



* B R P I O 7 0 8 6 2 1 B 1 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0708621-0 B1

(22) Data do Depósito: 07/03/2007

(45) Data de Concessão: 10/06/2025

(54) Título: CONECTOR DE REPARO DE TUBULAÇÃO E SISTEMA PARA SUBSTITUIÇÃO DE TUBULAÇÕES NO FUNDO DO OCEANO

(51) Int.Cl.: F16L 1/26.

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2006 NO 20061102.

(73) Titular(es): AS CONNECTOR; PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S.A..

(72) Inventor(es): INGOLF HORNE.

(86) Pedido PCT: PCT NO2007000091 de 07/03/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/102744 de 13/09/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/09/2008

(57) Resumo: FERRAMENTAS DE REPARO E MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES SUBMARINAS E MÉTODO PARA SUBSTITUIÇÃO DE TUBULAÇÕES ROMPIDAS. A presente invenção se refere a um conector de reparo de tubulação (40) para um sistema de reparo de tubulações submarinas, disposto para conectar e desconectar tubulações no fundo do oceano. A invenção também se refere a um sistema incluindo um conector (40) e a um método para substituição de tubulações rompidas no fundo do oceano.

**"CONECTOR DE REPARO DE TUBULAÇÃO E SISTEMA PARA
SUBSTITUIÇÃO DE TUBULAÇÕES NO FUNDO DO OCEANO"**

[001]A presente invenção se refere a um conector de reparo de tubulação para um sistema de tubulações submarinas, disposto para ser abaixado no fundo do oceano, para substituição de tubulações em tal local, em que o conector compreende uma carcaça de conector para agarramento e vedação das extremidades da tubulação e um funil de entrada para recebimento de pelo menos uma das ditas extremidades de tubulação. A invenção se refere adicionalmente a um sistema para reparo de tubulações, e a um método para substituir tubulações rompidas no fundo do oceano.

[002]Existe uma necessidade sempre crescente da indústria de petróleo e gás em desenvolver melhores equipamentos para a área submarina, que sejam menores e mais simples de manipulação e manutenção. Esses equipamentos devem permitir operações sem mergulhadores e devem ser isentos de conexões aparafusadas e soldadas. Tal tipo de equipamento deve, preferivelmente, também ser hidraulicamente operado com suporte apenas de um ROV (Remote Operated Vehicle - veículo operado por controle remoto).

[003]Dentro desse mercado, existem muitas tubulações que estão começando a envelhecer e a necessidade de manutenção e reparo é crescente. Ao mesmo tempo, existe sempre o aumento de restrições mais severas para o uso de mergulhadores na execução de tais reparos. Conseqüentemente, existe uma crescente demanda para equipamentos de reparo de tubulações que sejam totalmente operados por

meio de ROVs, sendo esse o nicho que a presente Requerente encontrou no mercado, proporcionando às empresas de petróleo planos de contingenciamento para reparos de tubulações em águas profundas, de maior profundidade que anteriormente possível.

[004]O presente conector de reparos é singular no seu modelo e operação, compreendendo, basicamente, apenas três partes principais integradas sem solda, que proporcionarão resultados favoráveis de custo-benefício para os clientes. Ao combinar o sistema de vedação e agarramento de tubos operado hidraulicamente, juntamente com o sistema de acoplamento de junta esférica e vedação rápida (HQS - Hydraulic Quick Sealing) operado também hidraulicamente, como uma parte integral sem solda do conector, o equipamento será realmente singular, na medida em que o mesmo será facilmente e rapidamente conectado e desconectado hidraulicamente às tubulações. O sistema tornará o uso atual de flanges, parafusos e porcas obsoleto e representará um imenso ganho no tempo de operação e instalação para execução de reparos de tubulações submarinas em todas as aplicações.

[005]Existem diversos sistemas que divulgam equipamentos de manipulação de tubos submarinos. Entre outros, são conhecidos os documentos: NO 322062, que se refere ao tracionamento e conexão a uma tubulação; US 6.113.157, que se refere a um conector de junta esférica ajustável; EP-A1-733.843, que se refere à conexão de tubulações submarinas; NO-B-177.683, que se refere a reparos de uma tubulação submarina; WO-A1-97/15773, que se refere à montagem de uma instalação no fundo do

mar, com peças complicadas de equipamento para aperto ou afrouxamento de porcas de parafusos em uma flange comum, em uma limitada área de trabalho e em determinada profundidade. Outros documentos incluem: US 4.868.964, que se refere a um dispositivo para união de uma tubulação; US 2002/0179167, que se refere a um dispositivo de fechamento operável remotamente; e NO 910291, que se refere à inspeção e limpeza de uma tubulação.

[006] Portanto, um objetivo da presente invenção é proporcionar ferramentas de reparo e manutenção de tubulações, que sejam fáceis de operar e que, se necessário, possam ser desdobradas em aplicações de águas profundas.

[007] Esses objetivos são alcançados através de um conector de reparos, conforme definido na reivindicação independente 1, em que uma primeira parte da dita carcaça compreende uma disposição pressurizada de agarramento e vedação para recebimento e agarramento de uma extremidade de tubulação existente na carcaça do conector, e uma segunda parte da dita carcaça compreende um acoplamento de peso leve de rápida vedação (HQS) operado por pressão hidráulica para recebimento e agarramento de uma tubulação substituinte na carcaça do conector e, na parte intermediária entre as ditas extremidades da carcaça, se dispõe uma junta esférica pressurizada de alinhamento, em que todos os componentes são adaptados para ser hidráulicamente pressurizados para uma posição de travamento mecânico e para proporcionar uma vedação com o ambiente adjacente.

[008] Os objetivos acima são também alcançados

mediante um sistema conforme definido na reivindicação independente 8.

[009] Modalidades alternativas são definidas nas reivindicações dependentes 2-8, respectivamente.

[0010] Uma modalidade exemplificativa da invenção será agora descrita com a ajuda dos desenhos anexos, nos quais:

- as figuras 1 a 6 mostram um conector de acordo com a presente invenção;

- as figuras 7 e 8 mostram uma ferramenta de preparação a ser usada em um sistema de acordo com a presente invenção;

- as figuras 9 e 10 mostram uma ferramenta de suspensão a ser usada em um sistema de acordo com a presente invenção.

[0011] Os presentes conectores 40 são projetados e preparados, por exemplo, para tubos de 101,6 mm (4 polegadas) de diâmetro externo, a um máximo de 508 mm (20 polegadas) de diâmetro externo, com uma aferição de pressão de acordo com a solicitação do cliente. O conector é singular com relação ao seu modelo e operação, consistindo de, preferencialmente, três partes principais integradas sem solda, que proporcionarão resultados favoráveis de custo-benefício para os clientes.

[0012] Um sistema de vedação e agarramento de tubos 70, uma junta esférica 50 e um sistema de acoplamento de vedação rápida 60 (HQS) foram combinados no conector 40 para produzir uma peça de equipamento revolucionária. O equipamento é simples e rápido para hidraulicamente conectar e desconectar tubulações. O sistema tornará os atuais

parafusos e porcas de flanges obsoletos e representará uma imensa economia no tempo de operação e instalação para execução de reparos de tubulações submarinas em quaisquer aplicações.

[0013] As vantagens gerais com o conector incluem a instalação de um ROV sem mergulhador, ausência de conexões tipo flange/parafusos, e sistema de agarramento de tubos e vedação de tubos operado hidraulicamente. A "junta esférica" de alinhamento operado hidraulicamente permite pelo menos 14 graus de movimento em qualquer direção. O conector é otimizado no modelo para um baixo peso e fácil operação. O custo é reduzido em comparação com os conectores mecânicos existentes. O conector pode ser projetado especificamente para serviços ácidos e de corrosão, com altos teores de H₂S e CO₂. O conector pode ser equipado com um sistema especial de "vedação ambiental" que vedará e protegerá a tubulação e o sistema de agarramento da corrosão. O sistema conector de vedação de tubulações é especialmente projetado para aplicação abaixo de pelo menos 2000 metros. O conector apresenta um formato fino, sendo de leve peso. O seu custo é moderado e apresenta um alto desempenho, podendo ser produzido para aplicações de tubos de diâmetro externo de 101,6 a 508 mm (4 a 20 polegadas).

[0014] O conector 40 consiste, principalmente, de três partes principais integradas sem solda, a saber: uma carcaça 6 de conector para operação hidráulica de uma tubulação com o sistema de agarramento e vedação 70; a junta esférica de alinhamento 50 operada hidraulicamente

que permite pelo menos um movimento de 14 graus em qualquer direção; e o acoplamento de vedação rápida 60 de peso leve operado hidraulicamente.

[0015] O conector pode compreender uma estrutura de transporte e instalação 42 que apresenta uma ferramenta fixada para fácil reparo e instalação de uma tubulação submarina. A estrutura de transporte e instalação pode ser equipada com as seguintes ferramentas permanentes para fácil instalação e acesso de tubulações durante o trabalho de reparo de tubulação submarina: ferramenta de tracionamento do conector para posicionar o conector sobre a tubulação mestra na posição correta; pelo menos dois cilindros pressurizados 52 para posicionamento e ajuste do alinhamento correto da junta esférica e substituição da ferramenta de tracionamento de tubulação e do guia de retração.

[0016] O sistema de vedação e agarramento de tubulações 70, operado hidraulicamente, conforme mostrado na figura 5, compreende um sistema hidráulico de ajuste de vedação 72, projetado, preferivelmente, como um dispositivo de travamento de posição. Quando o conector 40 se encontra na sua posição sobre a tubulação mestra submarina durante a instalação, é aplicada uma pressão de fechamento hidráulica para comprimir e "travar" as vedações em um modo comprimido (posicionamento) sobre a tubulação. O sistema de agarramento hidráulico pode ser projetado com um dispositivo de travamento múltiplo (dispositivo de 3 estágios). Com tal dispositivo, o sistema é capaz de travar mecanicamente a ação de

agarramento na posição. O princípio da operação é o mesmo que o descrito acima, porém pode consistir de três conjuntos de segmentos de travamento e um cone de travamento múltiplo. O dispositivo de travamento de posição elimina a necessidade de linhas de controle hidráulico adicionais para operar as travas.

[0017] Conforme mostrado na figura 5, uma extremidade de tubulação 80, após ser preparada por meio de uma ferramenta de preparação, é inserida no sistema de vedação e agarramento 70. As vedações 74 incluem a extremidade de tubulação 80 e os meios de agarramento 76 estão apertando e mantendo a tubulação no lugar. Na frente do sistema de vedação e agarramento de tubulações 70 se dispõe um funil guia de tubulação 78 para guiar a tubulação no local.

[0018] O sistema de junta esférica 50 operado hidráulicamente é um sistema de características singulares da nova conexão de junta esférica do tipo flexível, operada hidráulicamente, por exemplo, com vedações elastoméricas. Tal sistema é projetado para compensar os desalinhamentos da tubulação pelo menos em até 14 graus em qualquer direção. A vantagem de uma junta esférica operada hidráulicamente é a facilidade de ajuste na posição aberta durante as instalações, devido a ausência de forças entre as vedações e a junta esférica. Uma grande área na operação do pistão/atuador cria uma alta força de fechamento para comprimir as vedações elastoméricas e, ao mesmo tempo, proporciona satisfatória resistência da pré-carga para a conexão. O atuador hidráulico

pode ser projetado com um dispositivo de travamento de posição, de modo a manter em contato a vedação e a junta esférica, quando o sistema hidráulico apresentar uma máxima pressão interna e for alcançada um máximo dobramento.

[0019] O acoplamento do sistema de vedação rápida hidráulica 60 (HQS), entre o conector 40 e a tubulação substituinte 82 é um dos principais fundamentos para o sucesso. O acoplamento do sistema HQS, preferivelmente, é uma conexão tipo elemento de cubo/braçadeira 26, com um sistema de vedação de metal com metal. O acoplamento é projetado com um pistão/atuador anular de operação, com uma grande área de pistão que cria uma alta força de fechamento, combinado, por exemplo, com um anel atuador de conicidade de 5 graus e, por exemplo, uma conicidade de 25 graus sobre o segmento de braçadeira e elemento de cubo, de modo a proporcionar uma satisfatória resistência e pré-carga da conexão. As partes dinâmicas do sistema são modeladas com um dispositivo de "travamento de posição" para manter contato de metal com metal (elemento de cubo com elemento de cubo), quando foram alcançados os sistemas de máxima pressão interna e máximos momentos de flexão. O sistema de acoplamento com vedação de metal com metal é projetado com um anel de gaxeta de metal, o qual provê uma vedação de alta pressão entre os elementos de cubo. O anel de gaxeta de vedação é um sistema singular de vedação que proporciona a vedação do lado externo para o lado interno da tubulação, incluindo equilíbrio de pressão e sistema de teste externo e interno. O

acoplamento é do tipo "furo integral" e não apresenta restrições quanto ao diâmetro interno que possam provocar o efeito Venturi, permitindo o fluxo laminar do fluido através do acoplamento. O anel de gaxeta de metal pode ser reutilizado diversas vezes.

[0020] Na frente do acoplamento de vedação 60 é preferível uma ferramenta de tracionamento guia 62 da tubulação substituinte, um cilindro ou pino de tracionamento 64 da tubulação substituinte e um guia da tubulação substituinte 66, em que todas as peças são projetadas para uma fácil conexão da tubulação substituinte com o sistema de acoplamento de vedação rápida 60. As figuras 2 e 3 mostram a colocação de uma tubulação substituinte com a ajuda da ferramenta de tracionamento 62 do guia de substituição.

[0021] As vantagens operacionais do conector incluem as vantagens consideradas como rápidas e fáceis para operações de conexão e desconexão hidráulicas de acoplamento HQS de conectores e de sistema de vedação de tubulações e de gotejamento, por exemplo, em um período de tempo máximo de 20 a 30 minutos; um sistema de indicação visível, seguro e confiável para controle do fechamento e abertura de posições do sistema de vedação e agarramento de tubulação; e processamento e procedimentos de instalação que são eficientes e que não requerem ferramentas extras de manipulação e instalação, além da ferramenta que é permanentemente instalada na estrutura de instalação, a qual é incluída na embalagem.

[0022] Existem funções hidráulicas

para abrir e fechar a junta esférica durante a instalação de conectores 40 por pelo menos 2000 metros de profundidade. O conector é provido de acessos (instalações) para execução de testes de pressão interna e pressão externa para as seguintes vedações: vedação de tubulação, vedação de junta esférica e vedação de acoplamento HQS.

[0023] Antes dos conectores serem abaixados no fundo do oceano, uma ferramenta hidráulica de levantamento e posicionamento ajustável de múltiplas funções 440 de uma tubulação é abaixada no fundo do oceano.

[0024] A ferramenta hidráulica de levantamento ajustável de múltiplas funções 440 de uma tubulação pode ser usada para diversas aplicações submarinas dentro do sistema de reparos de tubulações. Todas as funções são hidraulicamente operadas a partir de um ROV disposto em uma profundidade de pelo menos 2000 metros. A ferramenta ajustável de levantamento de tubulações pode operar em tubulações de diferentes dimensões, tais como de 101,6 a 508 mm (4 a 20 polegadas) e com capacidade de levantamento de 12 a 24 toneladas. Se necessário, mergulhadores de águas rasas podem operar essa ferramenta mediante uso de um volume de força hidráulica e de cabo flexíveis ligados a uma embarcação padrão afastada da costa, porém, a ferramenta de levantamento e posicionamento de tubulações é, preferivelmente, projetada em conexão com operadores de ROV experientes, podendo ser operada a partir de qualquer ROV padrão de águas profundas.

[0025] Após a ferramenta 440 de

levantamento e posicionamento de tubulações estar disposta no fundo do oceano e suportar uma tubulação, é abaixada uma ferramenta de preparação compreendendo um único acondicionamento de ferramentas 140 para reparo de defeitos de ocorrência no raio e defeitos de ovalização e esmerilhamento da superfície externa da tubulação para remoção do revestimento, costuras de solda e/ou outros defeitos, e para acabamento e chanfro da superfície da extremidade da tubulação. O acondicionamento de ferramentas 140 é encaixado com proteção especialmente projetada e estrutura guia para garantir que o acondicionamento de ferramentas não seja danificado durante a implantação e recuperação. Uma abertura frontal da estrutura guia é projetada para garantir facilidade de instalação do acondicionamento de ferramentas sobre a extremidade de tubulação.

[0026] Uma câmara de inspeção aferida para águas profundas é montada no acondicionamento de ferramentas para monitorar a completa operação em tempo real. O acondicionamento de ferramentas pode ser adaptado com blocos flutuantes, de modo a tornar o mesmo neutro na água, sendo implantado através do uso de um peso maciço fixado ao lado inferior da ferramenta. Pelo fato da ferramenta possuir flutuabilidade neutra na água, a fixação da ferramenta sobre a tubulação não é afetada pelo balanço da embarcação.

[0027] Adicionalmente, foi centralmente localizado um painel de intervenção de um ROV, com ponto de atracação para o dispositivo de agarramento do ROV, para posicionamento do

acondicionamento de ferramentas sobre a tubulação. Cabos flexíveis de 4 metros são usados para os conectores hidráulicos e elétricos compatíveis com condições submarinas, para conexão à placa de encaixe montada no ROV do acondicionamento de ferramentas instalado com conector montado no suporte de estacionamento sobre o painel de intervenção de ROV.

[0028] Cabos flexíveis de controle, de disposição estendida, garantem que o acondicionamento de ferramentas não é submetido à vibração e ao movimento do ROV durante a operação, e o ROV é liberado para operações de monitoramento a partir de diversas localizações. Placas de encaixe hidráulico/elétrico, adaptadas com mecanismo de liberação à prova de falhas de emergência, são utilizadas no caso da perda dos meios hidráulicos do ROV. O conector automaticamente liberará a permissão ao ROV de ser recuperado para reparo na superfície. Uma sobreposição manual do comando de extensão e retração de mandril pode ser usada para garantir que, mesmo no caso de uma completa falha do sistema hidráulico, o mandril possa ser liberado da tubulação usando a ferramenta de torque de 1 1/4 polegadas montada no ROV. O painel de intervenção de ROV é adaptado com suporte para alarme acústico para facilitar o posicionamento do acondicionamento de ferramentas. Adicionalmente, são dispostos indicadores visuais para todas as funções.

[0029] A seguir, é apresentado um exemplo de um método para instalação e teste submarino de uma tubulação substituinte.

Entretanto, deve ser observado que muitas das etapas podem ser omitidas, dependendo das exigências e/ou circunstâncias e que as profundidades indicadas, etc., não são absolutas. As etapas são realizadas após a ferramenta de levantamento e posicionamento e ferramenta de preparação terem sido implantadas.

1) Implantar o ROV na água e inspecionar a tubulação rígida submarina;

2) Implantar na água o conector no. 1 de modo completo, com o peso maciço fixado;

3) Abaixar o conector no. 1 e o peso maciço na profundidade, parando a 10-15 metros acima do fundo do mar;

4) Com a ajuda do ROV, posicionar o conector no. 1 próximo ao ponto de conexão na tubulação rígida submarina;

5) Quando o conector no. 1 se encontrar a uma distância de 3-6 metros da tubulação, abaixar o conector e peso maciço, de modo que o peso maciço se disponha no fundo do mar, próximo à tubulação;

6) Prover um cabo de guindaste adicional, na medida em que o conector no. 1 possui flutuabilidade neutra, este flutuará e tocará o fundo do mar devido ao peso maciço;

7) Atracar o ROV sobre as alças de manipulação de manobras do conector no. 1;

8) Guiar o conector no. 1, de flutuabilidade neutra, para dentro da tubulação mestra, usando a câmera de inspeção do ROV, de modo a garantir que o conector no. 1 seja totalmente instalado sobre a tubulação mestra;

9) Conectar o conector hidráulico de

múltiplo "encaixe" à placa de encaixe montada sobre o painel de controle do conector no. 1, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

10) Ativar o atuador hidráulico na placa de encaixe, assegurando que o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" se encontre numa posição totalmente conectada, ao ler o indicador de posição de "encaixe" hidráulico;

11) Estender totalmente a ferramenta de posicionamento do conector no. 1, para posicionar o conector de tracionamento sobre a tubulação mestra (operado a partir da sala de controle do ROV);

12) Ativar a braçadeira da ferramenta de posicionamento do conector no. 1 (operado a partir da sala de controle do ROV);

13) Acionar a ferramenta de posicionamento do conector no. 1 para garantir que o conector seja totalmente implantado sobre a tubulação mestra, mediante leitura do indicador de curso da ferramenta de posicionamento do conector (operado a partir da sala de controle do ROV);

14) Ajustar a posição da junta esférica alinhada com a outra extremidade de tubulação, mediante uso de funcionamento ascendente/descendente e para direita/para esquerda de cilindros de posicionamento de junta esférica (operado a partir da sala de controle do ROV);

15) Estender a ferramenta de tracionamento e de direcionamento de carretel de $\frac{1}{2}$ curso, para deixar a mesma pronta para receber a tubulação em carretel (operado a partir da sala de controle do ROV);

16) Desconectar o conector hidráulico de

múltiplo "encaixe" do painel de controle hidráulico do conector no. 1;

17) Aproximar o ROV da outra extremidade de tubulação;

18) Executar o procedimento de instalação, descrito na sequência 2 a 16, com o conector no. 2;

19) Uma análise de aferições pode ser realizada nesse estágio;

19 a) Fotografar cada extremidade com uma câmera digital instalada no ROV;

19 b) Transferir as imagens para a embarcação;

19 c) Calcular a distância entre os conectores, baseado nas marcações sobre o acoplamento do conector;

20) Fabricar a tubulação tipo carretel a bordo;

20 a) Cortar a tubulação;

20 b) Soldar a conexão de acoplamento do elemento cubo (pino) sobre o carretel, em ambas as extremidades;

20 c) Realizar uma análise da solda;

20 d) Testes hidrostáticos podem ser executados, caso necessário;

20 e) Aplicar proteções contra corrosão sobre ambas as soldas;

21) Conectar o guindaste ou outro sistema de lançamento com a linga de levantamento de tubulação em carretel;

22) Confirmar que a tubulação em carretel está disposta em uma posição nivelada;

23) Conectar o peso maciço, caso

necessário;

24) Implantar por completo a tubulação em carretel com o peso maciço fixado na água;

25) Abaixar a tubulação em carretel e o peso maciço a uma profundidade, parando em 10-15 metros acima do fundo do mar;

26) Com a ajuda do ROV, posicionar a tubulação em carretel acima dos funis de ferramentas guias dos tubos em carretel conectores;

27) Lentamente abaixar a tubulação em carretel dentro dos funis de ferramentas guias de tubos em carretel, sobre ambas as extremidades;

28) Conectar o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" à placa de encaixe no conector no. 2, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

29) Ativar o atuador hidráulico na placa de encaixe, de modo a garantir que o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" fique em uma posição totalmente conectada, mediante leitura do indicador de posição de "encaixe" hidráulico (operado a partir da sala de controle do ROV);

30) Ajustar a posição do agrupamento de tubos em carretel e da ferramenta guia do conector no. 2, mediante uso de cilindros de posicionamento da junta esférica, até que a conexão da extremidade soldada da tubulação em carretel se engate na sela da ferramenta de tracionamento e direcionamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

31) Quando a tubulação em carretel estiver totalmente engatada na sela guia da tubulação em carretel, um braço de agarramento automaticamente fechará e prenderá a tubulação em

carretel;

32) Desconectar o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" da placa de encaixe no conector no. 2;

33) Reposicionar o ROV para a outra extremidade;

34) Conectar o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" com a placa de encaixe no conector no. 1;

35) Ativar o atuador hidráulico na placa de encaixe, assegurando que o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" se encontre em uma posição totalmente conectada, ao ler o indicador de posição de encaixe (operado a partir da sala de controle do ROV);

36) Ajustar a posição da ferramenta guia de tracionamento de tubos em carretel, mediante uso de cilindros de posicionamento da junta esférica, até que a extremidade soldada da tubulação em carretel se engate na sela da ferramenta de tracionamento e direcionamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

37) Quando a tubulação em carretel estiver totalmente engatada na braçadeira guia da sela, um braço automaticamente prenderá a tubulação em carretel;

38) Ajustar o elemento de cubo da conexão de extremidade soldada da tubulação em carretel dentro do acoplamento, mediante retração da ferramenta de tracionamento e direcionamento da tubulação em carretel e impulsão para fora do conector no. 1, através da ferramenta de posicionamento de conector, simultaneamente

(operado a partir da sala de controle do ROV);

39) Garantir que o elemento de cubo de extremidade soldada da tubulação em carretel esteja em posição para atuar o acoplamento mediante leitura do indicador de curso da ferramenta de tracionamento e direcionamento da tubulação em carretel;

40) Mudar as funções hidráulicas de válvula da posição do grupo de funções hidráulicas no. 1 para o grupo de funções hidráulicas no. 2, montado no painel de controle hidráulico do conector hidráulico no. 2, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

41) Atuar o acoplamento para comprimir a gaxeta de metal e conectar a tubulação em carretel mediante aplicação de pressão hidráulica de fechamento ao cilindro de operação de acoplamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

42) Quando o cone de travamento estiver na posição de "observar", o indicador de curso/travamento do acoplamento se mostrará como travado;

43) A pressão de fechamento de acoplamento pode ser agora aliviada e o esticamento dos componentes é transferido como um pré-tensionamento do dispositivo de travamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

44) Atuar o cilindro operado por vedações/agarramento mediante aplicação de pressão de fechamento hidráulico (operado a partir da sala de controle do ROV);

45) A pressão de fechamento hidráulico, primeiramente, impulsionará o pistão de operação

por compressão de vedações para comprimir a vedação estabelecida. Tão logo o curso de compressão completo seja alcançado, o indicador de curso/travamento por compressão das vedações se mostrará como travado;

46) Mediante pressurização contínua da pressão de fechamento no cilindro de operação de vedação/agarramento, o pistão de operação de agarramento é impulsionado para aumentar a força de agarramento;

47) A pressão hidráulica de fechamento por vedação/agarramento pode, agora, ser aliviada e as cargas dos componentes serão transferidas para o dispositivo de travamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

48) Atuar a junta esférica mediante aplicação de pressão de fechamento ao cilindro de operação de junta esférica (operado a partir da sala de controle do ROV);

49) Quando o curso completo for alcançado e o cone de travamento se encontrar na posição de travamento, o indicador de curso/travamento da junta esférica se mostrará como travado;

50) A pressão de fechamento da junta esférica pode, agora, ser aliviada e as cargas dos componentes serão transferidas para o dispositivo de travamento (operado a partir da sala de controle do ROV);

51) Fechar a válvula de isolamento do teste de pressão externa de gaxeta metálica e a válvula de isolamento do teste de pressão externa de vedação da junta esférica localizadas no painel de controle hidráulico do conector, usando um

dispositivo manipulador de 7 funções;

52) Garantir que a válvula de isolamento do teste de pressão externa das "vedações" da tubulação esteja aberta;

53) Aplicar pressão à câmara de teste externa às "vedações" da tubulação (operado a partir da sala de controle do ROV);

54) Fechar a válvula de isolamento de teste de pressão externa das "vedações" de tubulação, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

55) Ler a pressão de teste no calibrador de teste de pressão externa das "vedações" localizado no painel de controle hidráulico dos conectores;

56) Abrir a válvula de teste de pressão externa da junta esférica localizada no painel de controle hidráulico usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

57) Aplicar pressão à câmara de teste de pressão externa da junta esférica (operado a partir da sala de controle do ROV);

58) Fechar a válvula de isolamento de teste de pressão externa da junta esférica, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

59) Ler a pressão de teste no calibrador de teste de pressão externa da junta esférica localizado no painel de controle hidráulico;

60) Abrir a válvula de isolamento de teste de pressão externa de gaxeta metálica localizada no painel de controle hidráulico;

61) Aplicar pressão hidráulica ao acoplamento da câmara de pressão externa de gaxeta

metálica (operado a partir da sala de controle do ROV);

62) Fechar a válvula de isolamento do acoplamento de teste de pressão externa de gaxeta metálica localizada no painel de controle hidráulico usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

63) Ler a pressão de teste no calibrador de teste de pressão externa do acoplamento de gaxeta metálica localizado no painel de controle hidráulico;

64) Continuar a monitorar o tempo/queda de pressão de teste em todos os calibradores de teste de pressão;

65) Quando o teste do conector estiver finalizado, testar a válvula de isolamento de múltiplos calibradores de pressão, de modo que sejam sintonizados na posição de fechamento, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

66) Abrir a válvula de isolamento do inibidor de corrosão localizada no painel de controle hidráulico usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

67) O fluido de inibição de corrosão circulará do cilindro de armazenamento/compressão para o sistema de agarramento/vedação de conector, para a proteção dos componentes internos;

68) Garantir que o fluido de inibição de corrosão seja introduzido no conector; isso pode ser feito mediante leitura do indicador de curso do cilindro de armazenamento de corrosão;

69) Fechar a válvula de isolamento do inibidor de corrosão, usando um dispositivo

manipulador de 7 funções;

70) Mudar as funções hidráulicas de válvula da posição do grupo de funções hidráulicas no. 2, usando um dispositivo manipulador de 7 funções;

71) Desconectar o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" do painel hidráulico de controle do conector no. 1.

Conexão do Conector No. 1 Finalizada

72) Reposicionar o ROV para o conector no. 2;

73) Conectar o conector hidráulico de múltiplo "encaixe" à placa de encaixe montada no painel de controle hidráulico do conector no. 2;

74) Ativar o atuador hidráulico na placa de encaixe, de modo a garantir que o conector de múltiplo encaixe esteja na posição totalmente conectada através da leitura do indicador de posição de "encaixe" hidráulico (operado a partir da sala de controle do ROV);

75) Executar o procedimento de instalação a partir da sequência de números 38 a 71, com o conector no. 2;

76) Desconectar os blocos flutuantes de ambos os conectores e levantar os mesmos para a superfície;

77) Verificar uma vez mais todos os indicadores em ambos os conectores.

Instalação de Reparo da Tubulação Finalizada

[0030] Para aumentar ainda mais o entendimento da presente invenção, uma lista de peças componentes é apresentada abaixo.

Lista de Peças constantes dos Desenhos para o

Conector 40:

1. Junta esférica de longo gargalo;
2. Pistão de junta esférica;
3. Cilindro de junta esférica;
4. Cone de travamento de junta esférica;
5. Segmento de travamento;
6. Carcaça de conector;
7. Conjunto de vedação de tubulação;
8. Bucha de compressão do conjunto de vedação;
9. Pistão de compressão da vedação;
10. Cone de travamento;
11. Bucha interna de agarramento;
12. Bucha externa de agarramento;
13. Pistão do sistema de agarramento;
14. Cone de travamento de 3 estágios;
15. Cilindro do sistema de vedação/agarramento;
16. Tampa do conector;
17. Anel de compressão de vedação ambiental;
18. Vedação ambiental;
19. Tampa de vedação ambiental;
20. Anel espaçador da bucha de agarramento;
21. Indicador de curso/travamento da junta esférica;
22. Indicador de curso/travamento da compressão da vedação;
23. Indicador de curso/travamento de múltipla posição de agarramento;
24. Substituição de conexão soldada de extremidade de pino de tubulação;

- 25. Gaxeta de anel metálica;
- 26. Segmentos de braçadeira;
- 27. Anel atuador de segmentos de braçadeira;
- 28. Cilindro hidráulico;
- 29. Tampa de cilindro/carregador;
- 30. Bucha interna de cilindro hidráulico;
- 31. Cone de travamento;
- 32. Pistão de acoplamento;
- 33. Anel de tensionamento guia de segmentos de braçadeira;
- 34. Anel de tensionamento guia de segmentos;
- 35. Anel de tensionamento de acoplamento;
- 36. Indicador de curso/travamento de acoplamento.

Lista de Peças constantes dos Desenhos para a Ferramenta de Preparação (140)

- 101. Tubulação;
- 102. Mandril de múltiplos pinos;
- 103. Cone;
- 104. Pino;
- 105. Viga;
- 106. Haste de cilindro hidráulico do mandril;
- 107. Ferramenta de corte frontal;
- 108. Elemento tipo sino (suporte de ferramenta);
- 109. Ferramenta de corte chanfrado;
- 110. Eixo principal;
- 111. Cilindro hidráulico de percurso (alimentação axial);
- 112. Reservatório de graxa;

- 113. Motor hidráulico;
- 114. Caixa de engrenagem;
- 115. Cilindro hidráulico do mandril;
- 116. Liberação de emergência do mandril;
- 117. Gaiola de proteção;
- 118. Console do veículo;
- 119. Conector hidráulico rápido de múltiplas funções;
- 120. Peso maciço;
- 121. Flutuador;
- 122. Compensador de pressão;
- 123. Guia de funil de tubulação;

Lista de Peças constantes dos Desenhos para a Ferramenta de Levantamento 440

- 401. Estrutura principal;
- 402. Vagonete;
- 403. Cilindro hidráulico de suspensão telescópica;
- 404. Cabeçote de suspensão;
- 405. Garra;
- 406. Cilindro hidráulico operado por garras;
- 407. Metade inferior de junta esférica do cabeçote de suspensão;
- 408. Metade superior de junta esférica do cabeçote de suspensão;
- 409. Pórtico;
- 410. Viga horizontal do pórtico
- 411. Cilindro hidráulico de nivelamento;
- 412. Cilindro hidráulico estendido do pórtico;
- 413. Sapata;
- 414. Cilindro hidráulico de operação de

vagonete de suspensão.

REIVINDICAÇÕES

1. Conector de reparo de tubulação (40) para um sistema de tubulação submarina, disposto para ser abaixado no fundo do oceano para substituição de tubulações no fundo do oceano, onde o conector compreende uma carcaça de conector (6) para agarramento e vedação das extremidades da tubulação e um funil de entrada para recebimento de pelo menos uma das extremidades de tubulação, caracterizado pelo fato de que

uma primeira parte da carcaça (6) compreende uma disposição pressurizada de agarramento e vedação (70), para recebimento e agarramento de uma extremidade de tubulação existente (80) na carcaça (6) do conector, a disposição de agarramento e vedação (70) compreendendo um sistema hidráulico de ajuste de vedação com um dispositivo de travamento de uma posição, e um sistema hidráulico de agarramento com um dispositivo de travamento múltiplo,

uma segunda parte da carcaça compreende um acoplamento de peso leve (HQS) (60) de vedação rápida e operado por pressão, para recebimento e agarramento de uma tubulação de substituição (82) na carcaça (6) do conector, o acoplamento de vedação rápida hidráulico (60) do conector de reparo da tubulação (40) é uma conexão tipo cubo/braçadeira, com um sistema de vedação de metal com metal, e

na parte intermediária entre as extremidades da carcaça, se dispõe uma junta esférica pressurizada de alinhamento (50), a junta esférica de alinhamento (50) do conector de reparo

da tubulação sendo uma junta esférica hidráulicamente operada de conexão tipo flexível, com vedações elastoméricas,

onde todos os componentes são adaptados para ser hidráulicamente pressurizados para uma posição de travamento mecânico e para proporcionar uma vedação com a parte de envolvimento.

2. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a disposição de agarramento e vedação (70) compreende pelo menos um elemento dentre: um cilindro hidráulico conector (15); um pistão de operação hidráulica (9) para compressão do conjunto de vedação; um pistão de operação hidráulica (13) para operação de agarramento; uma bucha de compressão (8) do conjunto de vedação; uma bucha externa (12) de agarramento; um cone de travamento (10) do conjunto de vedação; um cone de travamento (14) de múltiplos travamentos para operação de agarramento, segmentos de travamento do conjunto de vedação e segmentos de travamento de múltiplos estágios para agarramento.

3. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a junta esférica de alinhamento (50) do conector de reparo de tubulação (40) compreende pelo menos dois cilindros pressurizados (52) para posicionamento e ajuste de um alinhamento correto da junta esférica, projetados para compensar desalinhamentos da tubulação de até pelo menos 14 graus em qualquer direção, onde um atuador hidráulico é projetado com uma posição de "dispositivo de travamento", de modo a manter a vedação e a junta esférica em contato

quando o sistema hidráulico apresentar uma máxima pressão interna e máxima flexão encontrados.

4. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a junta esférica de alinhamento (50) compreende pelo menos um elemento dentre: um pistão de operação hidráulica (2) de junta esférica; um cone de travamento (4); um cilindro de operação (3) e segmentos de travamento (5).

5. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o acoplamento de vedação rápida hidráulico (60) do conector de reparo de tubulação (40) é projetado com pelo menos um pistão/atuador de operação anular, com uma grande área de pistão que cria uma alta força de fechamento.

6. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as partes dinâmicas do acoplamento de vedação rápida (60) são projetadas com um dispositivo de "travamento de posição", de modo a manter o contato de vedação metal com metal quando a máxima pressão interna e máximos momentos fletores do sistema forem encontrados e onde o sistema de vedação de metal com metal compreende um anel de gaxeta metálico, o qual proporciona uma vedação de alta pressão entre os cubos.

7. Conector de reparo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o sistema de acoplamento de vedação rápida (60) do conector de reparo de tubulação (40) compreende pelo menos as seguintes partes: um cilindro operacional de acoplamento hidráulico (28); um

pistão operacional de acoplamento (32); um cone de travamento (31); um anel atuador de braçadeira de acoplamento (27); um segmento de braçadeira de acoplamento (26); um gargalo longo de junta esférica (1) e uma gaxeta metálica (25).

8. Sistema para substituição de tubulações no fundo do oceano, compreendendo um conector de reparo de tubulação do tipo definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de uma ferramenta de preparação hidráulica (140) compreender um corpo alongado com um mandril pressurizado (102) em uma extremidade para recebimento de uma extremidade de tubo, adaptada para o reparo de defeitos de raios e de ovalização, e uma ferramenta móvel para operação de fresagem e chanfro (109) para fresagem da superfície externa do tubo para remoção de revestimento, costura de solda do tubo e/ou outros defeitos, e também para acabamento e chanfro de superfícies de extremidade do tubo, compreendendo adicionalmente uma estrutura de proteção e guia (123) adaptada para ser implantada sobre uma extremidade de tubo.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma ferramenta de levantamento e posicionamento ajustáveis (440), a ferramenta compreendendo uma pluralidade de cilindros pressurizados adaptados para nivelar a ferramenta em operação no fundo do oceano, e também para aumentar a estabilidade da ferramenta e ajustar a posição das pernas da ferramenta, um dispositivo de agarramento para agarrar a tubulação

e uma pluralidade de cilindros pressurizados para posicionamento e levantamento da tubulação.

1/7

40 →

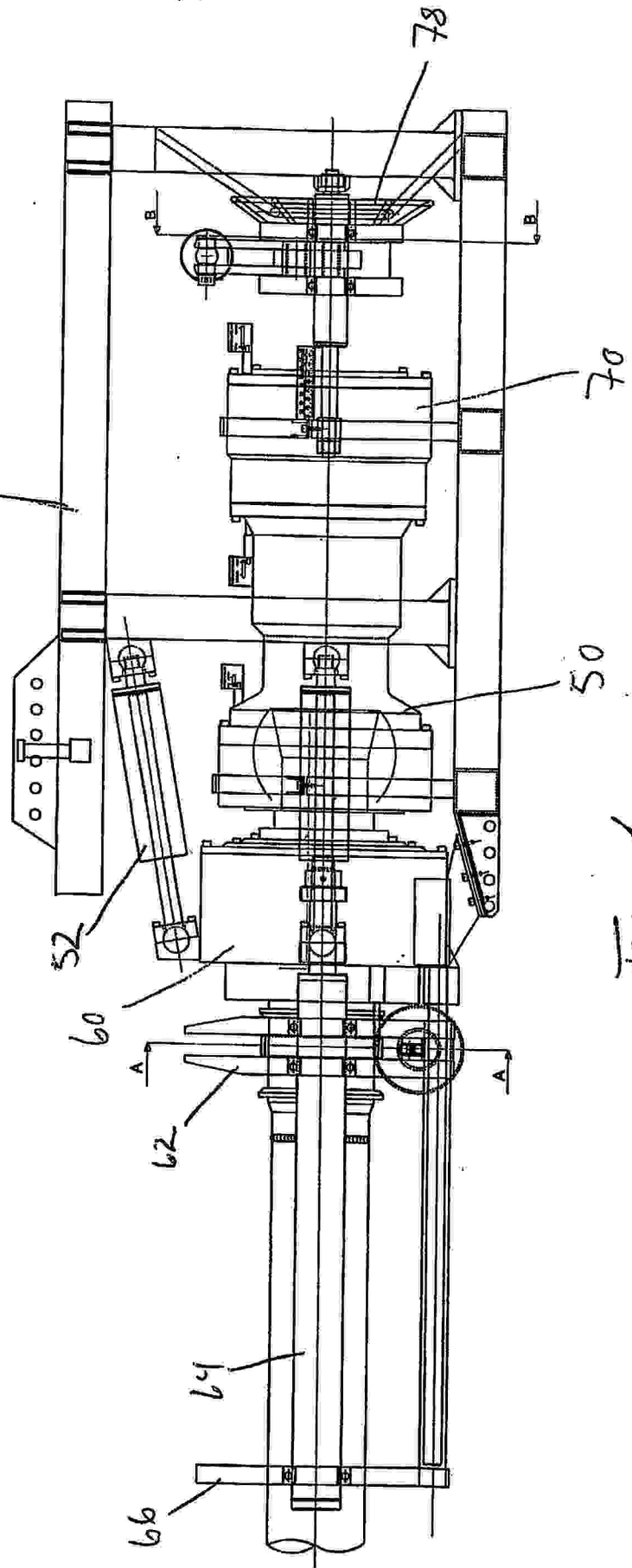


Fig. 1

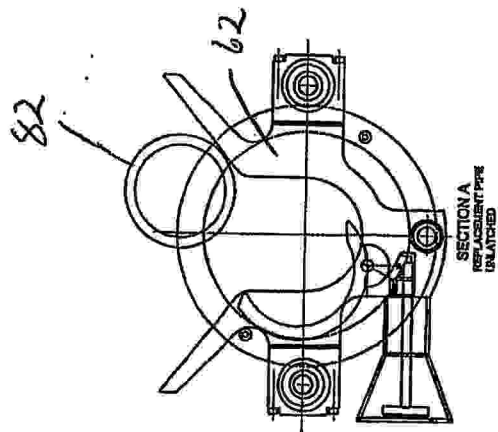


Fig. 2

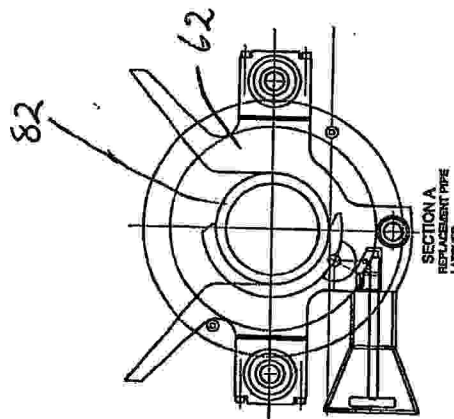


Fig. 3

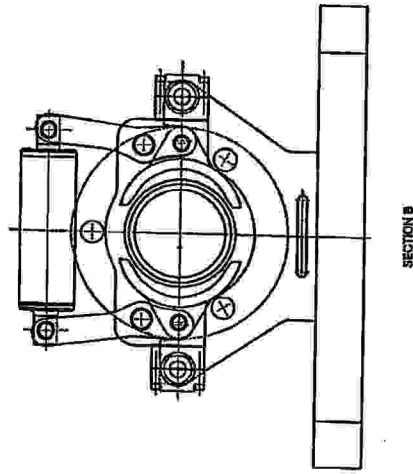


Fig. 4

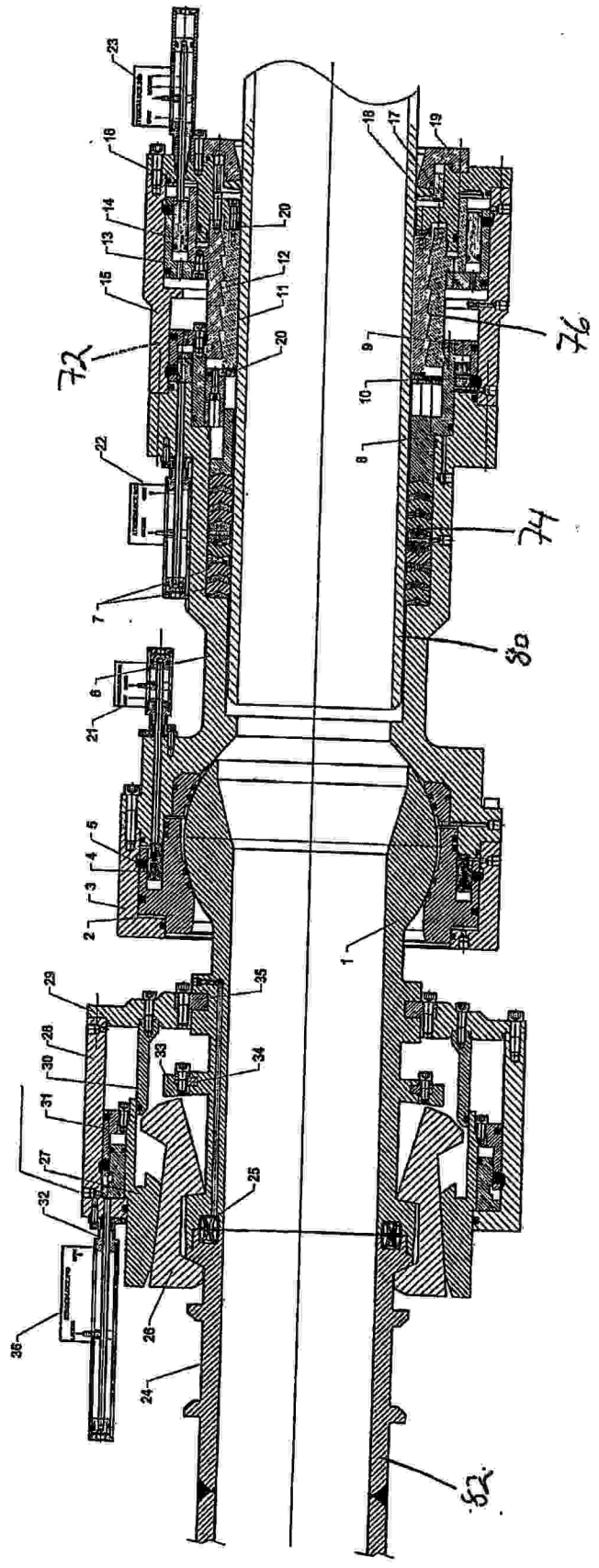


Fig. 5

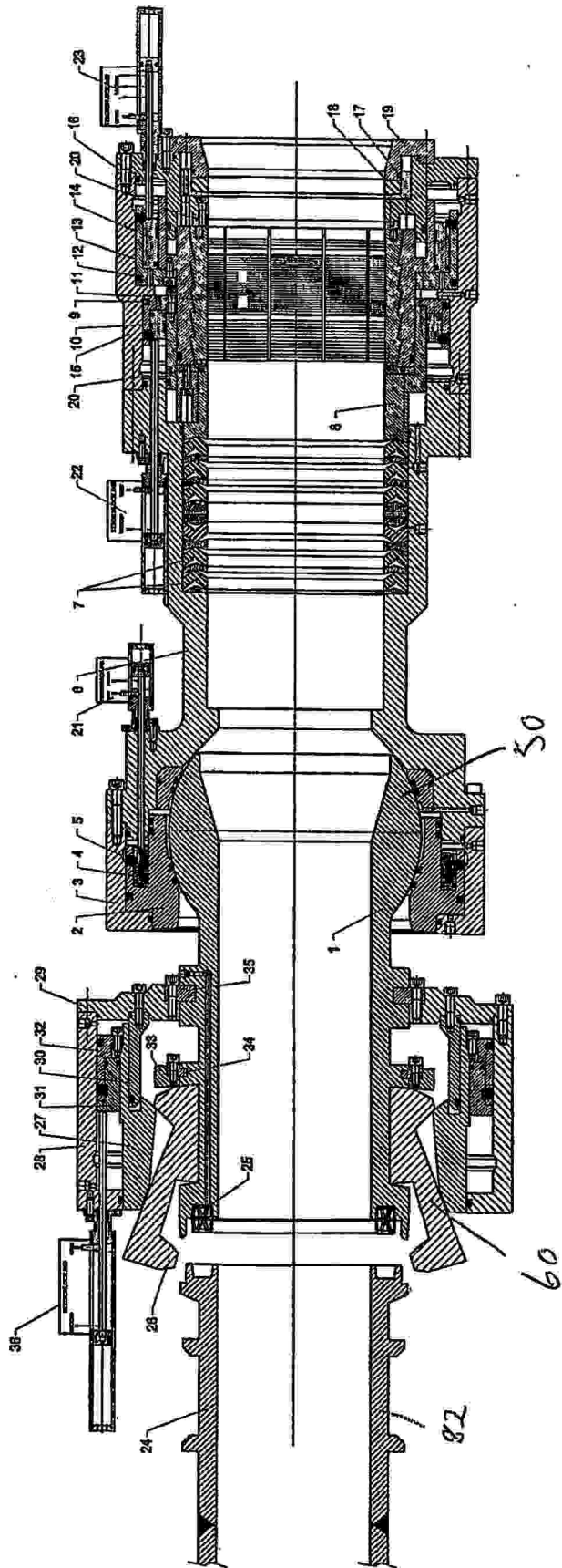


Fig. 6

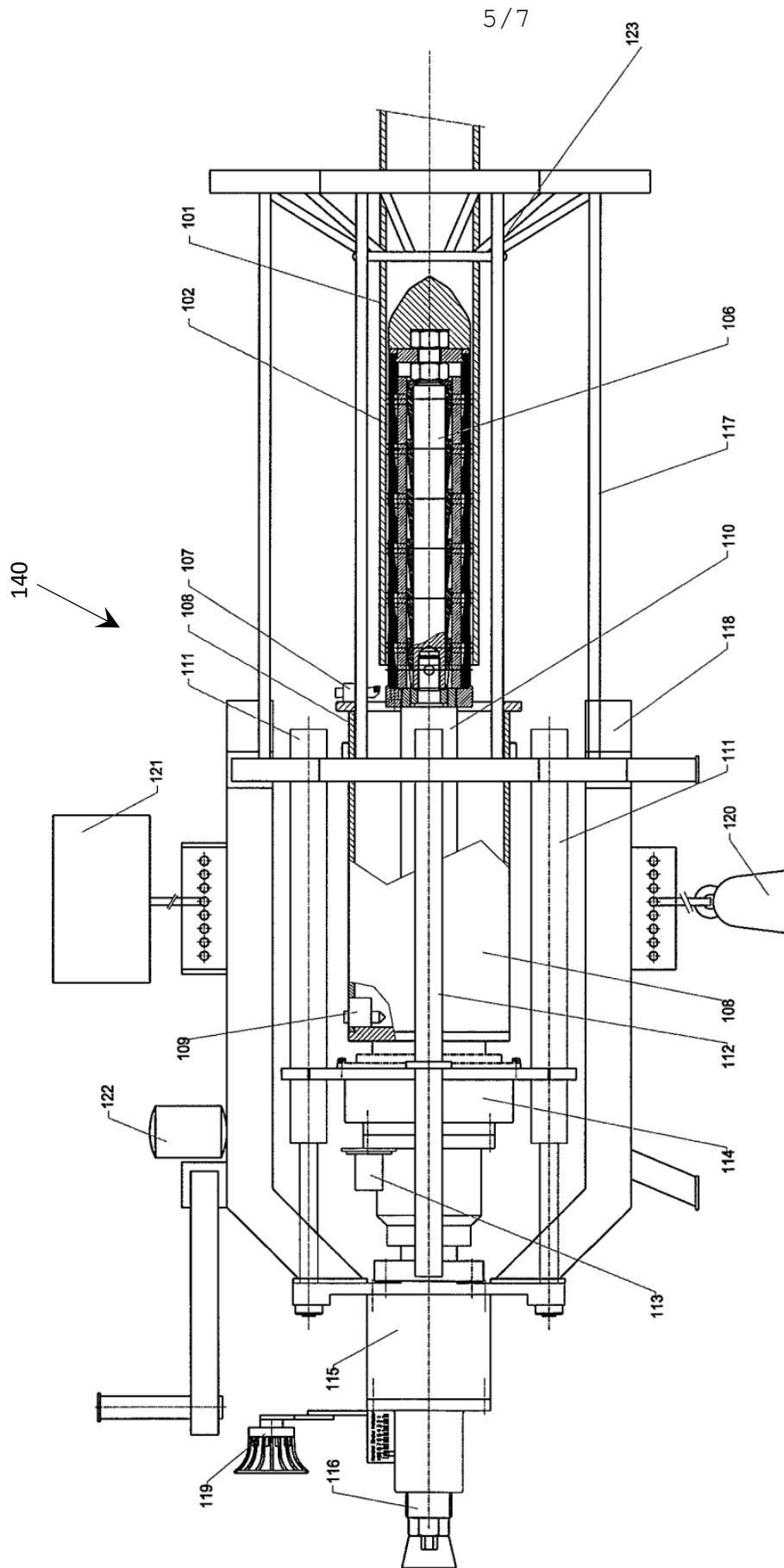


Fig. 7

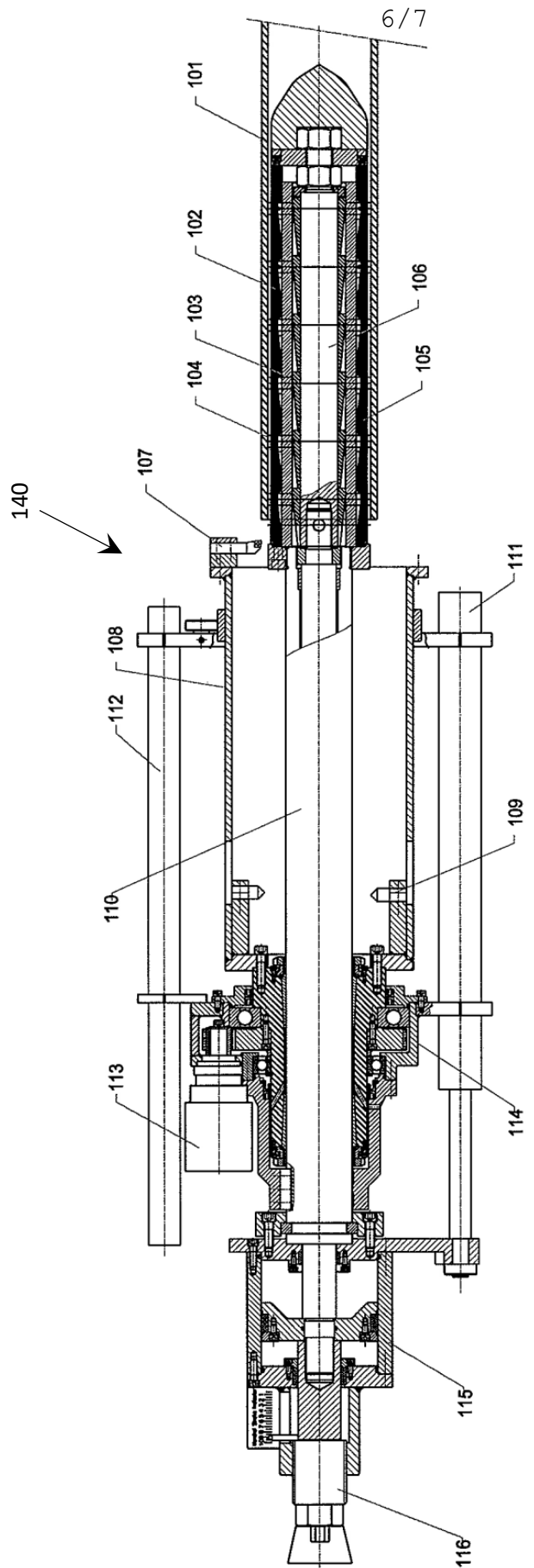


Fig. 8

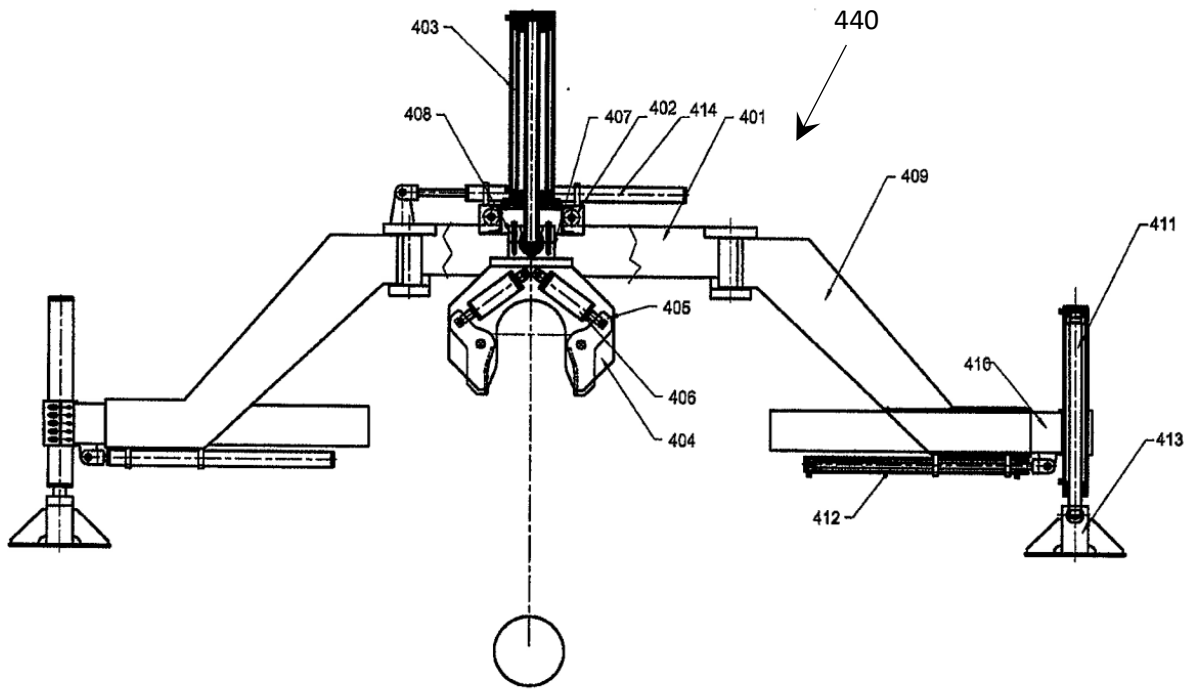


Fig. 9

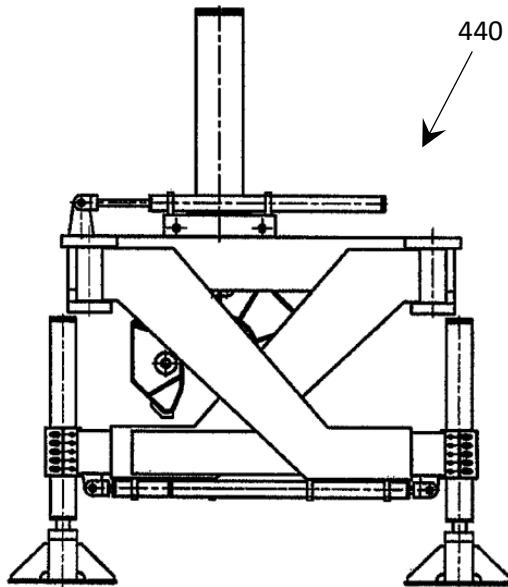


Fig. 10