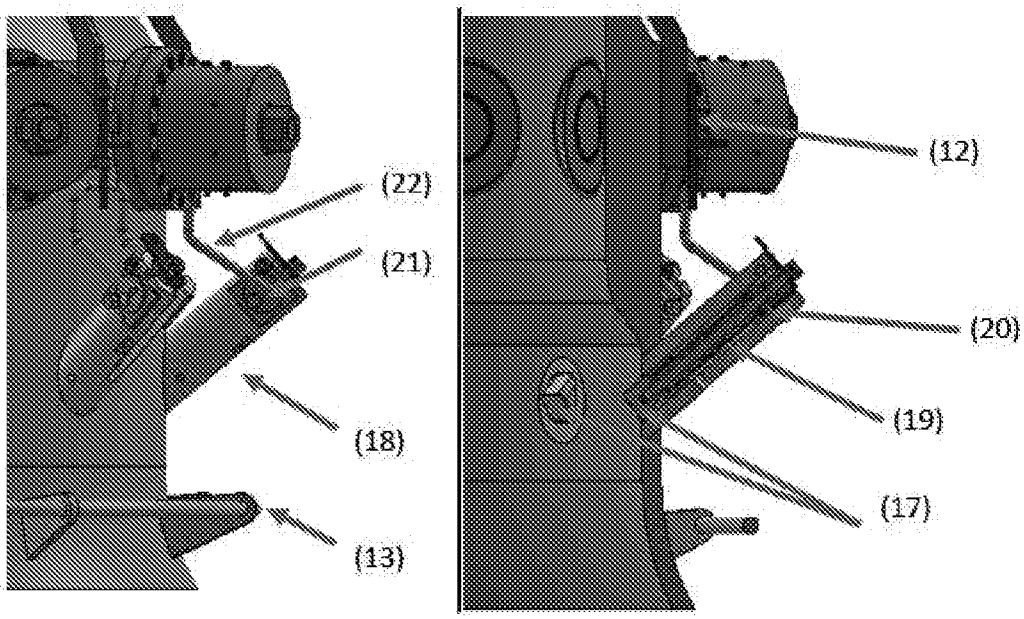


Figura 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/BR2022/050345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: E21B19/00 (2006.01), E21B43/01 (2006.01), F16L37/092 (2006.01)

CPC: E21B19/004, E21B43/0107, E21B17/017, F16L37/0927

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, F16L

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

Base de Patentes do INPI-BR

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

Epodoc

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2018313172 A1 (SINGLE BUOY MOORINGS [CH]) 01 novembro 2018 (2018-11-01) see sumary ; report to [0004] to [0011], [0024] to [0043]; figures 1 to 5.	1, 5 2-4, 6-16
Y A	US 2015337607 A1 (FLEXIBLE ENGINEERED SOLUTIONS LTD [GB]) 26 November 2015 (2015-11-26) see sumary ; report to [0008] and [0013]; figures 2 to 9d	1, 3-5, 12-16 2, 6-11
Y A	US 2008087435 A1 (DEEP SEA TECHNOLOGIES, INC [US]) 17 April 2008 (2008-04-17) see sumary ; report to [0011] to [0015] and [0052]; figures 1 to 9	1, 3-5, 12-16 2, 6-11

☒ 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	Date of mailing of the international search report
25 November 2022	15/12/2022
Name and mailing address of the ISA/ Facsimile No.	Authorized officer **Fernando Camara Labouriau** +55 21 3037-3493/3742 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/BR2022/050345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	BR 102018011452 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA PETROBRAS [BR]) 24 December 2019 (2019-12-24) See summary and figures 1 to 10	3, 4, 12-16 1, 2, 5-11
A	WO 2021048592 A1 (SAIPEM SPA [IT]) 18 March 2021 (2021-03-18) See report for [0028] to [0032]; [0065] to [0067]; figures 5 to 10	1 to16
A	US 10597952 B2 (SINGLE BUOY MOORINGS [CH]) 24 March 2020 (2020-03-24) See summary; col 6 report, lines 6-25; figures 3, 3A, 3B, 4, 4A, 4B	1 to16

US 2018313172 A1	2018-11-01	AU 2016312179 A1	2018-03-15
		BR 112018003688 A2	2018-09-25
		WO 2017034409 A1	2017-03-02
US 2015337607 A1	2015-11-26	US 9482061 B2	2016-11-01
		AU 2013366148 A1	2015-07-02
		BR 112015014332 A2	2020-01-28
		CA 2894964 A1	2014-06-26
		EP 2932013 A2	2015-10-21
		GB 201222690 D0	2013-01-30
		GB 2508919 A	2014-06-18
		MX 2015007681 A	2016-01-20
		SG 11201504718W A	2015-07-30
		WO 2014096767 A2	2014-06-26
US 2008087435 A1	2008-04-17	US 7967070 B2	2011-06-28
		WO 2008008877 A2	2008-01-17
BR 102018011452 A2	2019-12-24	BR 102018011452 B1	2021-08-10
		AU 2019280266 A1	2021-01-28
		CA 3102628 A1	2019-12-12
		CN 112867841 A	2021-05-28
		US 2021348449 A1	2021-11-11
		WO 2019232605 A1	2019-12-12
WO 2021048592 A1	2021-03-18	BR 112022004202 A2	2022-05-31
		EP 4028627 A1	2022-07-20
		US 2022316285 A1	2022-10-06
US 10597952 B2	2020-03-24	US 2018258711 A1	2018-09-13
		BR 112019018473 A2	2020-04-14
		EP 3592942 A2	2020-01-15
		JP 2020514175 A	2020-05-21
		MX 2019010676 A	2019-10-21
		WO 2018163126 A2	2018-09-13

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº
PCT/BR2022/050345

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

IPC: E21B19/00 (2006.01), E21B43/01 (2006.01), F16L37/092 (2006.01)

CPC: E21B19/004, E21B43/0107, E21B17/017, F16L37/0927

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, F16L

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

Base de Patentes do INPI-BR

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
Y A	US 2018313172 A1 (SINGLE BUOY MOORINGS [CH]) 01 novembro 2018 (2018-11-01) ver Resumo; relatório para. [0004] a [0011], [0024] a [0043]; Figuras 1 a 5.	1, 5 2-4, 6-16
Y A	US 2015337607 A1 (FLEXIBLE ENGINEERED SOLUTIONS LTD [GB]) 26 novembro 2015 (2015-11-26) ver Resumo; relatório para. [0008] e [0013]; Figuras 2 a 9d	1, 3-5, 12-16 2, 6-11
Y A	US 2008087435 A1 (DEEP SEA TECHNOLOGIES, INC [US]) 17 abril 2008 (2008-04-17) ver Resumo; relatório para. [0011] a [0015] e [0052]; Figuras 1 a 9	1, 3-5, 12-16 2, 6-11

☒ 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 como 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 comum 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	Data do envio do relatório de pesquisa internacional:
24 de novembro de 2022	15/12/2022

Nome e endereço postal da ISA/**BR**	Funcionário autorizado
INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL Rua Mayrink Veiga nº 9, 6º andar cep: 20090-910, Centro - Rio de Janeiro/RJ	**Fernando Camara Labouriau**
Nº de fax: +55 21 3037-3663	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 Nº
Y A	BR 102018011452 A2 (PETROLEO BRASILEIRO SA PETROBRAS [BR]) 24 dezembro 2019 (2019-12-24) ver Resumo e Figuras 1 a 10	3, 4, 12-16 1, 2, 5-11

A	WO 2021048592 A1 (SAIPEM SPA [IT]) 18 março 2021 (2021-03-18) ver relatório para. [0028] a [0032]; [0065] a [0067]; Figuras 5 a 10	1 a 16

A	US 10597952 B2 (SINGLE BUOY MOORINGS [CH]) 24 março 2020 (2020-03-24) ver Resumo; relatório col. 6, linhas 6-25; Figuras 3, 3A, 3B, 4, 4A, 4B	1 a 16

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº
PCT/BR2022/050345

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
US 2018313172 A1	2018-11-01	AU 2016312179 A1	2018-03-15
		BR 112018003688 A2	2018-09-25
		WO 2017034409 A1	2017-03-02
US 2015337607 A1	2015-11-26	US 9482061 B2	2016-11-01
		AU 2013366148 A1	2015-07-02
		BR 112015014332 A2	2020-01-28
		CA 2894964 A1	2014-06-26
		EP 2932013 A2	2015-10-21
		GB 201222690 D0	2013-01-30
		GB 2508919 A	2014-06-18
		MX 2015007681 A	2016-01-20
		SG 11201504718W A	2015-07-30
		WO 2014096767 A2	2014-06-26
US 2008087435 A1	2008-04-17	US 7967070 B2	2011-06-28
		WO 2008008877 A2	2008-01-17
BR 102018011452 A2	2019-12-24	BR 102018011452 B1	2021-08-10
		AU 2019280266 A1	2021-01-28
		CA 3102628 A1	2019-12-12
		CN 112867841 A	2021-05-28
		US 2021348449 A1	2021-11-11
		WO 2019232605 A1	2019-12-12
WO 2021048592 A1	2021-03-18	BR 112022004202 A2	2022-05-31
		EP 4028627 A1	2022-07-20
		US 2022316285 A1	2022-10-06
US 10597952 B2	2020-03-24	US 2018258711 A1	2018-09-13
		BR 112019018473 A2	2020-04-14
		EP 3592942 A2	2020-01-15
		JP 2020514175 A	2020-05-21
		MX 2019010676 A	2019-10-21
		WO 2018163126 A2	2018-09-13