



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

(21) BR 102021008661-0 A2



(22) Data do Depósito: 04/05/2021

(43) Data da Publicação Nacional: 22/02/2022

(54) Título: DISPOSITIVO DE ALINHAMENTO DE SUSPENSOR DE TUBULAÇÃO

(51) Int. Cl.: E21B 33/04; E21B 33/043.

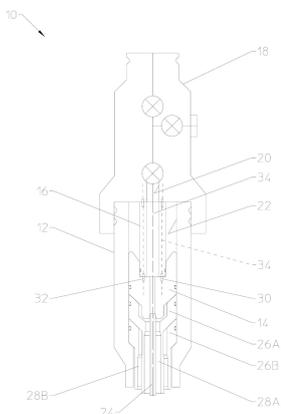
(52) CPC: E21B 33/04; E21B 33/043.

(30) Prioridade Unionista: 04/12/2020 US 17/112,951; 07/05/2020 US 16/869,452.

(71) Depositante(es): DRIL-QUIP, INC..

(72) Inventor(es): ANDREW MITCHELL; ROBERT BUXTON; DAVID SCANTLEBURY; MATHEW CROTWELL; GREGORY NORWOOD; JUSTIN RYE.

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE ALINHAMENTO DE SUSPENSOR DE TUBULAÇÃO. A presente invenção refere-se a sistemas e métodos para assentar um suspensor de tubulação em uma cabeça de poço e, em seguida, orientar um alojamento tubular (por exemplo, árvore, carretel ou corpo de conexão de linha de fluxo) em relação ao suspensor de tubulação durante o assentamento do alojamento tubular na cabeça de poço. Os sistemas podem incluir um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação, em que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação inclui uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica que se estendem através das mesmas e um ou mais acoplamentos dispostos em uma extremidade inferior do mesmo. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é configurado para acoplar uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica no alojamento tubular com um ou mais acoplamentos hidráulicos, elétricos ou de fibra óptica no suspensor de tubulação durante o assentamento do alojamento tubular na cabeça de poço, independentemente de uma orientação relativa do suspensor de tubulação e do alojamento tubular em relação à cabeça de poço.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"DISPOSITIVO DE ALINHAMENTO DE SUSPENSOR DE TUBULAÇÃO".

[0001] O presente pedido é uma continuação em parte da reivindicação do benefício do pedido de patente U.S. Nº. de Série 16/111.987, intitulado "Tubing Hanger Alignment Device", depositado em 24 de agosto de 2018, que reivindica a prioridade do Pedido de Patente Provisório Nº. de Série 62/574.491, intitulado "Tubing Hanger Alignment Device", depositado em 19 de outubro de 2017.

CAMPO TÉCNICO

[0002] A presente invenção refere-se geralmente a sistemas de cabeça de poço e, mais particularmente, a dispositivos de alinhamento de suspensor de tubulação usados para alinhar adequadamente uma árvore a um suspensor de tubulação em uma cabeça de poço, independentemente da orientação em que a árvore está posicionada na cabeça de poço.

ANTECEDENTES

[0003] Os sistemas de cabeça de poço convencionais incluem um alojamento de cabeça de poço montado na extremidade superior de uma coluna de revestimento de subsuperfície que se estende para o furo de poço. Durante um procedimento de perfuração, um riser de perfuração e BOP são instalados acima de um alojamento de cabeça de poço (cabeça de revestimento) para fornecer controle de pressão conforme o revestimento é instalado, com cada coluna de revestimento tendo um suspensor de revestimento em sua extremidade superior para assentar em um ombro dentro do alojamento da cabeça de poço. Uma coluna de tubulação é então instalada através do furo de poço. Um suspensor de tubulação conectável à extremidade superior da coluna de tubulação é suportado dentro do alojamento da cabeça de poço

acima do suspensor de revestimento para suspender a coluna de tubulação dentro da coluna de revestimento. Após a conclusão deste processo, o BOP é substituído por uma árvore de Natal instalada acima do alojamento da cabeça de poço, com a árvore tendo uma válvula para permitir que o óleo ou gás seja produzido e direcionado para linhas de fluxo para transporte para uma instalação desejada.

[0004] O suspensor de tubulação contém vários furos e acoplamentos, que requerem alinhamento preciso com as porções correspondentes da árvore. Convencionalmente, existem duas maneiras de obter a orientação de uma árvore em relação a um suspensor de tubulação. O primeiro usa um conjunto de carretel de tubulação, que trava à cabeça de poço e fornece recursos de assentamento e orientação. O carretel de tubulação é muito dispendioso, entretanto, e adiciona altura ao empilhamento geral. Além disso, o carretel da tubulação é tão pesado que poucos navios de classe de trabalho podem instalá-lo, e frequentemente requer a instalação por navios de perfuração dispendiosos. Além disso, o riser de perfuração deve ser removido para instalar o carretel de tubulação.

[0005] O segundo método de orientar uma árvore em relação a um suspensor de tubulação envolve o uso de um pino hidráulico de pilha de preventor de explosão ("BOP") e junta adaptadora de orientação. Este método requer conhecimento detalhado da pilha BOP particular para instalar com precisão um pino acionado hidráulicamente, que se projeta no furo da pilha BOP. Uma hélice de orientação é fixada acima da ferramenta de execução do suspensor de tubulação e, conforme o suspensor de tubulação assenta, a hélice engata no pino hidráulico e orienta os furos de tubulação para uma direção definida. Este método requer desenhos precisos das elevações da pilha BOP e espaçamento entre o furo principal e os flanges de saída, o que pode exigir horas de levantamento e múltiplas viagens para fazer medições. Existe espaço

para erros com este método, especialmente em plataformas mais antigas. Portanto, esse método requer um planejamento inicial significativo. Além disso, definir a luva de bloqueio na cabeça de poço geralmente requer uma plataforma porque o BOP deve permanecer no lugar como um ponto de referência para a orientação do suspensor de tubulação e luva de bloqueio correspondente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0006] Para uma compreensão mais completa da presente descrição e suas características e vantagens, agora é feita referência à seguinte descrição, tomada em conjunto com as Figuras anexas, nas quais:

[0007] A Figura 1 é uma vista esquemática em corte de componentes de um sistema de produção tendo um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0008] A Figura 2 é uma vista em seção transversal de um sistema de produção que compreende um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação com um mecanismo de alinhamento de tubulação em espiral, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0009] A Figura 2A é uma vista em perspectiva de um sub pata de mula ("mule shoe sub") usado no dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação da Figura 2, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0010] A Figura 3 é uma vista em seção transversal de um sistema de produção que compreende um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação com um mecanismo de alinhamento de tubulação em espiral, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0011] A Figura 3A é uma vista em seção transversal de um

suspensor de tubulação equipado com um sub pata de mula usado no sistema de produção da Figura 3, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0012] A Figura 3B é uma ilustração esquemática de um perfil de pata de mula e interface de chave de alinhamento um com o outro, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0013] As Figuras 4A e 4B são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, de um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação em uma configuração de execução com um mecanismo de alinhamento de tubulação espiralada, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0014] As Figuras 5A e 5B são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação das Figura 4A e 4B em uma configuração de alinhamento, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0015] As Figuras 6A e 6B são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação das Figura 4A a 5B em uma configuração alinhada, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0016] As Figuras 7A e 7B são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação das Figuras 4A a 6B em uma configuração com o corpo inferior liberado, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0017] As Figuras 8A e 8B são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação das Figuras 4A a 7B em uma configuração assentada, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0018] A Figura 9 é uma vista em seção transversal de um sistema de produção que compreende um dispositivo de alinhamento de

suspensor de tubulação com um mecanismo de alinhamento de fenda helicoidal, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0019] A Figura 10 é uma vista lateral de um corpo de alinhamento usado no dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação da Figura 9, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0020] A Figura 11 é uma vista em seção transversal de um sistema de produção que compreende um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação com um mecanismo de alinhamento de mola de torção, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0021] A Figura 12 é outra vista em seção transversal do sistema de produção da Figura 11, tomada ao longo de uma seção transversal diferente, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0022] A Figura 13 é uma vista em seção transversal parcial de um sistema de produção que compreende um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação com um mecanismo de alinhamento baseado em plugue, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0023] A Figura 14 é uma vista em seção transversal de um conjunto de plugue usado no dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação da Figura 13 em uma posição de execução, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0024] A Figura 15 é uma vista em seção transversal do conjunto de plugue da Figura 14 sendo bloqueado em um suspensor de tubulação, de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0025] A Figura 16 é uma vista em seção transversal do conjunto de plugue das Figuras 14 e 15 com uma luva de alinhamento sendo ajustada de acordo com uma modalidade da presente descrição;

[0026] A Figura 17 é uma vista em seção transversal de um componente da árvore sendo colocado no conjunto de plugue das

Figuras 14 a 16, de acordo com uma modalidade da presente descrição;
e

[0027] A Figura 18 é uma vista em seção transversal do componente da árvore sendo assentado e alinhado com o suspensor de tubulação por meio do conjunto de plugue das Figuras 14 a 17, de acordo com uma modalidade da presente descrição.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0028] Modalidades ilustrativas da presente descrição são descritas em detalhes neste documento. Por motivos de clareza, nem todos os recursos de uma implementação real são descritos nesta especificação. É claro que será apreciado que no desenvolvimento de qualquer modalidade real, várias decisões específicas de implementação devem ser feitas para atingir os objetivos específicos dos desenvolvedores, como conformidade com restrições relacionadas ao sistema e relacionadas ao negócio, que irão variar de uma implementação para outra. Além disso, será apreciado que tal esforço de desenvolvimento pode ser complexo e demorado, mas seria, no entanto, uma tarefa de rotina para aqueles versados na técnica tendo o benefício da presente descrição. Além disso, de forma alguma os exemplos a seguir devem ser lidos para limitar ou definir o escopo da descrição.

[0029] Certas modalidades de acordo com a presente descrição podem ser direcionadas a um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação usado para orientar adequadamente um alojamento tubular (por exemplo, uma árvore, carretel ou corpo de conexão de linha de fluxo) que está sendo assentado em uma cabeça de poço em relação a um suspensor de tubulação que é definido na cabeça de poço.

[0030] Na discussão a seguir, o termo "árvore" será usado para se referir a qualquer tipo de componente que é colocado em uma cabeça de poço, tem uma ou mais linhas de fluxo estendendo-se através dela e tem um ou mais caminhos de fluxo de comunicação (por exemplo,

elétrico, fibra óptica, ou hidráulico) para se comunicar com caminhos de fluxo de comunicação no suspensor de tubulação associado. O termo "árvore" será usado ao longo deste pedido para se referir a um alojamento tubular, que pode incluir qualquer um de um corpo de árvore, um carretel ou um corpo de conexão de linha de fluxo.

[0031] Em sistemas de cabeça de poço, uma árvore (ou carretel, ou corpo de conexão de linha de fluxo, conector) que está posicionada na cabeça de poço deve ser orientada adequadamente em relação ao suspensor de tubulação que é colocado na cabeça de poço. Isso ocorre porque há uma série de acoplamentos ou stabs que devem ser feitos entre a coluna de tubulação e a árvore, de modo a permitir que sinais elétricos, hidráulicos e/ou de fibra óptica sejam comunicados da árvore para o suspensor de tubulação e vários componentes de fundo de poço. Os métodos existentes para orientar uma árvore em relação a um suspensor de tubulação na cabeça de poço envolvem o uso de um carretel de tubulação dispendioso ou um pino hidráulico de pilha BOP e junta adaptadora de orientação, que pode ser difícil de colocar corretamente na cabeça de poço e dispendiosa para ajustar se incorretamente colocada.

[0032] A presente descrição é direcionada a sistemas e métodos para assentar um suspensor de tubulação em uma cabeça de poço sem levar em conta sua orientação e assentamento em uma árvore em qualquer orientação desejada pelo operador. A árvore pode assentar em qualquer orientação e os sistemas e métodos de acordo com a presente invenção podem ser usados para orientar os vários acoplamentos (por exemplo, o elétrico, hidráulico e/ou fibra óptica) em relação ao suspensor de tubulação enquanto assenta a árvore na cabeça de poço. Isso é realizado sem o uso de um carretel de tubulação ou uma pilha BOP com um pino de orientação. Isso pode economizar muito dinheiro para o operador (na ordem de milhões de dólares), uma

vez que nenhum carretel de tubulação é necessário para realizar a orientação. Além disso, os sistemas e métodos divulgados pouparam dinheiro ao operador porque evitam a possibilidade de remediação dispendiosa associada a um BOP posicionado incorretamente. Os dispositivos de alinhamento do suspensor de tubulação são capazes de alinhar a árvore ao suspensor de tubulação independente da orientação original da árvore no início do processo de assentamento. Essencialmente, os dispositivos de alinhamento de suspensor de tubulação divulgados permitem que a árvore funcione como uma "árvore auto-orientada". A árvore pode ser assentada em qualquer orientação desejada pelo operador. A presente invenção provê, assim, um autoalinhamento e orientação de acoplamentos ou stabs que devem ser feitos entre a coluna de tubulação e a árvore, de modo a permitir que sinais elétricos, hidráulicos e/ou de fibra óptica sejam comunicados da árvore para o suspensor de tubulação e vários componentes de fundo de poço.

[0033] Voltando agora aos desenhos, a Figura 1 ilustra certos componentes de um sistema de produção submarino 10 no qual os dispositivos de alinhamento de suspensor de tubulação divulgados podem ser utilizados. O sistema de produção 10 representado na Figura 1 pode incluir uma cabeça de poço 12, um suspensor de tubulação 14, um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 e uma árvore 18 (que pode ser um corpo de árvore, um carretel ou um corpo de conexão de linha de fluxo). Como aqueles versados na técnica apreciarão, o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 pode ser acoplado ao suspensor de tubulação 14 ou árvore 18 (não mostrado) antes do assentamento ou alternativamente assentado independente de ambos os dispositivos (não mostrado). A árvore 18 pode incluir várias válvulas para acoplar de forma fluida um furo vertical 20 formado através da árvore 18 a um ou mais caminhos de fluxo de

produção a jusante, tal como um jumper de poço, por exemplo. A árvore 18 pode ser conectada e vedada contra a cabeça de poço 12. O suspensor de tubulação 14 pode ser acoplado de maneira fluida ao furo 20 da árvore 18.

[0034] Como mostrado, o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 pode conectar a árvore 18 ao suspensor de tubulação 14. Em outras modalidades, o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação pode incluir um plugue que é removido de forma removível dentro do suspensor de tubulação 14 uma ou mais vezes ao longo de um processo de conclusão, conforme descrito abaixo. Em tais casos, o suspensor de tubulação 14 pode ser conectado e vedado contra a árvore 18 por meio de uma luva de isolamento que é parte integrante da árvore 18.

[0035] O suspensor de tubulação 14 pode ser colocado e vedado contra um furo 22 da cabeça de poço 12, como mostrado. O suspensor de tubulação 14 pode suspender uma coluna de tubulação 24 para dentro e através da cabeça de poço 12. Da mesma forma, um ou mais suspensores de revestimento (por exemplo, suspensor de revestimento interno 26A e suspensor de revestimento externo 26B) podem ser mantidos dentro e vedados contra o furo 22 da cabeça de poço 12 e usado para suspender colunas de revestimento correspondentes (por exemplo, coluna de revestimento interno 28A e coluna de revestimento externo 28B) através da cabeça de poço 12.

[0036] Na modalidade ilustrada, o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 pode incluir uma ou mais linhas de comunicação (por exemplo, linhas de fluido hidráulico, linhas elétricas e/ou cabos de fibra óptica) 30 dispostos através dos mesmos e usados para acoplar comunicativamente a árvore 18 ao suspensor de tubulação 14. O suspensor de tubulação 14 pode incluir acoplamentos ou stabs 32 localizados no topo do suspensor de tubulação 14 em uma orientação

específica em relação a um eixo longitudinal 34. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 é configurado para facilitar uma conexão de acoplamento que acopla comunicativamente a árvore 18 para os acoplamentos/stabs 32 no suspensor de tubulação 14 conforme a árvore 18 é assentada na cabeça de poço 12, independentemente da orientação em que a árvore 18 é inicialmente posicionada durante o processo de assentamento.

[0037] Arranjos diferentes de um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 serão agora divulgados nas seções seguintes desta descrição. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação pode utilizar um mecanismo de alinhamento de tubulação em espiral, um mecanismo de alinhamento de fenda helicoidal, um mecanismo de alinhamento de mola de torção ou um mecanismo de alinhamento baseado em plugue.

Mecanismo de Alinhamento de Tubulação em Espiral

[0038] Um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 tendo um mecanismo de tubulação espiralada será descrito com referência às Figuras 2 a 3B. Os dispositivos de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 2 e 3 cada um inclui um sub pata de mula 110 (110A), uma chave de alinhamento 112 (112A), um sub stab de produção 114 e um ou mais comprimentos de tubulação hidráulica em espiral e/ou conduítes elétricos 116. O arranjo e interação destes componentes serão descritos agora.

[0039] As Figuras 2 e 2A ilustram uma modalidade do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 em que um sub pata de mula 110 é fixado à árvore 18 e abaixado junto com a árvore 18 no suspensor de tubulação 14 para acoplar e alinhar a árvore 18 com o suspensor de tubulação 14. Em tais modalidades, uma chave de alinhamento 112 faz parte do suspensor de tubulação 14. Em outras modalidades, porém, esta configuração é invertida. Por exemplo, como mostrado nas Figuras

3 e 3A, uma chave de alinhamento 112A em uma sub rotação 134 pode ser fixada à árvore 18 e abaixada junto com a árvore 18 no suspensor de tubulação 14 para acoplar e alinhar a árvore 18 com o suspensor de tubulação 14, enquanto um sub pata de mula 110A pode ser parte do suspensor de tubulação 14.

[0040] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 2 e 2A serão agora descritos. A sub pata de mula 110 das Figuras 2 e 2A podem alojar acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica padrão 118 que fazem interface com os acoplamentos/stabs 32 correspondentes em uma extremidade superior do suspensor de tubulação 14 após o assentamento da árvore 18. A sub pata de mula 110 é geralmente montado para o sub stab de produção 114, conforme mostrado. A sub pata de mula 110 pode incluir portas de fluido hidráulico e/ou cabos elétricos 120 se estendendo através dos mesmos. As portas e/ou cabos 120 podem ser conectados a ou através da tubulação hidráulica em espiral e/ou conduítes elétricos 116 no topo da sub pata de mula 110 para permitir que a sub pata de mula 110 gire em relação ao corpo da árvore 18. Cabos elétricos e/ou portas hidráulicas 120 dispostos através da sub pata de mula 110 são terminados em uma série de contatos elétricos de acoplamento úmido e/ou conectores hidráulicos 118 que fazem interface com o suspensor de tubulação 14 no fundo da sub pata de mula 110.

[0041] A sub pata de mula 110 é capaz de girar em relação ao corpo da árvore 18 e o sub stab de produção 114. Um perfil de pata de mula conduz a sub pata de mula 110 para girar conforme ele é abaixado através da cabeça de poço 112. O perfil de pata de mula 122 é ilustrado na Figura 2A. O perfil de pata de mula 122 é um perfil formado em torno da circunferência externa da sub pata de mula 110, como mostrado. O perfil de pata de mula 122 pode apresentar uma borda saliente que se inclina em uma direção relativamente para baixo (seta 124) de um lado

da sub pata de mula em ambas as direções circunferencialmente em torno do sub 110 (setas 126) para um lado oposto 128 da sub pata de mula 110. No ponto mais baixo no lado 128 do perfil de pata de mula 122, o perfil 122 pode incluir uma fenda de alinhamento 130. A fenda de alinhamento 130 pode ser orientada na direção para baixo (seta 124).

[0042] Conforme mostrado na Figura 2, a chave de alinhamento 112 pode ser montada diretamente no suspensor de tubulação 14. O perfil de pata de mula 122 pode conduzir a sub pata de mula 110 para girar contra a chave de alinhamento 112 até que a chave de alinhamento 112 seja ajustada na fenda de alinhamento 130. Neste ponto, a sub pata de mula 110 será devidamente orientada em relação ao suspensor de tubulação 14 de modo a fazer as conexões de acoplamento desejadas na interface dos acoplamentos 118 e 32. Como tal, a rotação da sub pata de mula 110 para quando os acoplamentos 118 da sub pata de mula 110 está alinhado aos acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14.

[0043] Sub stab de produção 114 pode ser montado no corpo da árvore 18. A sub pata de mula 110 está disposta em torno de uma circunferência externa do sub stab de produção 114. Sub stab de produção 114 pode reter a sub pata de mula 110 nele enquanto permite a sub pata de mula 110 liberdade rotacional sobre o sub stab de produção 114. Como tal, o sub stab de produção 114 acopla rotativamente a sub pata de mula 110 à árvore 18. A sub pata de mula 110 é capaz de girar em relação ao sub stab de produção 114 e à árvore 18 quando a árvore 18 está sendo abaixada na cabeça de poço 12.

[0044] A tubulação hidráulica em espiral (116) provê um caminho de comunicação para o fluido hidráulico sendo comunicado a partir de portas de fluido na árvore 18 para portas de fluido correspondentes na sub pata de mula 110 e, finalmente, o suspensor de tubulação 14. O arranjo em espiral da tubulação hidráulica (116) permite que a tubulação

para flexionar conforme a sub pata de mula 110 gire em qualquer direção para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação 14 enquanto a árvore 18 está sendo abaixada.

[0045] Os conduítes elétricos (116) fornecem um caminho de comunicação para sinais elétricos e/ou de fibra óptica sendo comunicados a partir de cabos na árvore 18 para cabos correspondentes na sub pata de mula 110 e, finalmente, o suspensor de tubulação 14. O arranjo em espiral dos conduítes elétricos (116) permite que o conduíte para flexionar conforme a sub pata de mula 110 gire em qualquer direção para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação 14 enquanto a árvore 18 está sendo abaixada.

[0046] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 2 e 2A serão agora descritos. O sub stab de produção 114 pode ser instalado em uma porção inferior da árvore 18. O sub stab de produção 114 pode ser acoplado à árvore 18 por meio de fios, um anel de bloqueio ou qualquer outro método conhecido. O sub stab de produção 114 pode ser conectado à árvore 18 de uma maneira que não permite a rotação do sub stab de produção 114 em relação à árvore 18. Em outras modalidades, o sub stab de produção 114 pode ser formado integralmente com a árvore 18.

[0047] O método também pode incluir a instalação da sub pata de mula 110 na sub stab de produção 114. A sub pata de mula 110 pode ser disposto em torno da circunferência externa da sub stab de produção 114 geralmente cilíndrico e a sub pata de mula 110 pode ser rotativamente acoplado ao sub stab de produção 114. A sub pata de mula 110, por exemplo, pode ser conectado ao exterior do sub stab de produção 114 através de uma interface de rolamento que permite a rotação livre da sub pata de mula 110 em torno do sub stab de produção

114 enquanto esses componentes são abaixados através da cabeça de poço 12.

[0048] Os um ou mais comprimentos de tubulação hidráulica e/ou conduítes elétricos 116 podem ser conectados entre o fundo do corpo da árvore 18 e o topo da sub pata de mula 110. Os conduítes elétricos e/ou tubulação hidráulica 116 podem ser enrolados em torno do diâmetro externo do sub stab de produção 114 em um espaço localizado longitudinalmente entre a árvore 18 e a sub pata de mula 110. Em algumas modalidades, os conduítes e/ou a tubulação 116 podem ser estendidos para cima a partir dos cabos conectados e/ou portas 120 na sub pata de mula 110, enrolado uma ou mais vezes em torno do sub stab de produção 114 e conectado aos contatos 132 em uma extremidade inferior do corpo da árvore 18. Em outras modalidades, os conduítes e/ou tubulação 116 podem ser estendidos a partir de uma interface na extremidade inferior do corpo de árvore 18, em espiral uma ou mais vezes em torno do sub stab de produção 114 e conectada a cabos e/ou portas 120 na sub pata de mula 110 por meio de contatos em uma extremidade superior da sub pata de mula 110.

[0049] Durante a montagem do conjunto de suspensor de tubulação, a chave de alinhamento 112 é instalada ao longo de um diâmetro interno do suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento 112 pode ser instalada com segurança dentro de um recesso formado no suspensor de tubulação 14 ao longo do diâmetro interno. Como mostrado, a chave de alinhamento 112 está disposta em uma posição particular ao longo da circunferência da superfície interna do suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento 112 não se estende sobre toda a circunferência da superfície interna do suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento 112 pode ser instalada por meio de um prendedor, tal como um parafuso ou rosca no recesso do suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento 112 pode ter uma largura que é

dimensionada para ser recebida na fenda vertical 130 do perfil de pata de mula 122 associado com a sub pata de mula 110.

[0050] Após a montagem dos componentes acima, o suspensor de tubulação 14 pode ser executado na cabeça de poço 12 em qualquer orientação, bloqueado no lugar e vedado dentro da cabeça de poço 12. O conjunto de árvore tendo o corpo de árvore 18 e o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 (isto é , sub stab de produção 114, sub pata de mula 110 e tubulação em espiral/conduítes 116) é então executado e orientado para um local desejado na cabeça de poço 12 antes de assentar dentro da cabeça de poço 12.

[0051] Enquanto a árvore 18 é assentada a partir de uma posição inicial na cabeça de poço 12 para sua posição conectada final, a sub pata de mula 110 pode engatar na chave de alinhamento 112 de modo a orientar os acoplamentos 32 e 118 associados com o suspensor de tubulação 14 e a sub pata de mula 110, respectivamente. O perfil de pata de mula 122 na borda externa da sub pata de mula 110 pode engatar diretamente na chave de alinhamento 112 no suspensor de tubulação 14. Abaixar a árvore 18 ainda faz com que a sub pata de mula 110 gire em torno da sub stab de produção 114 e se alinhe com o suspensor de tubulação 14. Isto é, a chave de alinhamento estacionária 112 força a sub pata de mula 110 a girar em uma direção ou outra (dependendo da direção da inclinação do perfil de pata de mula 122 no ponto de contato inicial com a chave de alinhamento 112) conforme a árvore 18 é abaixada até que a chave de alinhamento 112 seja recebida na fenda de alinhamento 130 do perfil da pata de mula 122. Neste ponto, a sub pata de mula 110 estará em um alinhamento adequado com o suspensor de tubulação 14.

[0052] A árvore 18 pode então ser assentada e travada na cabeça de poço 12. Todos os acoplamentos entre a sub pata de mula 110 e o suspensor de tubulação 14 serão engatados neste ponto. Os

acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica entre a árvore 18 e o suspensor de tubulação 14 serão então testados para garantir que uma conexão adequada tenha sido feita.

[0053] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 3 e 3A serão agora descritos. Nas Figuras 3 e 3A, uma sub rotação 134 com a chave de alinhamento 112A disposta sobre o mesmo faz parte do conjunto de árvore sendo abaixado na cabeça de poço 12. A sub rotação 134 pode ser semelhante à sub pata de mula 110 da Figura 2, mas tendo a chave de alinhamento 112A em vez de um perfil de pata de mula. A sub rotação 134 das Figuras 3 e 3A podem alojar acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica padrão 118 que fazem interface com os acoplamentos/stabs correspondentes 32 em uma extremidade superior do suspensor de tubulação 14 após o assentamento da árvore 18. A sub rotação 134 é geralmente montada no sub stab de produção 114, como mostrado. A sub rotação 134 pode incluir portas de fluido hidráulico e/ou cabos elétricos (não mostrados) se estendendo através dos mesmos. As portas e/ou cabos podem ser conectados a ou através da tubulação hidráulica em espiral e/ou conduítes elétricos 116 no topo da sub rotação 134 para permitir que a sub rotação 134 gire em relação ao corpo da árvore 18. Cabos elétricos e/ou portas hidráulicas dispostas através da sub rotação 134 são terminadas em uma série de contatos elétricos de acoplamento úmido e/ou conectores hidráulicos 118 que fazem interface com o suspensor de tubulação 14 no fundo da sub rotação 134.

[0054] Conforme mostrado nas Figuras 3 e 3A, a sub pata de mula 110A pode ser montada diretamente no suspensor de tubulação 14. Um perfil de pata de mula 122A na sub pata de mula 110A do suspensor de tubulação 14 conduz a sub rotação 134 para girar conforme ele é abaixado através da cabeça de poço 112. O perfil de pata de mula 122A é ilustrado na Figura 3A. O perfil de pata de mula 122A é um perfil

formado em torno da circunferência interna da sub pata de mula 110A, como mostrado. O perfil de pata de mula 122A pode apresentar uma borda rebaixada que se inclina em uma direção relativamente para baixo (seta 124) de um lado da sub pata de mula 110A em ambas as direções circunferencialmente em torno do sub 110A para um lado oposto 128A da sub pata de mula 110. No ponto mais baixo no lado 128A do perfil de pata de mula 122A, o perfil 122A pode incluir uma fenda de alinhamento 130A. A fenda de alinhamento 130A pode ser orientada verticalmente de modo que a fenda 130A se estenda na direção para baixo (seta 124).

[0055] A sub rotação 134 é capaz de girar em relação ao corpo da árvore 18 e ao sub stab de produção 114. O perfil de pata de mula 122A pode conduzir o sub de rotação 134 com a chave de alinhamento 112A para girar contra a sub pata de mula 110A até a chave de alinhamento 112A ser colocada na fenda de alinhamento 130A. Neste ponto, a sub rotação 134 será devidamente orientada em relação ao suspensor de tubulação 14, de modo a fazer as conexões correspondentes desejadas na interface dos acoplamentos 118 e 32. Como tal, a rotação da sub rotação 134 para quando os acoplamentos 118 da sub rotação 134 está alinhada aos acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14.

[0056] Em algumas modalidades, a chave de alinhamento 112A pode ser especialmente conformada para interagir com a sub pata de mula 110A. Por exemplo, como mostrado na Figura 3B, a chave de alinhamento 112A pode incluir duas superfícies angulares voltadas para baixo 150 em uma extremidade inferior da mesma e duas superfícies orientadas verticalmente 152 se estendendo para cima a partir das superfícies angulares voltadas para baixo 150. As superfícies angulares voltadas para baixo 150 podem, cada uma, ser orientadas no mesmo ângulo que as superfícies angulares correspondentes 154 do perfil de sapato de mula 122A. Deve ser entendido que a chave de alinhamento

112 e o perfil de pata de mula 122 das Figuras 2 e 2A podem ter formatos semelhantes aos mostrados na Figura 3B.

[0057] O sub stab de produção 114 pode ser montado no corpo da árvore 18. A sub rotação 134 está disposta em torno de uma circunferência externa do sub stab de produção 114. O sub stab de produção 114 pode reter a sub rotação 134 nele enquanto permite a sub rotação 134 de liberdade de rotação sobre o sub stab de produção 114. Como tal, o sub stab de produção 114 acopla rotativamente a sub rotação 134 e a chave de alinhamento 112A à árvore 18. A sub rotação 134 é capaz de girar em relação ao sub stab de produção 114 e à árvore 18 conforme a árvore 18 está sendo abaixada na cabeça de poço 12.

[0058] A tubulação hidráulica em espiral (116) fornece um caminho de comunicação para o fluido hidráulico sendo comunicado de portas de fluido na árvore 18 para portas de fluido correspondentes na sub rotação 134 e, finalmente, o suspensor de tubulação 14. O arranjo em espiral da tubulação hidráulica (116) permite a tubulação flexionar conforme a sub rotação 134 gira em qualquer direção para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação 14 enquanto a árvore 18 está sendo abaixada.

[0059] Os conduítes elétricos enrolados (116) fornecem um caminho de comunicação para sinais elétricos e/ou de fibra óptica sendo comunicados a partir dos cabos na árvore 18 para cabos correspondentes na sub rotação 134 e, finalmente, ao suspensor de tubulação 14. O arranjo em espiral dos conduítes elétricos (116) permite que o conduíte flexione conforme a sub rotação 134 gira em qualquer direção para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação 14 enquanto a árvore 18 está sendo abaixada.

[0060] Em algumas modalidades, o sistema de produção da Figura 3 pode incluir um ou mais caminhos de fluxo de fluido 136 que se estendem através do sub stab de produção 114. Esses caminhos de

fluxo 136 podem fornecer, por exemplo, um caminho de fluxo anular para fluido encaminhado através do suspensor de tubulação 14 a partir de um anular da tubulação de produção (por exemplo, coluna de tubulação 24 da Figura 1). Os um ou mais caminhos de fluxo 136 que se estendem através do sub stab de produção 114 podem acoplar fluidamente um caminho de fluxo de anular 138 do suspensor de tubulação 14 a um caminho de fluxo de anular 140 da árvore 18.

[0061] Como mostrado, a interface entre o sub stab de produção 114 e o suspensor de tubulação 14 (após o assentamento do sub stab de produção 114) fornece uma galeria anular vedada 142. A galeria anular 142 pode permitir que o fluido flua do caminho de fluxo de anular 138 do suspensor de tubulação 14 em um ou mais caminhos de fluxo 136 que se estendem através do sub stab de produção 114, independentemente da orientação da árvore 18 (e sub stab de produção conectado 114) em relação ao suspensor de tubulação 14. O sub stab de produção 114 pode incluir vedações anulares 142A e 142B que definem os limites superior e inferior da galeria de fluido anular 142.

[0062] Em algumas modalidades, a interface entre o sub stab de produção 114 e o corpo de árvore 18 pode incluir uma galeria vedada 144 também. Esta galeria vedada 144 pode permitir que o fluido flua de um ou mais caminhos de fluxo 136 se estendendo através do sub stab de produção 114 para o caminho de fluxo de anular 140 da árvore 18, independentemente da orientação do sub stab de produção 114 quando ele é inicialmente fixado à árvore 18. O sub stab de produção 114 pode incluir vedações anulares 144A e 144B que definem os limites superior e inferior da galeria de fluido anular 144.

[0063] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 3 e 3A serão agora descritos. O sub stab de produção 114 pode ser instalado em uma porção inferior da árvore 18. O sub stab de produção 114 pode ser

acoplado à árvore 18 por meio de fios, um anel de bloqueio ou qualquer outro método conhecido. O sub stab de produção 114 pode ser conectado à árvore 18 de uma maneira que não permite a rotação do sub stab de produção 114 em relação à árvore 18. Em outras modalidades, o sub stab de produção 114 pode ser formado integralmente com a árvore 18.

[0064] Em algumas modalidades, a montagem inicial da sub rotação 134 pode incluir a instalação da chave de alinhamento 112A ao longo de um diâmetro externo da sub rotação 134. A chave de alinhamento 112A pode ser instalada com segurança dentro de um recesso formado na sub rotação 134 ao longo do diâmetro externo. A chave de alinhamento 112A pode se estender para fora a partir da borda externa da sub rotação 134, porém, para fazer a interface com a sub pata de mula 110A. Como mostrado, a chave de alinhamento 112A está disposta em uma posição particular ao longo da circunferência da superfície externa da sub rotação 134. A chave de alinhamento 112A não se estende sobre toda a circunferência da superfície externa da sub rotação 134. A chave de alinhamento 112A pode ser instalada por meio de um prendedor, tal como um parafuso ou rosca no recesso da sub rotação 134. A chave de alinhamento 112A pode ter uma largura que é dimensionada para ser recebida na fenda vertical 130A do perfil de pata de mula 122A associado com a sub pata de mula 110A.

[0065] O método pode incluir a instalação da sub rotação 134 com a chave de alinhamento 112A no sub stab de produção 114. A sub rotação 134 com a chave de alinhamento 112A pode ser disposta em torno da circunferência externa do sub stab de produção geralmente cilíndrico 114 e a sub rotação 134 pode ser rotativamente acoplada ao sub stab de produção 114. A sub rotação 134, por exemplo, pode ser conectada ao exterior do sub stab de produção 114 através de uma interface de rolamento 133 que permite a rotação livre da sub rotação

134 em torno do sub stab de produção 114 enquanto esses componentes são abaixados através da cabeça de poço 12.

[0066] Os um ou mais comprimentos de tubulação hidráulica e/ou conduítes elétricos 116 podem ser conectados entre o fundo do corpo da árvore 18 e o topo da sub rotação 134. Os conduítes elétricos e/ou tubulação hidráulica 116 podem estar em espiral em torno do diâmetro externo do sub stab de produção 114 em um espaço localizado longitudinalmente entre a árvore 18 e a sub rotação 134. Em algumas modalidades, os conduítes e/ou tubulação 116 podem ser estendidos para cima a partir dos cabos e/ou portas 120 conectados na sub rotação 134, em espiral uma ou mais vezes em torno do sub stab de produção 114 e conectado aos contatos 132 em uma extremidade inferior do corpo de árvore 18. Em outras modalidades, os conduítes e/ou tubulação 116 podem ser estendidos a partir de uma interface na extremidade inferior do corpo de árvore 18, em espiral uma ou mais vezes cada em torno do sub stab de produção 114 e conectado a cabos e/ou portas 120 na sub rotação 134 por meio de contatos em uma extremidade superior da sub rotação 134.

[0067] Durante a montagem do conjunto de suspensor de tubulação, a sub pata de mula 110A tendo o perfil de pata de mula 122A é instalada ao longo de um diâmetro interno do suspensor de tubulação 14. A sub pata de mula 110A pode ser instalada por meio de fios, um anel de bloqueio ou qualquer outro método conhecido. A sub pata de mula 110A pode ser conectada ao suspensor de tubulação 14 de uma maneira que não permite a rotação da sub pata de mula 110A em relação ao suspensor de tubulação 14. Em outras modalidades, a sub pata de mula 110A pode ser formada integralmente com o suspensor de tubulação 14. A sub pata de mula 110A é acoplada a (ou integral com) o suspensor de tubulação 14 em uma orientação particular em relação aos acoplamentos 32 associados ao suspensor de tubulação 14.

[0068] Após a montagem dos componentes acima, o suspensor de tubulação 14 (com a sub pata de mula 110A) pode ser executado na cabeça de poço 12 em qualquer orientação, bloqueado no lugar e vedado dentro da cabeça de poço 12. O conjunto da árvore tendo o corpo da árvore 18 e o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 (isto é, sub stab de produção 114, sub rotação 134 e tubulação em espiral/conduítes 116) é então executado e orientado para um local desejado na cabeça de poço 12 antes de assentar dentro da cabeça de poço 12.

[0069] Enquanto a árvore 18 é assentada de uma posição inicial na cabeça de poço 12 para sua posição conectada final, a chave de alinhamento 112A na sub rotação 134 pode engatar a sub pata de mula 110A de modo a orientar os acoplamentos 32 e 118 associados ao suspensor de tubulação 14 e a sub rotação 134, respectivamente. A chave de alinhamento 112A na borda externa da sub rotação 134 pode engatar diretamente no perfil da pata de mula 122A na sub pata de mula 110A anexado ao suspensor de tubulação 14. Abaixar a árvore 18 ainda faz com que a sub rotação 134 gire em torno do sub stab de produção 114 e alinhe com o suspensor de tubulação 14. Ou seja, a sub pata de mula 110A força a chave de alinhamento 112A e a sub rotação 134 a girar em uma direção ou outra (dependendo da direção da inclinação do perfil de pata de mula 122A no ponto de contato inicial com a chave de alinhamento 112A) conforme a árvore 18 é abaixada até que a chave de alinhamento 112A seja recebida na fenda de alinhamento 130A do perfil de pata de mula 122A. Neste ponto, a sub rotação 134 estará em um alinhamento adequado com o suspensor de tubulação 14.

[0070] A árvore 18 pode então ser assentada e travada na cabeça de poço 12. Todos os acoplamentos entre a sub rotação 134 e o suspensor de tubulação 14 serão engatados neste ponto. Os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica entre a árvore

18 e o suspensor de tubulação 14 serão então testados para garantir que uma conexão adequada foi feita. Neste ponto, o (s) caminho (s) de fluxo de fluido 136 através do sub stab de produção 114 também podem ser conectados de forma vedada entre o caminho de fluxo de anular 138 do suspensor de tubulação 14 e o caminho de fluxo de anular 140 da árvore 18.

[0071] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 divulgado das Figuras 2 a 3A pode atingir o objetivo de alinhar as penetrações do suspensor de tubulação (isto é, acoplamentos/stabs 32 e 118) independentemente da orientação em torno do eixo longitudinal no qual a árvore 18 está assentada. O processo de alinhamento é passivo e reinicializa sem intervenção manual submarina ou na superfície. Vedações de fornecedores existentes, acopladores hidráulicos e conectores elétricos do suspensor de tubulação 14 podem ser utilizados em implementações do dispositivo de alinhamento divulgado 16. Projetos de corpo de árvore existentes podem precisar de alguma modificação para remover e substituir acopladores existentes com conexões de tubulação/conduíte que conduzem à tubulação/conduítes 116. Os suspensores de tubulação existentes podem ser utilizados com apenas uma pequena modificação para adicionar a chave de alinhamento 112 ou a sub pata de mula 110A. As ferramentas de execução de suspensor de tubulação existentes podem ser utilizadas sem modificação.

Mecanismo de alinhamento de tubulação em espiral com fios de alinhamento de multipartida

[0072] Outra modalidade de um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 tendo um mecanismo de tubulação espiralada será descrita com referência às Figuras 4A a 8B. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 4A a 8B inclui um sub stab de produção 610, um sub alinhamento 612,

um anel de temporização externo 614 e um ou mais comprimentos de tubulação hidráulica em espiral e/ou conduítes elétricos e/ou de fibra ótica 616. O arranjo e a interação desses componentes serão agora descritos.

[0073] Semelhante à sub pata de mula 110 da Figura 2 e o corpo de alinhamento da Figura 9, o sub alinhamento 612 pode alojar acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra ótica padrão 118 que fazem interface com os acoplamentos/stabs correspondentes em uma extremidade superior do suspensor de tubulação (não mostrado) após o assentamento da árvore (não mostrado). O sub alinhamento 612 é geralmente montado no sub stab de produção 610, como mostrado. Na posição de execução, o sub alinhamento 612 se estende para baixo até aproximadamente a mesma posição final que aquela do sub stab de produção 610, de modo que o sub alinhamento 612 forneça uma barreira protetora entre as vedações 618 em uma extremidade inferior do sub stab de produção 610 e componentes externos.

[0074] O sub alinhamento 612 inclui portas de fluido hidráulico e/ou cabos elétricos 120 se estendendo através dos mesmos. As portas e/ou cabos 120 podem ser conectados a ou através da tubulação hidráulica em espiral e/ou conduítes elétricos e/ou de fibra ótica 616 no topo do sub alinhamento 612 para permitir o sub alinhamento 612 girar em relação ao corpo da árvore. Cabos elétricos e/ou portas hidráulicas 120 dispostos através do sub alinhamento 612 podem ser terminados em uma série de contatos elétricos/de fibra e/ou conectores hidráulicos 118 que fazem interface com o suspensor de tubulação no fundo do sub alinhamento 612.

[0075] Semelhante às modalidades da Figura 2 e Figura 9, o sub alinhamento 612 é capaz de girar em relação ao corpo da árvore (não mostrado) e ao sub stab de produção 610. Semelhante à modalidade da Figura 9, esta rotação é acionada pelo anel de temporização externo

614. Conforme ilustrado, uma superfície externa do sub alinhamento 612 apresenta uma pluralidade de fios de alinhamento 620 formados na mesma. Estes fios de alinhamento 620 são uma série de fendas em formato helicoidal ou ranhuras formadas no sub alinhamento 612 e espaçadas em torno da circunferência do sub alinhamento 612. Cada fio de alinhamento 620 inclui um ponto de partida independente no fundo da mesma, cada ponto de partida projetado para receber um pino correspondente 622 do anel de temporização externo 614. Na modalidade ilustrada, os fios de alinhamento 620 incluem um fio de alinhamento de seis passos, o que significa que há seis pontos de partida correspondentes a seis fios. Outros números de fios também são possíveis em outras modalidades. O anel de temporização externo 614 inclui uma pluralidade de pinos 622, que se estendem de um diâmetro interno do anel de temporização externo 614 em uma direção radialmente interna e estão localizados nos fios de alinhamento correspondentes 620 do sub alinhamento 612. Como tal, o anel de temporização externo 614 geralmente funciona como uma porca montada nos fios 620 do sub alinhamento 612. Em uma porção superior do sub alinhamento 612, os fios de alinhamento 620 fazem a transição para fendas de alinhamento vertical 624 localizadas em torno da circunferência do sub alinhamento 612.

[0076] O anel de temporização externo 614 inclui uma ou mais características chave 626 projetadas para interagir com as características chave complementares do suspensor de tubulação (não mostrado). Por exemplo, como mostrado, o anel de temporização externo 614 pode apresentar ressaltos 626 se estendendo em uma direção para baixo a partir de uma superfície inferior do anel de temporização externo 614. Esses ressaltos 626 são projetados para fazer interface com as ranhuras ou fendas correspondentes formadas em uma superfície voltada para cima do suspensor de tubulação (não

mostrado) para cronometrar o início da rotação de alinhamento de modo que os acoplamentos 118 no fundo do sub alinhamento 612 sejam alinhados com os acoplamentos/stabs correspondentes no topo do suspensor de tubulação. Os ressaltos 626 podem incluir três ressaltos, quatro ressaltos ou algum outro número de ressaltos. Os ressaltos 626 no anel de temporização externo 614 podem ser espaçados de forma desigual uns dos outros em torno da circunferência do anel de temporização externo 614, espaçados de forma desigual em uma direção radial de um eixo longitudinal do anel de temporização externo, estendendo-se por diferentes comprimentos na direção longitudinal, ou uma combinação dos mesmos. As ranhuras ou fendas correspondentes que se estendem para o suspensor de tubulação podem ser dispostas de maneira semelhante posicionada de maneira irregular. Dessa forma, os ressaltos 626 do anel de temporização externo 614 são recebidos nas ranhuras ou fendas correspondentes do suspensor de tubulação apenas quando o anel de temporização externo 614 está em uma orientação particular em relação ao suspensor de tubulação em torno de um eixo longitudinal.

[0077] Deve-se notar que, em outras modalidades, as principais características do anel de temporização externo e do suspensor de tubulação podem ser invertidas, de modo que o anel de temporização externo inclua fendas ou ranhuras formadas no seu interior para serem recebidas nos ressaltos que se estendem para cima do suspensor de tubulação.

[0078] O anel de temporização externo 614 assenta o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 em uma orientação desejada dentro do suspensor de tubulação, independentemente de como o suspensor de tubulação é orientado dentro da cabeça de poço. Uma vez que o anel de temporização externo 614 é encaixado no suspensor de tubulação, ele não pode ser girado em relação ao

suspensor de tubulação. O sub alinhamento 612 então se move para baixo, girando em relação ao anel de temporização externo estacionário 614 até atingir uma posição alinhada em relação ao suspensor de tubulação (não mostrado) para fazer as conexões de fluido, elétricas e/ou de fibra óptica desejadas. Neste ponto, o sub alinhamento 612 será devidamente orientado em relação ao suspensor de tubulação, de modo a fazer as conexões de acoplamento desejadas na interface dos acoplamentos 118 e (32 da Figura 1). Como tal, a rotação do sub alinhamento 612 para quando os acoplamentos 118 do sub alinhamento 612 estão alinhados aos acoplamentos 32 no suspensor de tubulação.

[0079] O sub stab de produção 610 pode ser montado no corpo da árvore (não mostrado), semelhante ao sub stab de produção 114 da Figura 2. O sub alinhamento 612 está disposto em torno de uma circunferência externa do sub stab de produção 610. O sub stab de produção 610 pode reter o sub alinhamento 612 nele enquanto permite ao sub alinhamento 612 liberdade rotacional sobre o sub stab de produção 610. Como tal, o sub stab de produção 610 acopla rotativamente o sub alinhamento 612 à árvore. O sub alinhamento 612 é capaz de girar em relação ao sub stab de produção 610 e à árvore conforme a árvore é abaixada na cabeça de poço.

[0080] O sub alinhamento 612 pode ser equipado com um mecanismo de acionamento 628 usado para liberar o sub stab de produção 610 do sub alinhamento 612 de modo que o sub stab de produção 610 possa se mover em uma direção longitudinal em relação ao sub alinhamento 612. O mecanismo de acionamento 628 é projetado de modo que só possa ser ativado uma vez que o sub alinhamento 612 esteja em uma posição alinhada em relação ao suspensor de tubulação. Na modalidade ilustrada, o mecanismo de acionamento 628 inclui um ou mais botões de acionamento 630 e um anel de divisão 632. O anel de divisão 632 é mantido em posição dentro de uma ranhura

circunferencial formada ao longo de um diâmetro radialmente interno do sub alinhamento 612. O anel de divisão 632 é polarizado em uma direção radialmente para fora de modo que retém o sub alinhamento 612 em uma posição longitudinal particular em relação ao sub stab de produção 610. Embora não mostrado, o anel de divisão 632 pode ser acoplado ao sub stab de produção 610 através de um ombro ou algum outro recurso de anexo. Os botões de acionamento 630 podem se estender de um diâmetro radialmente externo do sub alinhamento 612 para o diâmetro radialmente interno do sub alinhamento 612, onde o anel de divisão 632 é retido. Uma força aplicada em uma direção radialmente para dentro a um ou mais botões 630 pressiona os botões 630 no anel de divisão 632, colapsando assim o anel de divisão 632 de modo que o sub alinhamento 612 não seja mais mantido em uma posição longitudinal fixa em relação ao sub stab de produção 610. Isto permite que o sub stab de produção 610 se mova ainda mais para baixo, de modo que as vedações 618 no fundo do mesmo possam ser estendidas para fazer a interface com o suspensor de tubulação.

[0081] Enquanto na posição retraída, as vedações da galeria não são energizadas, permitindo a rotação livre do sub alinhamento 612 em torno do sub stab de produção 610. Uma vez que as vedações da galeria estejam engatadas, elas impedirão a rotação adicional de modo que a árvore possa ser removida e reinstalada a mesma orientação.

[0082] A tubulação hidráulica em espiral (616) fornece um caminho de comunicação para fluido hidráulico sendo comunicado a partir de portas de fluido na árvore para portas de fluido correspondentes no sub alinhamento 610 e, finalmente, o suspensor de tubulação. O arranjo em espiral da tubulação hidráulica (616) permite que a tubulação flexione conforme o sub alinhamento 612 gira para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação enquanto a árvore está sendo abaixada.

[0083] Os conduítes elétricos (616) fornecem um caminho de comunicação para sinais elétricos e/ou de fibra óptica sendo comunicados de cabos na árvore para cabos correspondentes no sub alinhamento 612 e, finalmente, o suspensor de tubulação. O arranjo em espiral dos conduítes elétricos (616) permite que o conduíte flexione conforme o sub alinhamento 612 gira para alinhar os acoplamentos 118 com aqueles do suspensor de tubulação enquanto a árvore está sendo abaixada.

[0084] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 4A a 8B será fornecida agora. As Figuras 4A e 4B mostram o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 em uma configuração de execução. Esta é a configuração do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 durante o estágio inicial de abaixamento do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 com a árvore em direção à cabeça de poço. Nesta configuração, o anel de temporização externo 614 está localizado na extremidade inferior do sub alinhamento 612, com os pinos 622 posicionados em seus fios de alinhamento correspondentes 620 onde os fios começam. Os componentes do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 permanecem nesta posição até que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 seja posicionado na cabeça de poço logo acima do suspensor de tubulação. Uma vez que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 é abaixado o suficiente para que o anel de temporização externo 614 entre em contato com o suspensor de tubulação na cabeça de poço, o anel de temporização externo 614, o sub alinhamento 612, ou ambos, podem girar em relação à árvore até as características chave 626 (por exemplo, ressaltos) no fundo do anel de temporização externo 614 são recebidos nas características correspondentes (por exemplo, ranhuras ou fendas) do suspensor de tubulação.

[0085] Uma vez que o anel de temporização externo 614 está firmemente assentado dentro do suspensor de tubulação, mais força descendente aplicada à árvore faz com que o sub alinhamento 612 gire em relação ao anel de temporização externo 614 e ao suspensor de tubulação. Isso é ilustrado nas Figuras 5A e 5B. A árvore e o sub stab de produção 610 estão sendo abaixados em relação ao suspensor de tubulação e ao anel de temporização externo 614, enquanto o anel de temporização externo 614 é mantido estacionário dentro do suspensor de tubulação. Com seus pinos 622 engatados nos fios de alinhamento 620 do sub alinhamento 612, o anel de temporização externo 614 conduz o sub alinhamento 612 para girar em direção a uma posição alinhada em relação ao suspensor de tubulação onde os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica 118 do sub alinhamento 612 estão alinhados com aqueles do suspensor de tubulação. Conforme isso está acontecendo, a tubulação em espiral 616 flexiona para manter as conexões entre a árvore e o sub alinhamento 612 enquanto o sub alinhamento 612 gira em relação à árvore.

[0086] Quando o anel de temporização externo 614 atinge o topo dos fios de alinhamento 620, o sub alinhamento 612 e seus acoplamentos 118 serão rotativamente alinhados com os conectores do suspensor de tubulação e os pinos 622 do anel de temporização externo 614 entrarão nas fendas de alinhamento vertical 624. Esta configuração alinhada é mostrada nas Figuras 6A e 6B. A partir daqui, mais força descendente na árvore e no dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 fará com que o sub alinhamento 612, o sub stab de produção 610 e a árvore se movam verticalmente para baixo em relação ao anel de temporização externo 614 e ao suspensor de tubulação. Esta posição é mostrada nas Figuras 7A e 7B. Nesta posição, os acoplamentos 118 do sub alinhamento 612 estão logo acima dos conectores correspondentes do suspensor de tubulação e o anel de

temporização externo 614 está em uma posição onde está cobrindo/pressionando os botões de acionamento 630 no topo do sub alinhamento 612. Estes botões de acionamento 630, uma vez pressionados, empurram o anel de divisão 632 radialmente para dentro para liberar o sub stab de produção 610 de modo que ele possa se deslocar longitudinalmente em relação ao sub alinhamento 612.

[0087] Em algumas modalidades, o sub alinhamento 612 pode ser equipado com um soquete de alinhamento final/fino 640 e o suspensor de tubulação pode ser equipado com uma chave de alinhamento final/fino correspondente. O layout e a descrição dessas características de alinhamento final/fino são discutidos detalhadamente abaixo com referência à chave de alinhamento final 232 e fenda de alinhamento final 234 da Figura 9. Recursos de alinhamento final/fino semelhantes (por exemplo, fenda de alinhamento 640 e uma chave correspondente no suspensor de tubulação) podem ser implementados na modalidade das Figuras 4A a 8B também. O alinhamento final seria feito através da fenda de alinhamento 640 e chave correspondente, enquanto o sub alinhamento 612 está se movendo verticalmente para baixo em relação ao anel de temporização externo 614 engatado com as fendas de alinhamento vertical 624.

[0088] Neste ponto, o abaixamento adicional da árvore faz com que o sub stab de produção 610 se mova para baixo em relação ao sub alinhamento 612, descobrindo as vedações 618 na sua extremidade inferior e engatando as vedações da galeria. O sub stab de produção 610 se moverá para baixo, penetrando no suspensor de tubulação e ativando as vedações 618 contra a interface do suspensor de tubulação. O sub alinhamento 612 também pode ser abaixado uma certa quantidade para completar as conexões de alinhamento entre os acoplamentos 118 e os conectores correspondentes do suspensor de tubulação. Isso traz o dispositivo de alinhamento de suspensor de

tubulação 16 para a posição totalmente assentada dentro da cabeça de poço, como mostrado nas Figuras 8A e 8B.

[0089] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 4A a 8B é semelhante à modalidade do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 2 a 3A, exceto para a adição do anel de temporização externo 614 usado para girar o sub alinhamento 612 e para acionar o anel de divisão 632, permitindo o movimento para baixo do sub stab de produção 610 em relação ao sub alinhamento 612. Este arranjo, que permite para o movimento descendente do sub stab de produção 610 em relação ao sub alinhamento 612, facilitar a proteção das vedações 618 no fundo do sub stab de produção 610 durante o abaixamento inicial do sistema através da cabeça de poço.

[0090] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 divulgado das Figuras 4A a 8B podem atingir o objetivo de alinhar as penetrações do suspensor de tubulação (isto é, acoplamentos/stabs 32 e 118), independentemente da orientação em torno do eixo longitudinal no qual a árvore 18 está assentada. O processo de alinhamento é passivo. Vedações de fornecedores existentes, acopladores hidráulicos e conectores elétricos do suspensor de tubulação 14 podem ser utilizados em implementações do dispositivo de alinhamento divulgado 16. Projetos de corpo de árvore existentes podem precisar de alguma modificação para remover e substituir acopladores existentes com conexões de tubulação/conduíte que conduzem à tubulação/conduítes 616. Os suspensores de tubulação existentes podem ser utilizados com apenas uma pequena modificação para adicionar os recursos chaveados para fazer a interface com o anel de temporização externo 614. As ferramentas de execução de suspensores de tubulação existentes podem ser utilizadas sem modificação

Mecanismo de Alinhamento de Fenda Helicoidal

[0091] Um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 tendo um mecanismo de fenda helicoidal será descrito com referência às Figuras 9 e 10. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 da Figura 9 inclui um corpo de alinhamento 210, um anel de temporização 212 e um cubo de temporização 214. O arranjo e a interação desses componentes serão agora descritos.

[0092] O corpo de alinhamento 210 pode ser uma única peça sólida que aloja acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica do tipo padrão (ou tipo acionado) 216 que fazem interface com os acoplamentos/stabs correspondentes 32 em uma extremidade superior do suspensor de tubulação 14. Nesta modalidade, o corpo de alinhamento 210 pode funcionar como o sub de apoio de produção que é acoplado diretamente ao corpo de árvore 18. Em outras modalidades, no entanto, um sub stab de produção anular separado capturado dentro do corpo de alinhamento 210 pode ser usado.

[0093] O corpo de alinhamento 210 pode incluir uma porta hidráulica (não mostrada) que se estende através do mesmo e encaminhada para uma galeria hidráulica 218. A galeria hidráulica 218 está aberta e em comunicação de fluido com uma porta hidráulica (não mostrada) formada através da árvore 18 também. A galeria hidráulica 218 está localizada em um espaço anular entre o corpo de árvore 18 e o corpo de alinhamento 210, e a galeria hidráulica 218 se estende inteiramente em torno da circunferência do corpo de alinhamento 210. A galeria hidráulica 218 permite a rotação do corpo de alinhamento 210 em relação à árvore 18, mantendo a comunicação de fluido entre a porta hidráulica no corpo da árvore 18 e a porta hidráulica no corpo de alinhamento 210.

[0094] O corpo de alinhamento 210 pode incluir cabos elétricos e/ou de fibra ótica (não mostrados) se estendendo através do mesmo e

encaminhados para uma galeria elétrica/de fibra ótica 220. Os cabos elétricos e/ou de fibra ótica podem ser em espiral na galeria elétrica/fibra ótica 220 entre o corpo de alinhamento 210 e a árvore 18. Os cabos elétricos e/ou de fibra ótica podem se estender a partir do corpo de alinhamento 210, através da galeria 220 e para o corpo de árvore 18. Contendo os cabos elétricos e/ou de fibra ótica em um arranjo enrolado dentro da galeria 220 pode permitir que o corpo de alinhamento 210 gire em relação ao corpo de árvore 18, uma vez que os cabos são capazes de se flexionar em resposta a tais movimentos do corpo de alinhamento 210. Os cabos localizados dentro do corpo de alinhamento 210 podem terminar em uma série de contatos elétricos de acoplamento úmido (acoplamentos 216) em uma extremidade inferior do corpo de alinhamento 210 projetado para girar em relação à árvore 18.

[0095] O corpo de alinhamento 210 inclui uma ou mais fendas helicoidais 222 formadas ao longo de uma superfície externa do mesmo. A fenda helicoidal 222 pode ser vista mais claramente na ilustração da Figura 10. A fenda helicoidal 222 aciona o corpo de alinhamento 210 para girar em relação ao corpo de árvore 18 quando ele é abaixado com a árvore 18. A rotação do corpo de alinhamento 210 pode parar quando os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra ótica 216 são alinhados aos acoplamentos/stabs 32 no suspensor de tubulação 14. As uma ou mais fendas helicoidais 222 podem ter, cada uma, uma porção reta 224 em uma extremidade para permitir um assentamento não rotativo dos acoplamentos de corpo de alinhamento 216 nos acoplamentos de suspensor de tubulação/stabs 32.

[0096] O cubo de temporização 214 é acoplado ao suspensor de tubulação 14, como mostrado. O cubo de temporização 214 pode ser acoplado diretamente ao suspensor de tubulação 14 por meio de um mecanismo de fixação, como um parafuso ou rosca. O cubo de temporização 214 pode incluir recursos de chaveamento específicos

226 formados em uma superfície voltada para cima do mesmo. Estes recursos de chaveamento 226 no cubo de temporização 214 são projetados para capturar o anel de cronometragem 212 quando o anel 212 é sincronizado para uma posição e orientação únicas em relação ao suspensor de tubulação 14. Os recursos de chaveamento 226 no cubo de cronometragem 214 podem incluir fendas ou orifícios formados na face superior do cubo de temporização 214. O anel de temporização 212 pode incluir recursos de chaveamento complementares 228 projetados para serem recebidos diretamente no cubo de temporização 214. O cubo de temporização ilustrado 214 inclui fendas cronometradas usinadas na sua face superior. Estas fendas (226) são posicionadas de modo que apenas um alinhamento de relógio seja possível entre o anel de temporização 212 e o cubo de temporização 214. Ou seja, o anel de temporização 212 não travará no cubo de temporização 214 por meio do engate pelos recursos de chaveamento 226 até que o anel de temporização 212 tenha girado para uma posição em relação ao cubo de temporização 214, onde as características 228 do anel de temporização 212 são recebidas em engate com os recursos de chaveamento correspondentes 226 do cubo de temporização 214.

[0097] O anel de temporização 212 pode ser fixado ao corpo de alinhamento 210 por meio de um ou mais pinos de alinhamento 230 que assentam nas fendas helicoidais correspondentes 222 do corpo de alinhamento 210. Como mencionado acima, o anel de temporização 212 pode incluir recursos de relógio exclusivo 228 que fazem interface com a face superior do cubo de temporização 214. Durante o abaixamento da árvore 18 (juntamente com o corpo de alinhamento anexado 210 e o anel de temporização 212), o anel de temporização 212 pode assentar no cubo de temporização 214. Uma vez assentado, o abaixamento contínuo do corpo de árvore 18 na cabeça de poço 12 faz com que o anel de temporização 212 gire até ser parado pelo cubo de

temporização 214 e recebido em engate de acoplamento com os recursos de chaveamento 226 do cubo de temporização 214. Uma vez que o anel de temporização 212 foi parado no cubo de temporização 214, o abaixamento contínuo da árvore 18 pode fazer com que o corpo de alinhamento 210 gire em relação à árvore 18 por meio do movimento do pino de alinhamento 230 ao longo da fenda helicoidal 222 do corpo de alinhamento 210. Esta rotação continuará até que os acoplamentos 216 do corpo de alinhamento 210 estejam alinhados com os acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14.

[0098] Uma vez alinhados desta maneira, os pinos de alinhamento 230 acoplados ao anel de temporização 212 podem se mover para fora da fenda helicoidal 222 e para a porção vertical reta 224. Em algumas modalidades, o corpo de alinhamento 210 pode engatar com o suspensor de tubulação 14 através de uma chave de alinhamento final 232 recebida em uma fenda de alinhamento final 234. A fenda de alinhamento final 234 pode ser formada no corpo de alinhamento 210 e a chave de alinhamento final 232 pode se estender verticalmente a partir de uma superfície de engate do suspensor de tubulação 14. Em outras modalidades, este arranjo pode ser invertido, de modo que a chave de alinhamento final se estenda do corpo de alinhamento 210 de modo a ser recebida em uma fenda de alinhamento final formada no suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento final 232 e a fenda 234 podem prover proteção aos acopladores 216 e 32 e aumentam as tolerâncias de usinagem da fenda helicoidal 222, da porção vertical da fenda 224, dos pinos de alinhamento 230 e dos recursos de chaveamento do anel de temporização 212 e cubo 214.

[0099] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 9 e 10 serão agora descritos. O corpo de alinhamento 210 pode ser instalado em uma porção inferior da árvore 18, semelhante à forma como um sub stab de

produção é instalado em uma árvore tradicional. O anel de temporização 212 pode ser instalado no corpo de alinhamento 210. Especificamente, o anel de temporização 212 pode ser disposto em torno de uma circunferência externa do corpo de alinhamento 210 e o (s) pino (s) de alinhamento 230 podem ser fixados diretamente ao anel de temporização 212 e estendido para a fenda helicoidal 222 formada no corpo de alinhamento 210.

[0100] Durante a construção do conjunto de suspensor de tubulação, o cubo de distribuição 214 pode ser instalado no suspensor de tubulação 14. Especificamente, o cubo de distribuição 214 pode ser conectado a uma porção que se estende para cima do suspensor de tubulação 14 de modo a prover um lugar para assentar o anel de temporização 212 conforme a árvore 18 e o corpo de alinhamento 210 são abaixados em relação ao suspensor de tubulação 14. O suspensor de tubulação 14 com o cubo de temporização conectado 214 pode ser executado em qualquer orientação em relação à cabeça de poço 12 e bloqueado no lugar dentro da cabeça de poço 12.

[0101] Durante o assentamento da árvore 18 na cabeça de poço 12, o anel de temporização 212 no corpo de alinhamento 210 pode primeiro assentar no cubo de temporização 214. Dependendo da orientação inicial do corpo de alinhamento 210 em relação ao suspensor de tubulação 14 e cubo de temporização 214, o anel de temporização 212 pode ou não assentar diretamente em uma posição bloqueada dentro do cubo de temporização 214. Supondo que o anel de temporização 212 não esteja totalmente engatado com os recursos de chaveamento 226 do cubo de temporização 214 em primeiro lugar, o abaixamento adicional da árvore 18 pode fazer com que o anel de temporização 212 gire em relação ao corpo de alinhamento 210. Esta rotação do anel de temporização 212 em relação ao corpo de alinhamento 310 pode ser guiada pelo pino de alinhamento 230 na fenda helicoidal 222. Após

alguma rotação, o anel de temporização 212 pode ser devidamente orientado para cair nas fendas ou outras características no cubo de temporização 214. Depois de cair nas características do cubo de temporização 214, o anel de temporização 212 não pode mais girar em relação ao cubo de temporização 214 e suspensor de tubulação 14.

[0102] Abaixar ainda mais a árvore 18 pode agora fazer com que o corpo de alinhamento 210 gire em relação à árvore 18, guiado pela fenda helicoidal 230 interagindo com o pino de alinhamento estacionário 222 que se estende a partir do anel de temporização 212. Esta orientação do corpo de alinhamento por meio do anel de temporização cronometrado 212 fará com que o corpo de alinhamento 210 gire e se alinhe com o suspensor de tubulação 14. Uma vez que o corpo de alinhamento 210 esteja devidamente alinhado com o suspensor de tubulação 14, a chave de alinhamento final 232 pode ser recebida na fenda de alinhamento final 234 para finalizar o alinhamento de rotação dos acopladores 216 no corpo de alinhamento 210 para aqueles no suspensor de tubulação 14.

[0103] A árvore 18 e o corpo de alinhamento 210 podem então ser assentados e bloqueados na cabeça de poço 12. Todos os acoplamentos entre o corpo de alinhamento 210 e o suspensor de tubulação 14 serão engatados neste ponto. Os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica entre a árvore 18 e o suspensor de tubulação 14 serão então testados para garantir que uma conexão adequada tenha sido feita.

[0104] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 divulgado das Figuras 9 e 10 podem atingir o objetivo de alinhar as penetrações do suspensor de tubulação (isto é, acoplamentos/stabs 32 e 216) independentemente da orientação em torno do eixo longitudinal no qual a árvore 18 está assentada. O processo de alinhamento é passivo e reinicializa sem intervenção manual submarina ou na

superfície. Vedações de fornecedores existentes, acopladores hidráulicos e conectores elétricos do suspensor de tubulação 14 podem ser utilizados em implementações do dispositivo de alinhamento divulgado 16. Os projetos de corpo de árvore existentes podem precisar de alguma modificação para adicionar uma vedação de galeria para o corpo de alinhamento 210 e/ou integração de sub stab de produção no corpo inferior da árvore. Os suspensores de tubulação existentes podem ser utilizados com apenas uma pequena modificação na placa de armadilha do acionador. As ferramentas de execução de suspensor de tubulação existentes podem ser utilizadas sem modificação.

Mecanismo de Alinhamento de Mola de Torção

[0105] Um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 tendo um mecanismo de mola de torção será descrito com referência às Figuras 11 e 12. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 11 e 12 inclui um corpo superior 310, um corpo inferior 312, uma mola de torção 314 e um conjunto de gatilho 316. O arranjo e a interação desses componentes serão agora descritos.

[0106] O corpo superior 310 pode ser uma peça sólida que aloja acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica 318 padrão que fazem interface com o fundo da árvore 18 para conectar portas hidráulicas e/ou cabos na árvore 18 àqueles no corpo superior 310. Nesta modalidade, o corpo superior 310 pode funcionar como um sub stab de produção que é acoplado diretamente ao corpo da árvore 18. O corpo inferior 312 pode ser geralmente disposto em torno de um diâmetro externo do corpo superior 310, como mostrado. O corpo inferior 312 pode ser travado em uma orientação de rotação particular em relação ao corpo superior 310 antes da liberação do corpo inferior 312 através do conjunto de gatilho 316.

[0107] O corpo superior 310 pode incluir uma ou mais portas hidráulicas 320 que se estendem através do mesmo e encaminhadas

para uma galeria hidráulica 322. A galeria hidráulica 322 é aberta para e em comunicação de fluido com uma ou mais portas hidráulicas 324 formadas através do corpo inferior 312 também. A galeria hidráulica 322 pode estar localizada em um espaço anular localizado entre o corpo superior 310 e o corpo inferior 312, ou a galeria hidráulica 322 pode estar localizada inteiramente dentro do corpo inferior 312, como mostrado. A galeria hidráulica 322 pode se estender inteiramente em torno da circunferência do corpo superior 310. A galeria hidráulica 322 permite a rotação do corpo inferior 312 em relação ao corpo superior 310, enquanto mantém a comunicação de fluido entre a porta hidráulica 320 no corpo superior 310 e a porta hidráulica 324 no corpo inferior 312.

[0108] Os acoplamentos elétricos (318) podem ser ligados através do corpo superior 310 a uma série de contatos elétricos de acoplamento úmido (não mostrados) que ficam entre o corpo superior 310 e o corpo inferior 312. Esses contatos elétricos podem permitir a rotação do corpo inferior 312 em relação ao corpo superior 310. O corpo superior 310 pode ser montado diretamente na árvore 18 (por exemplo, por meio de fios, parafusos ou outros recursos de fixação) de modo que o corpo superior 310 não seja rotativo em relação ao corpo da árvore 18. Conforme mostrado na Figura 12, o corpo superior 310 pode alojar pelo menos uma porção do conjunto de gatilho 316.

[0109] A mola de torção 314 está disposta em um espaço anular entre o corpo superior 310 e o corpo inferior 312. A mola de torção 314 pode ser enrolada durante a montagem do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 e travada no lugar através do conjunto de gatilho 316. A mola de torção 314 pode ser liberada de sua posição enrolada em um momento desejado em resposta ao acionamento pelo conjunto de gatilho 316. Tal liberação da mola de torção 314 pode fazer com que o corpo inferior 312 gire em relação ao corpo superior 310.

[0110] Conforme mostrado na Figura 12, o conjunto de gatilho 316 pode incluir uma série de chaves com mola 326A, 326B e 326C. Deve-se notar, no entanto, que outras disposições possíveis do conjunto de gatilho 316 podem ser utilizadas em outras modalidades.

[0111] O primeiro par de chaves carregadas por mola 326A e 326B podem funcionar juntas como um gatilho para liberar a mola de torção 314 para girar o corpo inferior 312 uma vez que desarmado para uma elevação específica dentro do suspensor de tubulação 14. A chave carregada por mola 326A pode funcionar como uma chave de desarme para o conjunto de gatilho 316. Esta chave de desarme 326A pode ser fixada ao corpo inferior 312 e polarizada em uma direção radialmente para fora. Antes do acionamento do conjunto de gatilho 316, a chave de gatilho 326A pode se estender pelo menos parcialmente para fora a partir do diâmetro externo do corpo inferior 312.

[0112] A chave carregada por mola 326B pode funcionar como uma chave de retenção para o mecanismo de gatilho 316. Esta chave de retenção 326B pode ser fixada ao corpo superior 310 e polarizada em uma direção radialmente para fora. Antes do acionamento do conjunto de gatilho 316, a chave de retenção 326B pode se estender para fora a partir do diâmetro externo do corpo superior 310 em um recesso formado ao longo de um diâmetro interno do corpo inferior 312. Esta chave de retenção 326B que se estende para o recesso no corpo inferior 312 pode segurar o corpo inferior 312 em uma orientação particular em relação ao corpo superior 310 durante o assentamento inicial da árvore 18 e antes da liberação da mola 314. Como mostrado, a chave de retenção 326B que se estende para o recesso do corpo inferior 312 pode ser alinhado em uma direção radial com a chave de desarme 326A no corpo inferior 312.

[0113] Conforme a árvore 18 (junto com o corpo superior 310 e o corpo inferior 312) é abaixada em direção à cabeça de poço 12, o corpo

superior 310 e o corpo inferior 312 são recebidos através de uma abertura inicial 328 do suspensor de tubulação 14. Esta abertura inicial 328 pode ter um furo com um diâmetro que é ligeiramente maior do que o diâmetro externo do corpo inferior 312. Como tal, a chave de manobra 326A é capaz de ficar na posição estendida para fora. Conforme a árvore 18 continua abaixando, o corpo superior 310 e o corpo inferior 312 podem passar da abertura 328 para uma porção 330 do suspensor de tubulação 14 tendo um furo de diâmetro relativamente menor que é grande o suficiente para receber o corpo inferior 312. O suspensor de tubulação 14 pode apresentar um ressalto de manobra 332 no limite entre a abertura inicial do furo maior 328 e a porção do furo menor 330. Conforme o corpo inferior 312 passa para a porção de furo menor 330 do suspensor de tubulação 14, a chave de manobra 326A pode ser trazida em contato com o ombro de desarme 332, que pressiona a chave de desarme 326A radialmente para dentro. Este movimento radialmente para dentro da chave de desarme 326A força simultaneamente a chave de retenção 326B para fora do recesso no corpo inferior 312 de modo que a chave de retenção 326B não mantenha mais o corpo inferior 312 em alinhamento rotacional com o corpo superior 310. Isso permite que o corpo inferior 312 agora gire em relação ao corpo superior 310 conforme impelido pela mola de torção 314 previamente ajustada.

[0114] A chave final com mola 326C pode funcionar como uma chave de alinhamento para parar a rotação do corpo inferior 312 quando o corpo inferior 312 atinge a orientação adequada em relação ao suspensor de tubulação 14. A chave de alinhamento 326C pode ser fixada ao corpo inferior 310 e polarizada em uma direção radialmente para fora. Durante a rotação do corpo inferior 310 em relação ao corpo superior 312 em resposta à força exercida pela mola de torção 314, a chave de alinhamento 326C pode ser mantida no lugar dentro de um

recesso no corpo inferior 312 pela parede interna da porção de furo relativamente menor 330 do suspensor de tubulação 14. O corpo inferior 312 pode girar até que a chave de alinhamento 326C alcance uma posição que está rotativamente alinhada com uma fenda 334 formada no diâmetro interno do suspensor de tubulação 14. A fenda 334 pode ser orientada verticalmente, como mostrado. Uma vez que a chave de alinhamento 326C está alinhada com a fenda 334, a chave 326C é desviada radialmente para fora na fenda 334, parando assim a rotação do corpo inferior 312 em uma posição desejada em relação ao suspensor de tubulação 14.

[0115] O corpo inferior 312 pode ser uma peça sólida que aloja acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica 336 projetados para fazer interface diretamente com esses acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14. Os acoplamentos 336 podem ser um projeto padrão ou podem ser um projeto acionado de modo que eles possam fazer diferenças lineares em elevações entre o fundo do corpo inferior 312 e o topo do suspensor de tubulação 14. Como mencionado acima, o corpo inferior 312 pode incluir uma ou mais portas hidráulicas 324 encaminhadas para a galeria hidráulica 322 de modo a permitir a rotação do corpo inferior 312 em relação ao corpo superior 310. Os acoplamentos elétricos no fundo do corpo inferior 312 podem ser ligados por fios a uma série de contatos elétricos de acoplamento úmido (não mostrados) que ficam entre o corpo superior 310 e o corpo inferior 312. Estes contatos elétricos podem permitir a rotação do corpo inferior 312 em relação ao corpo superior 310. O corpo inferior 310 também pode alojar a chave de alinhamento 326C e a chave de retenção 326B do conjunto de gatilho 316.

[0116] Nas modalidades das Figuras 2 a 12, comunicações de fibra óptica entre cabos de fibra óptica no suspensor de tubulação 14 e árvore 18 podem ser convertidas em um sinal elétrico dentro do dispositivo de

alinhamento de suspensor de tubulação 16 e, então, reconvertidas em comunicação de fibra óptica (luz) no lado de saída do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16.

[0117] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 11 e 12 serão agora descritos. O corpo superior 310 (junto com o corpo inferior fixado 312, mola de torção 314 e conjunto de gatilho 316) pode ser instalado em uma porção inferior da árvore 18, semelhante à forma como um sub stab de produção é instalado em uma árvore tradicional. Durante a montagem, a mola de torção 314 é enrolada e o conjunto de gatilho 316 é definido, armazenando efetivamente energia de rotação no conjunto de alinhamento.

[0118] O suspensor de tubulação 14 pode ser executado em qualquer orientação e bloqueado no lugar dentro da cabeça de poço 12. A árvore 18 (com o dispositivo de alinhamento conectado 16) pode então ser executado e orientado para um local desejado antes do assentamento. Ao assentar a árvore 18, o conjunto de gatilho 316 do dispositivo de alinhamento 16 desarma no ombro de manobra 332 no diâmetro interno do suspensor de tubulação 14 para liberar a mola 314, conforme descrito na extensão acima. Uma vez que a mola de torção 314 é liberada, o corpo inferior 312 é capaz de girar até que a chave de alinhamento carregada por mola 326C entre na fenda correspondente 334 no diâmetro interno do suspensor de tubulação 14. Uma vez que o corpo inferior 312 é rotativamente travado na fenda de alinhamento 334, os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica 336 podem ser engatados com os acoplamentos correspondentes 32 do suspensor de tubulação 14. Os acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica entre a árvore 18 e o suspensor de tubulação 14 serão então testados para garantir que uma conexão adequada tenha sido feita.

[0119] O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 divulgado das Figuras 11 e 12 podem atingir o objetivo de alinhar as penetrações do suspensor de tubulação (isto é, acoplamentos/stabs 32 e 336) independentemente da orientação em torno do eixo longitudinal no qual a árvore 18 está assentada. Projetos de corpo de árvore existentes não precisam ser modificados para acomodar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação divulgado 16. Os suspensores de tubulação existentes podem ser utilizados com apenas uma pequena modificação para adicionar a fenda de alinhamento 334, mas caso contrário, este dispositivo de alinhamento 16 utiliza interfaces padrão para a árvore 18 e o suspensor de tubulação 14.

Mecanismo de Alinhamento Baseado em Plugue

[0120] Um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 tendo um mecanismo de alinhamento baseado em plugue será descrito com referência às Figuras 13 a 18. O dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 da Figura 13 inclui uma luva de alinhamento 510 e um conjunto de plugue 512, entre outras coisas. O arranjo e a interação desses componentes serão agora descritos.

[0121] A luva de alinhamento 510 pode ser uma peça sólida que está localizada dentro e faz interface com uma superfície interna de um furo principal da árvore 18. A luva de alinhamento 510 pode ser diretamente acoplada a um sub stab de produção 516 da árvore 18 e mantida no lugar em relação ao sub 514 por meio de um pino de cisalhamento 516 ou outro tipo de mecanismo de cisalhamento. A árvore 18 pode incluir acoplamentos hidráulicos, elétricos e/ou de fibra óptica padrão 518 projetados para fazer interface diretamente com os acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14.

[0122] Voltando às Figuras 14 a 18, o conjunto de plugue 512 pode incluir um corpo de plugue interno 520, um corpo de plugue externo 522, uma luva de orientação 524, um parafuso de retenção 526, um

mecanismo de bloqueio 528, um mecanismo de acionamento 530, um elemento de vedação ou de embalagem 532, uma engrenagem/estria cônica 534, uma chave antirrotação 535 e pinos de cisalhamento 536 e 538. O conjunto de plugue 512 pode ser totalmente separado da árvore 18 e do suspensor de tubulação 14 e pode ser utilizado para orientar a árvore 18 em relação ao suspensor de tubulação 14 depois de ser colocado, travado e/ou ajustado dentro de um furo do suspensor de tubulação 14.

[0123] O corpo do plugue interno 520 está geralmente disposto dentro do corpo do plugue externo 522, como mostrado. O corpo de plugue externo 522 pode incluir dois componentes que estão conectados (por exemplo, através de fios 540) juntos para definir uma cavidade 542 dentro da qual o corpo interno 520 é parcialmente capturado. Uma porção distal 544 do corpo interno 520 pode se estender para fora da cavidade 542 em uma direção e esta porção distal 544 pode ter um furo formado através da mesma. Uma porção de conexão 546 da luva de orientação 524 pode ser recebida dentro do furo na porção distal 544 do corpo do plugue interno 520 e o parafuso de retenção 526 pode ser posicionado através da porção de conexão 546 da luva de orientação 524 e acoplado diretamente ao corpo interno 520 por meio de fios. Como tal, o parafuso de retenção 526 pode acoplar a luva de orientação 524 ao corpo de plugue interno 520. Deve-se notar que outras disposições de uma luva de orientação e um ou mais corpos de plugue podem ser utilizados em outras modalidades do conjunto de plugue divulgado 512.

[0124] O mecanismo de bloqueio 528 pode incluir um conjunto de grampos de bloqueio ou um anel de divisão, ou qualquer outro tipo de trava, conforme conhecido por um versado na técnica. O mecanismo de bloqueio 528 pode ser disposto pelo menos parcialmente em torno de uma borda externa do corpo interno 520 e pode se estender para dentro

e/ou através de pelo menos uma fenda 548 formada radialmente através do corpo externo 522. Isso permite que o mecanismo de bloqueio 528 seja acionado para dentro do engate de bloqueio com uma superfície radialmente interna do suspensor de tubulação 14 de modo a travar o conjunto de plugue 512 no lugar dentro do suspensor de tubulação 14. Uma superfície geralmente inclinada 550 formando uma borda radialmente externa do corpo de plugue interno 520 pode ser usada para segurar o mecanismo de bloqueio 528 em sua posição de travamento estendida até que seja hora de remover o conjunto de plugue 512 do suspensor de tubulação 14.

[0125] O mecanismo de acionamento 530 pode ser usado para acionar o plugue e, assim, definir o mecanismo de bloqueio 528 dentro do suspensor de tubulação 14. O mecanismo de acionamento 530 pode incluir um botão de acionamento 552 e um anel de divisão 554 (ou tipo semelhante de anel de acionamento). O mecanismo de acionamento 530 pode funcionar da seguinte forma. O anel de divisão 554 pode ser polarizado em uma direção radialmente para fora. Quando o conjunto de plugue 512 está sendo executado, o anel de divisão 554 pode ser mantido dentro de dois recessos opostos 556 e 558 formados em uma superfície radialmente externa do corpo interno 520 e uma superfície radialmente interna do corpo externo 522, respectivamente. Nesta posição, o anel de divisão 554 pode geralmente impedir que o corpo interno 520 e o corpo externo 522 se movam um em relação ao outro em uma direção axial. O botão de acionamento 552 pode ser posicionado através da parede do corpo externo 522 e ter uma superfície plana se estendendo para o recesso 558 do corpo externo 522.

[0126] Quando o conjunto de plugue 512 é executado no suspensor de tubulação 14, um ressalto 560 (figura 13) na borda interna do suspensor de tubulação 14 pode encostar no botão de acionamento

552, forçando o botão 552 radialmente para dentro de modo que o botão 552 comprima o anel de divisão 554 totalmente no recesso 556 do corpo do plugue interno 520. Com o anel de divisão 554 nesta posição colapsada, o corpo interno 520 está livre para se mover axialmente para baixo em relação ao corpo externo 522 em resposta à pressão de ajuste colocada no conjunto de plugue 512 por uma ferramenta de execução 574. Este movimento para baixo faz com que a superfície inclinada 550 do corpo interno 520 empurre radialmente para fora contra o mecanismo de bloqueio 528, configurando assim o mecanismo de bloqueio 528 em uma ranhura de bloqueio 564 (figura 13) na superfície interna do suspensor de tubulação 14. O movimento descendente do corpo interno 520 também pode definir o pino de cisalhamento carregado por mola 536 em um recesso formado ao longo da superfície interna do corpo do plugue externo 522. Este pino de cisalhamento 536 pode manter o corpo do plugue interno 520 na mesma posição axial em relação ao corpo do plugue externo 522 para manter o conjunto do plugue 512 nesta posição bloqueada dentro do suspensor de tubulação 14 até que seja o momento de remover o conjunto do plugue 512.

[0127] O elemento de vedação ou de embalagem 532 localizado na extremidade inferior do corpo do plugue externo 522 é usado para prover uma vedação de alta pressão dentro do furo do suspensor de tubulação 14. Quando o conjunto de plugue 512 entra na posição travada, o elemento de vedação ou de embalagem 532 está energizado. O elemento de vedação ou de embalagem 532 pode vedar o suspensor de tubulação 14 de modo que o BOP possa ser removido da cabeça de poço e substituído pela árvore 18, enquanto mantém duas vedações de alta pressão no sistema (uma por meio de uma válvula de segurança de fundo de poço e uma reserva por meio do plugue 512).

[0128] A engrenagem/estria cônica 534 pode ser disposta na

interseção da porção de conexão 546 da luva de orientação 524 e o corpo interno 520. O mecanismo de engrenagem/estria cônica 534 pode incluir roscas que permitem um ajuste incremental da orientação (por exemplo, por 1 grau, 2 graus ou alguma outra quantidade) da luva de orientação 524 em torno do eixo longitudinal em relação ao resto do conjunto de plugue 512. O corpo de plugue externo 522 pode ser mantido rotacionalmente no lugar por meio da chave antirrotação 535 encaixada em uma fenda correspondente do suspensor de tubulação 14 quando o conjunto de plugue 512 está na posição bloqueada. Neste ponto, uma ferramenta de execução e/ou ajuste disposta dentro e engatada com ranhuras de execução/ajuste 566 da luva de orientação 524 pode pegar a luva de orientação 524 e girar a luva de orientação 524 em relação aos corpos externo e interno do plugue. Esta rotação pode ser realizada de forma incremental de acordo com o tamanho relativo e número de fios presentes no mecanismo de engrenagem/estria cônico 534. O parafuso de retenção 526 pode ser dimensionado e posicionado de modo que a luva de orientação 524 possa se mover axialmente para frente e para trás conforme necessário durante este processo de ajuste. A orientação da luva 524 é de modo que a luva 524 possa ser trazida para um alinhamento rotacional desejado em relação à cabeça de poço 12. Uma ferramenta baseada em ROV ou algum outro tipo de ferramenta pode ser usada para determinar a que distância a luva de orientação 524 esteve ajustada na cabeça de poço.

[0129] A luva de orientação 524 inclui um perfil de orientação 568 formado ao longo de uma extremidade distal da luva de orientação 524. O perfil de orientação 568 pode incluir, por exemplo, uma superfície de extremidade inclinada e uma série de fendas de tamanhos diferentes 570 se estendendo através da luva de orientação 524. A luva de alinhamento 510 na árvore 18 pode apresentar um perfil complementar

572 projetado para se ajustar ao perfil de orientação 568 da luva de orientação 524 quando a luva de alinhamento 510 (e, conseqüentemente, a árvore 18) são colocadas em um alinhamento desejado com a luva de orientação 524. As fendas 50 podem ter larguras diferentes, de modo a permitir apenas o engate coincidente da luva de alinhamento 510 com a luva de orientação 524 em uma única orientação das peças em relação umas às outras. A luva de alinhamento 510 pode girar até que seja trazida para esta orientação desejada. Nesta orientação, os acoplamentos 518 na árvore 18 serão diretamente alinhados com os acoplamentos 32 no suspensor de tubulação 14. As fendas 570 podem ser alongadas na direção vertical, como mostrado, de modo que os acoplamentos de árvore 518 possam ser trazidos para o alinhamento correto com os acoplamentos de suspensores de tubulação 32 primeiro e, em seguida, ser abaixado diretamente para baixo para formar uma conexão de acoplamento.

[0130] Deve-se notar que outros tipos ou arranjos de um perfil de orientação 568 na luva de orientação 524 e perfil complementar 572 na luva de alinhamento 510 podem ser utilizados em outras modalidades. Por exemplo, o perfil de orientação 568 pode ser uma hélice e a luva de alinhamento 572 pode incluir um pino projetado para ser recebido na hélice e direcionado através dela até que a árvore 18 seja trazida para alinhamento e uma conexão coincidente com o suspensor de tubulação 14.

[0131] Uma descrição geral de um método para operar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação 16 das Figuras 13 a 18 será descrita agora. O suspensor de tubulação 14 pode ser executado na cabeça de poço 12 através do BOP enquanto o BOP está no lugar. O conjunto de plugue 512 pode então ser abaixado através da cabeça de poço 12 e no furo do suspensor de tubulação 14. O BOP é removido apenas após o conjunto de plugue 512 ser instalado e o conjunto de

plugue 512 permanece no lugar até que a árvore 18 tenha sido assetada. Depois que a árvore 18 for assentada, o conjunto de plugue 512 pode ser removido e reutilizado.

[0132] A Figura 14 mostra o conjunto de plugue 512 durante a operação em execução. Como mencionado acima, enquanto está sendo executado, o mecanismo de bloqueio 528 está no estado colapsado, o mecanismo de acionamento 530 não é acionado e o pino de cisalhamento 536 não está engatado. Uma ferramenta de execução 574 é posicionada dentro do furo da luva de orientação 524 e conectada à luva de orientação 524 por meio das ranhuras de execução/ajuste 566. Conforme a ferramenta de execução 574 abaixa o conjunto de plugue 512 no suspensor de tubulação 14, a ferramenta de execução 574 pode girar o conjunto de plugue 512 até que ele alcance uma orientação onde a chave antirrotação 535 está posicionada na fenda correspondente do suspensor de tubulação 14.

[0133] O abaixamento adicional do conjunto de plugue 512 fará com que o conjunto de plugue 512 trave no suspensor de tubulação 14, como mostrado na Figura 15. O ressalto 560 no suspensor de tubulação 14 pode pressionar contra o botão de acionamento 552, acionando o mecanismo de bloqueio 528 de modo que o anel de divisão 554 seja recebido na ranhura de bloqueio 564 do suspensor de tubulação 14. O pino de cisalhamento 536 pode saltar para fora para dentro do recesso formado no corpo do plugue externo 522. Como resultado, o conjunto do plugue 512 é travado no suspensor de tubulação 14. O elemento de vedação ou de embalagem 532 pode ser engatado com o diâmetro interno do furo do suspensor de tubulação de modo a fornecer um backup para a válvula de segurança de fundo de poço, uma vez que o BOP é removido. A chave antirrotação 535 localizada na fenda do suspensor de tubulação 14 evita que o elemento de vedação ou de embalagem 532 gire.

[0134] Uma vez que o conjunto de plugue 512 é bloqueado, o BOP pode ser removido da cabeça de poço 12. A luva de orientação 524 pode ser ajustada em relação ao resto do plugue 512, como mostrado na Figura 16. Uma ferramenta de ajuste 576, que pode ou não ser a mesma que a ferramenta de execução descrita acima, é posicionada dentro do furo da luva de orientação 524 e conectada à luva de orientação 524 através das ranhuras de execução/ajuste 566. Conforme o ajuste a ferramenta 576 gira a luva de orientação 524 em relação ao resto do plugue, a engrenagem/estria cônica 534 guia esta rotação para ocorrer em pequenos incrementos, que podem ser rastreados por uma ferramenta externa. Qualquer ajuste que tenha sido feito para colocar a luva de orientação 524 em uma orientação desejada em relação à cabeça de poço, o mesmo ajuste rotacional pode então ser feito na árvore 18 (por exemplo, entre a luva de alinhamento 510 e outras porções da árvore 18). Este ajuste da árvore 18 permitirá que conexões diretas entre os acoplamentos de árvore 518 e os acoplamentos de suspensor de tubulação 32 sejam feitas.

[0135] A árvore 18 (ilustrada apenas como a luva de alinhamento 510 nas Figuras 17 e 18) pode então ser assentada na cabeça de poço 12. O alinhamento da árvore 18 em relação ao suspensor de tubulação 14 é guiado pelo perfil de orientação 568 na luva de orientação 524 fazendo interface com o perfil complementar 572 na luva de alinhamento 510. Uma vez que as fendas e pernas correspondentes desses perfis 568 e 572 são combinadas, o abaixamento adicional da árvore 18 na cabeça de poço 12 fará com que a luva de alinhamento 510 abaixe verticalmente através das fendas alongadas na luva de orientação 524, proporcionando assim uma descida controlada dos acoplamentos de árvore 518 para os acoplamentos de suspensor de tubulação apropriados 32. A árvore 18 neste ponto é assentada e as conexões entre a árvore 18 e o suspensor de tubulação 14 são feitas.

[0136] Depois que a árvore é assentada, o conjunto de plugue 512 pode ser removido. O conjunto de plugue 512 pode ser reutilizável em diferentes cabeças de poço, uma vez que é removido. Para remover o conjunto de plugue 512, uma ferramenta de recuperação pode ser acoplada à luva de orientação 524 e usada para puxar o plugue para cima. Esta força para cima pode fazer com que o pino de cisalhamento com mola 536 cisalhe, liberando assim o corpo interno 520 de sua posição axial dentro do corpo externo 522. O corpo interno 520 pode ser levantado dentro do corpo externo 522, fazendo com que a superfície inclinada 550 se mova para fora do contato de polarização para fora com o mecanismo de bloqueio 528. O mecanismo de bloqueio 528 pode colapsar no recesso no corpo externo 522, liberando o plugue 512 para ser extraído do furo do suspensor de tubulação 14.

[0137] Embora a presente descrição e suas vantagens tenham sido descritas em detalhes, deve ser entendido que várias mudanças, substituições e alterações podem ser feitas neste documento sem se afastar do espírito e escopo da descrição conforme definido pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema, caracterizado pelo fato de que compreende:
 - um suspensor de tubulação posicionado em uma cabeça de poço, em que o suspensor de tubulação compreende um ou mais acoplamentos hidráulicos, elétricos ou de fibra óptica em uma superfície voltada para cima do mesmo;
 - um alojamento tubular compreendendo uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica dispostas através do mesmo;
 - um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação, em que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação compreende uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica que se estendem através do mesmo e um ou mais acoplamentos dispostos em uma extremidade inferior do mesmo, em que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é configurado para acoplar a uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica no alojamento tubular com os um ou mais acoplamentos hidráulicos, elétricos ou de fibra óptica no suspensor de tubulação durante o assentamento do alojamento tubular na cabeça de poço, independentemente de uma orientação relativa do suspensor de tubulação e do alojamento tubular em relação à cabeça de poço.
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é autoalinhado entre o alojamento tubular e o suspensor de tubulação.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o alojamento tubular compreende um corpo de árvore, um carretel ou um corpo de conexão de linha de fluxo.
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é acoplado ao dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação.
5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é acoplado ao alojamento tubular.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação compreende:

um sub stab de produção montado e se estendendo a partir do alojamento tubular;

uma sub rotação disposto ao redor e acoplado de forma rotativa ao sub stab de produção, em que uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação se estendem através da sub rotação para um ou mais acoplamentos em uma extremidade inferior da sub rotação; e

tubulação espiralada enrolada em torno do sub stab de produção e acoplado a uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica do alojamento tubular em uma extremidade e a uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica da sub rotação em uma extremidade oposta.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a sub rotação compreende uma chave de alinhamento acoplada a um diâmetro externo da sub rotação.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um sub pata de mula tendo um perfil de pata de mula disposto em um diâmetro interno do suspensor de tubulação, em que o perfil de pata de mula faz interface com a chave de alinhamento na sub rotação para alinhar um ou mais acoplamentos da sub rotação com um ou mais acoplamentos no suspensor de tubulação.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o perfil da pata de mula compreende uma borda rebaixada que se inclina em uma direção para baixo de um primeiro lado da sub pata de mula em ambas as direções circunferencialmente em

torno da sub pata de mula para um segundo lado da sub pata de mula oposto ao primeiro lado.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que em um ponto mais baixo no segundo lado do perfil da pata de mula, o perfil da pata de mula compreende uma fenda de alinhamento orientada verticalmente.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a chave de alinhamento compreende duas superfícies anguladas voltadas para baixo em uma extremidade inferior e duas superfícies orientadas verticalmente que se estendem para cima a partir das superfícies anguladas voltadas para baixo.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a sub rotação é acoplado ao sub stab de produção por meio de uma interface de mancal.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um ou mais caminhos de fluxo de fluido que se estendem através do sub stab de produção, em que o um ou mais caminhos de fluxo de fluido são configurados para acoplar fluidamente um caminho de fluxo de anular do suspensor de tubulação a um caminho de fluxo de anular do alojamento tubular.

14. Método, caracterizado pelo fato de que compreende:
assentar um suspensor de tubulação em uma cabeça de poço;

acoplar um dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação a um alojamento tubular, em que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação compreende acoplamentos dispostos em uma extremidade inferior do mesmo;

abaixar o alojamento tubular com o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação parcialmente na cabeça de poço

orientar os acoplamentos do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação de modo que eles se alinhem com acoplamentos correspondentes em uma extremidade superior do suspensor de tubulação, através do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação enquanto abaixa o alojamento tubular na cabeça de poço; e

assentar o alojamento tubular na cabeça de poço, em que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação acopla comunicativamente linhas hidráulicas, elétricas e/ou de fibra óptica do alojamento tubular com os acoplamentos no suspensor de tubulação.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que acoplar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação ao alojamento tubular compreende acoplar o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação a um de um corpo de árvore, um carretel ou um corpo de conexão de linha de fluxo.

16. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação é construído e disposto de tal modo que os acoplamentos do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação e os acoplamentos na extremidade superior do suspensor de tubulação se autoalinham conforme o alojamento tubular é abaixado na cabeça de poço.

17. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação compreende:

um sub stab de produção montado no alojamento tubular;

uma sub rotação disposto ao redor e rotativamente acoplado ao sub stab de produção; e

tubulação espiralada enrolada em torno do sub stab de produção e acoplado a uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica do alojamento tubular em uma extremidade e a uma ou mais

linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra ótica da sub rotação em uma extremidade oposta.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que orientar os acoplamentos do dispositivo de alinhamento de suspensor de tubulação compreende:

fazer a interface de uma chave de alinhamento que se estende da sub rotação com um perfil de pata de mula em uma superfície interna de um sub pata de mula acoplado ao suspensor de tubulação;

incitar a rotação da sub rotação em torno do sub stab de produção em resposta à interface da chave de alinhamento com o perfil da pata de mula; e

flexionar um ou mais comprimentos da tubulação em espiral se estendendo entre as linhas hidráulicas, elétricas e/ou de fibra ótica da sub rotação e as linhas hidráulicas, elétricas e/ou de fibra ótica do alojamento tubular.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o perfil da pata de mula compreende uma borda rebaixada que se inclina em uma direção para baixo de um primeiro lado da sub pata de mula em ambas as direções circunferencialmente em torno da sub pata de mula para um segundo lado da sub pata de mula oposto ao primeiro lado.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que em um ponto mais baixo no segundo lado do perfil da pata de mula, o perfil da pata de mula compreende uma fenda de alinhamento orientada verticalmente.

10

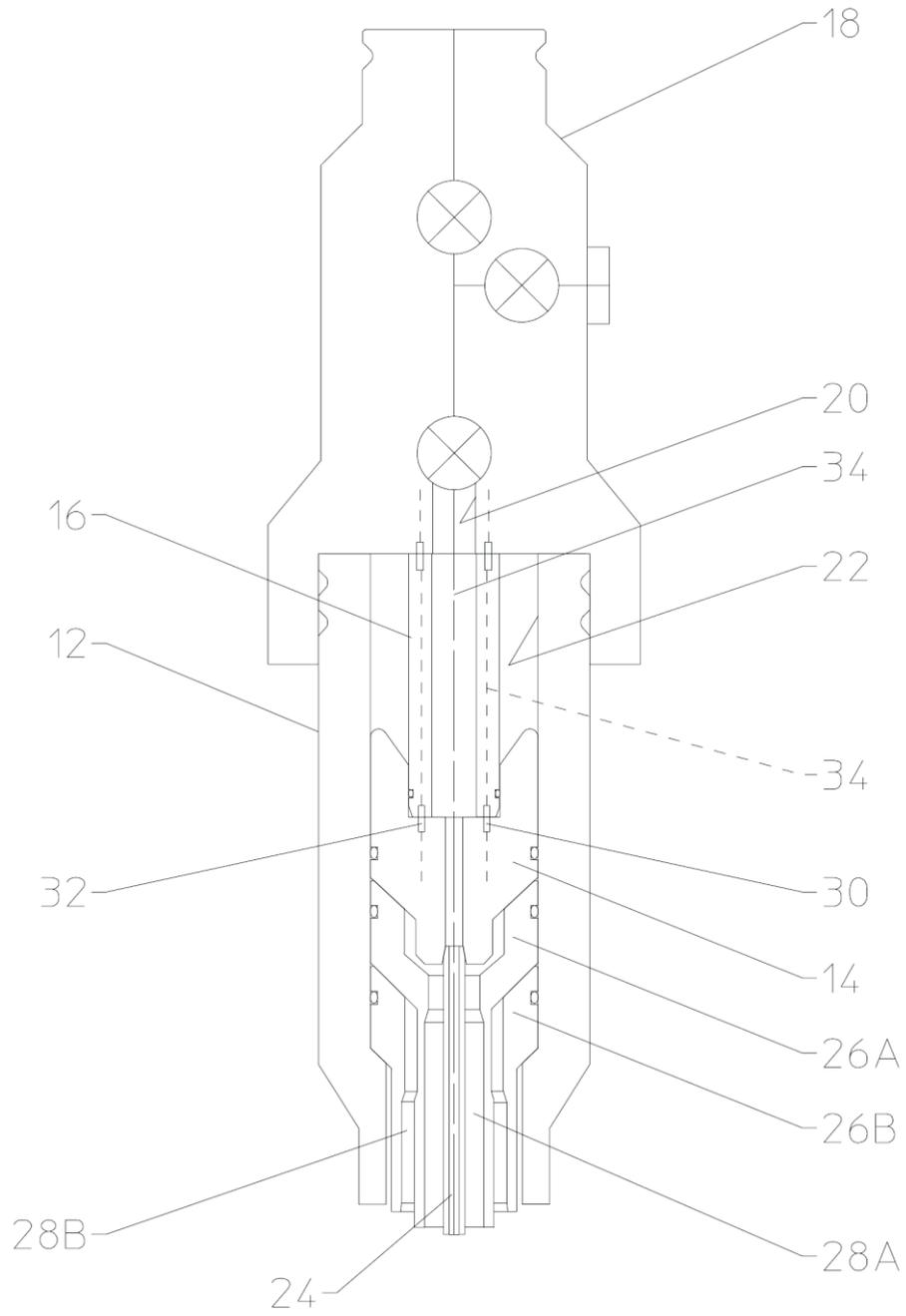


FIG. 1

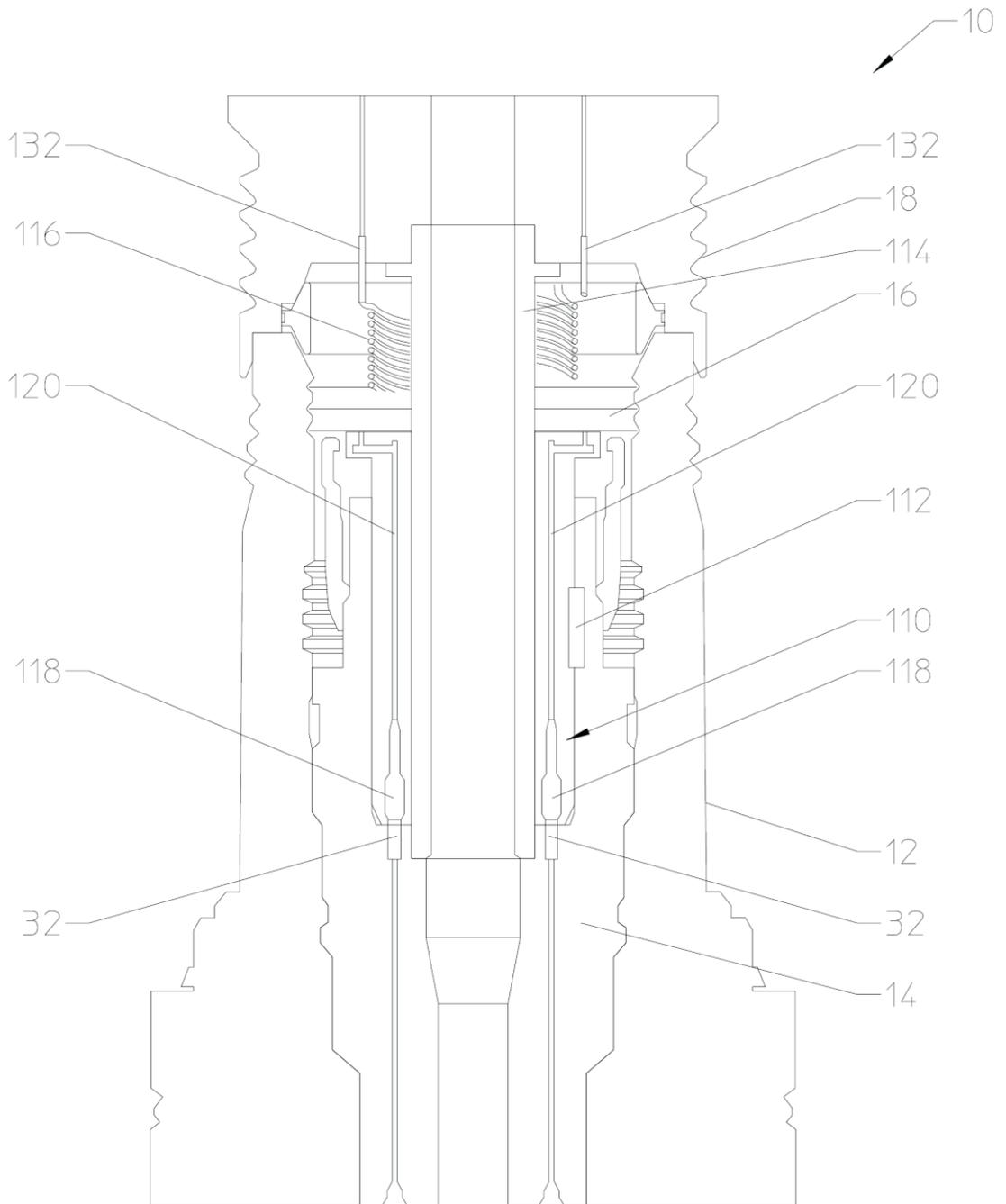


FIG. 2

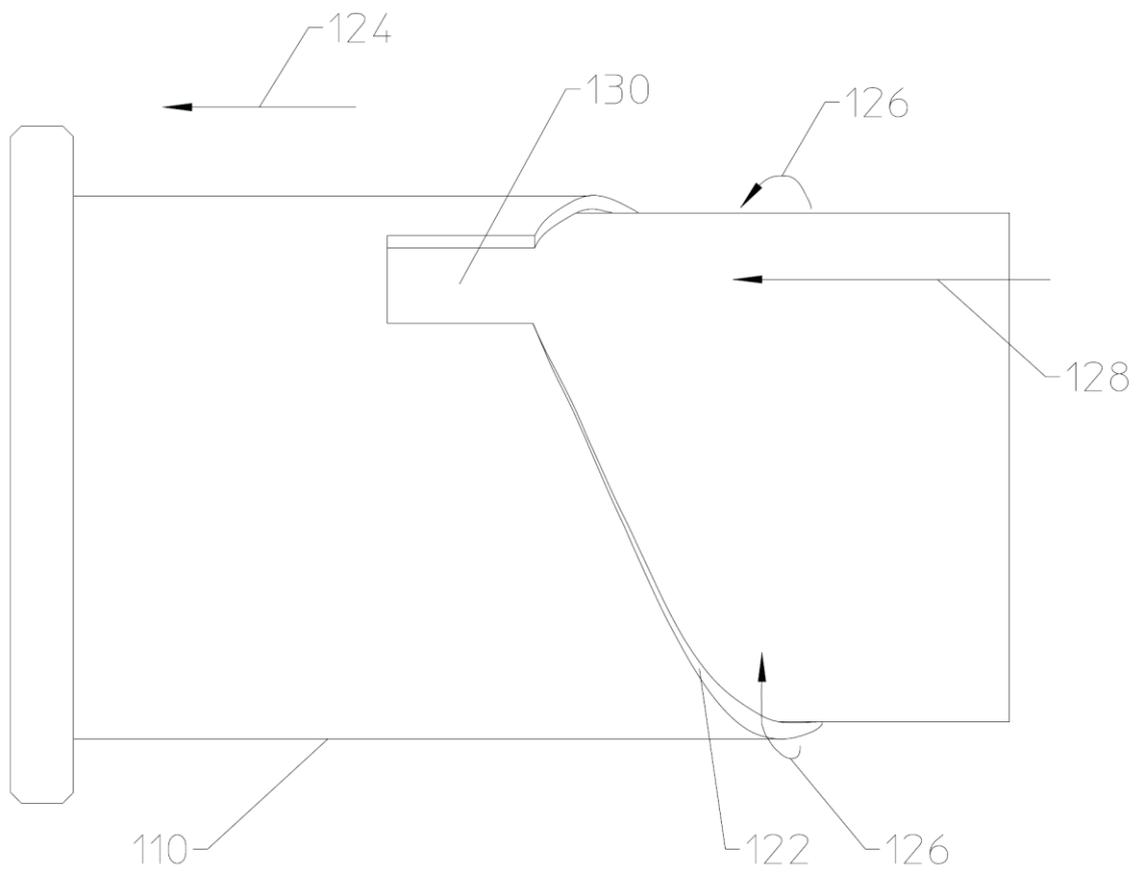


FIG. 2A

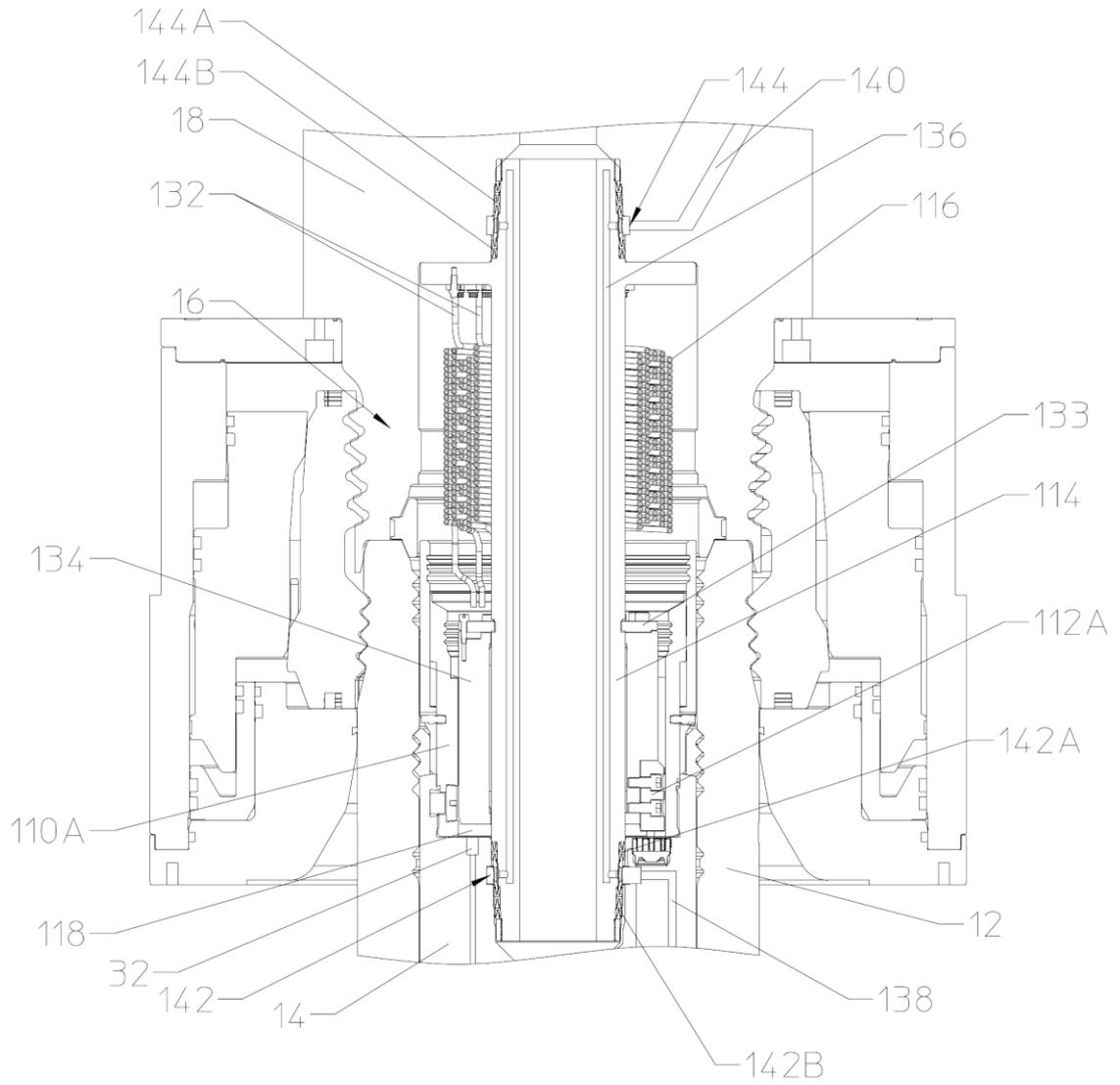


FIG. 3

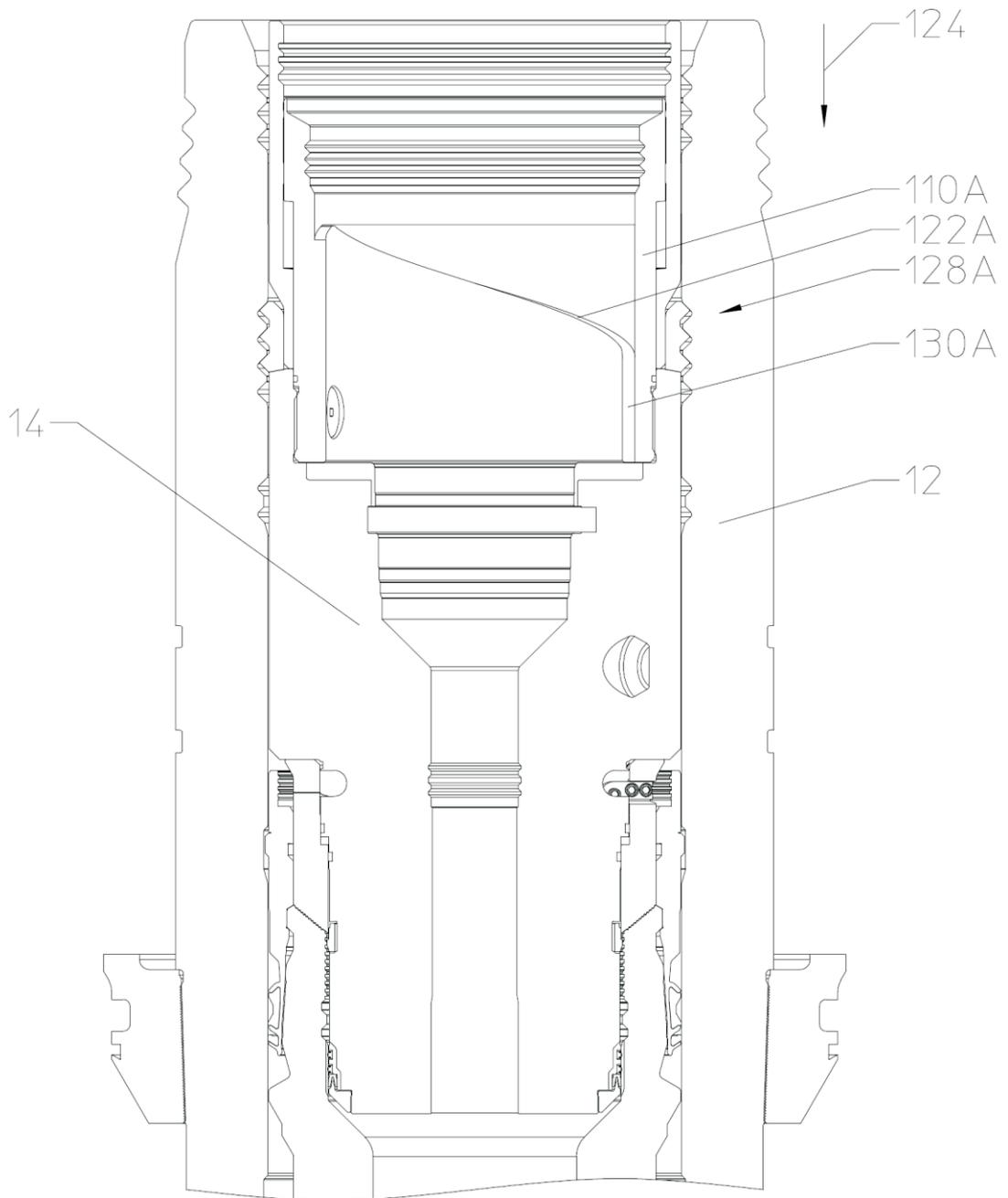


FIG. 3A

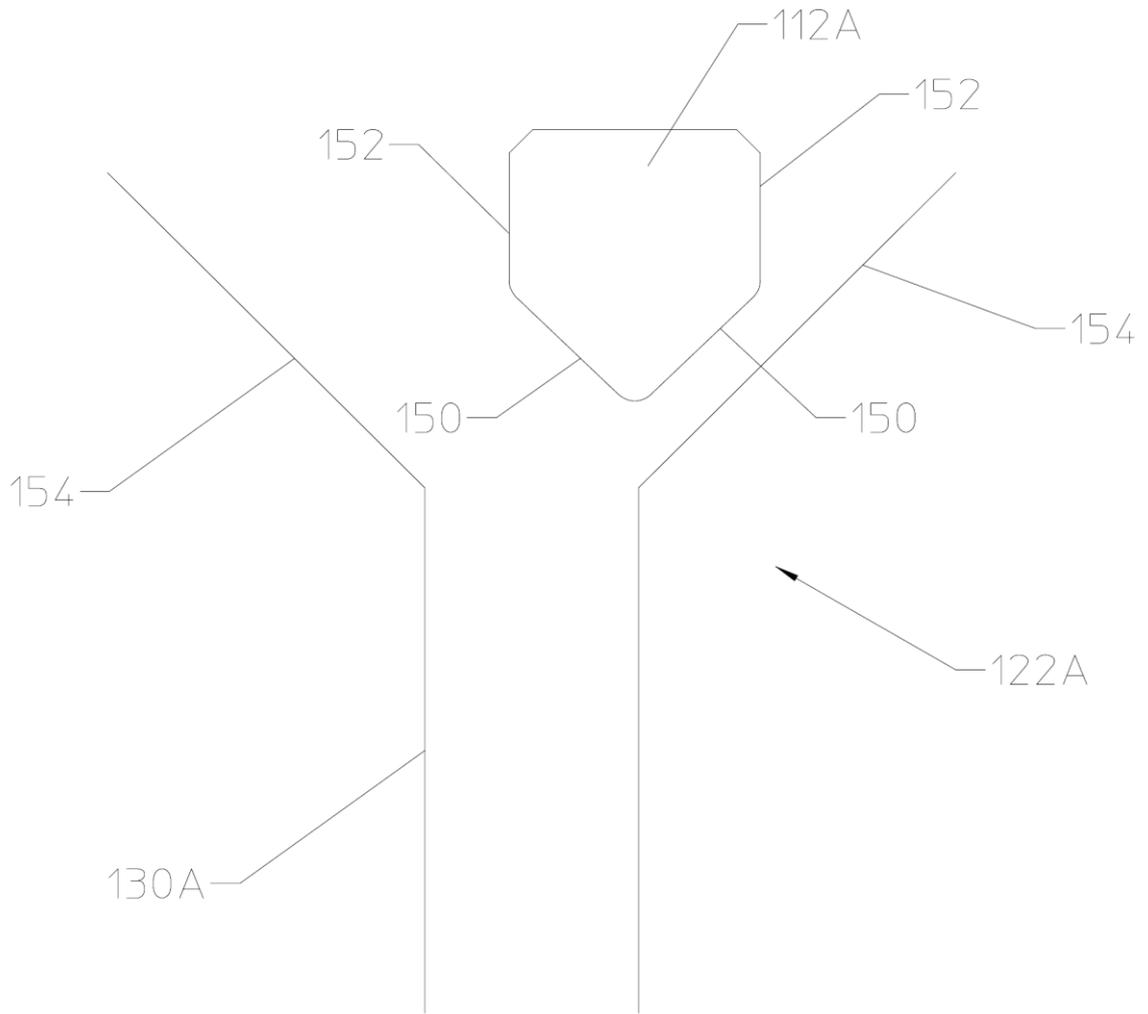


FIG. 3B

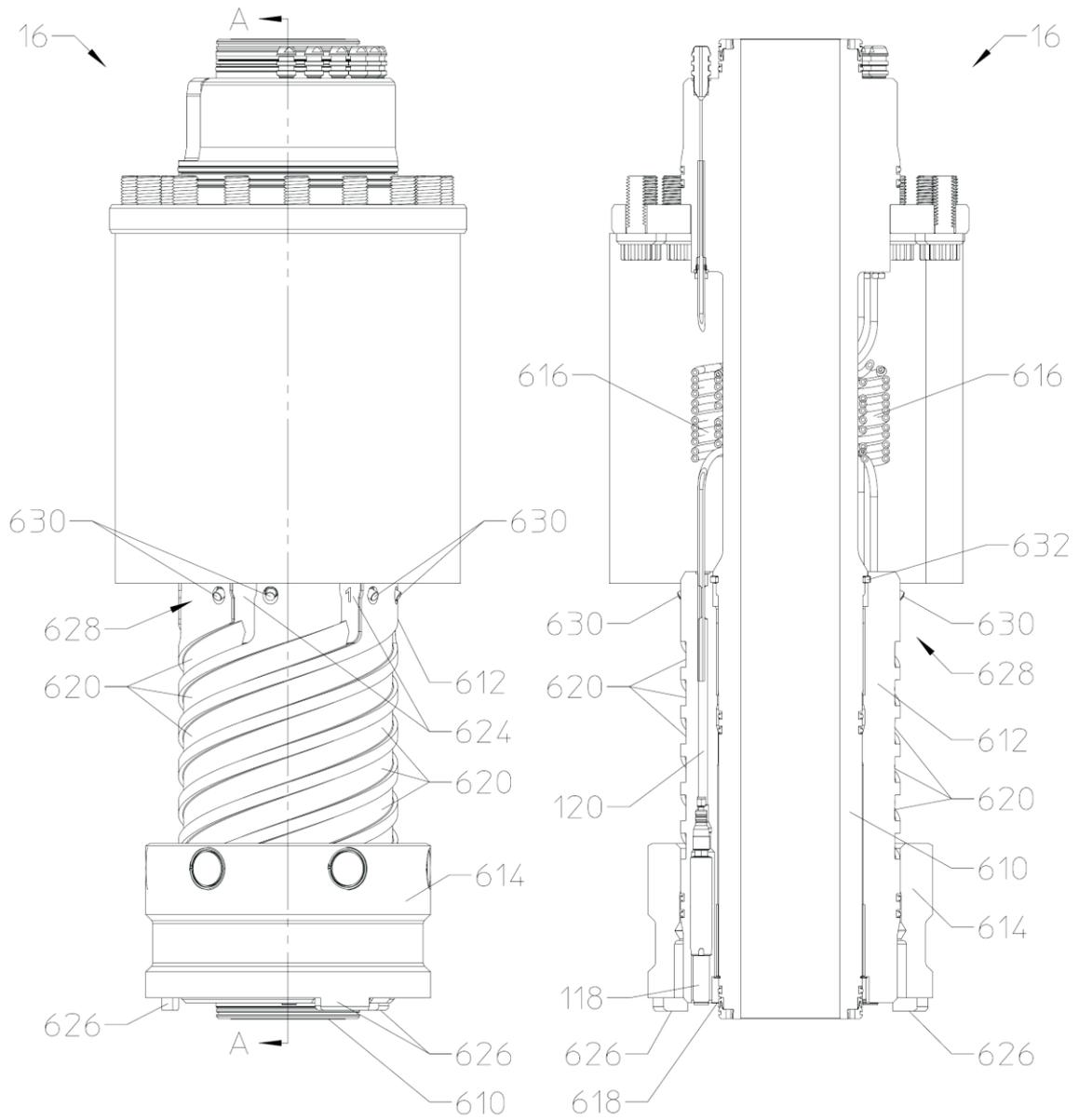


FIG. 4A

FIG. 4B

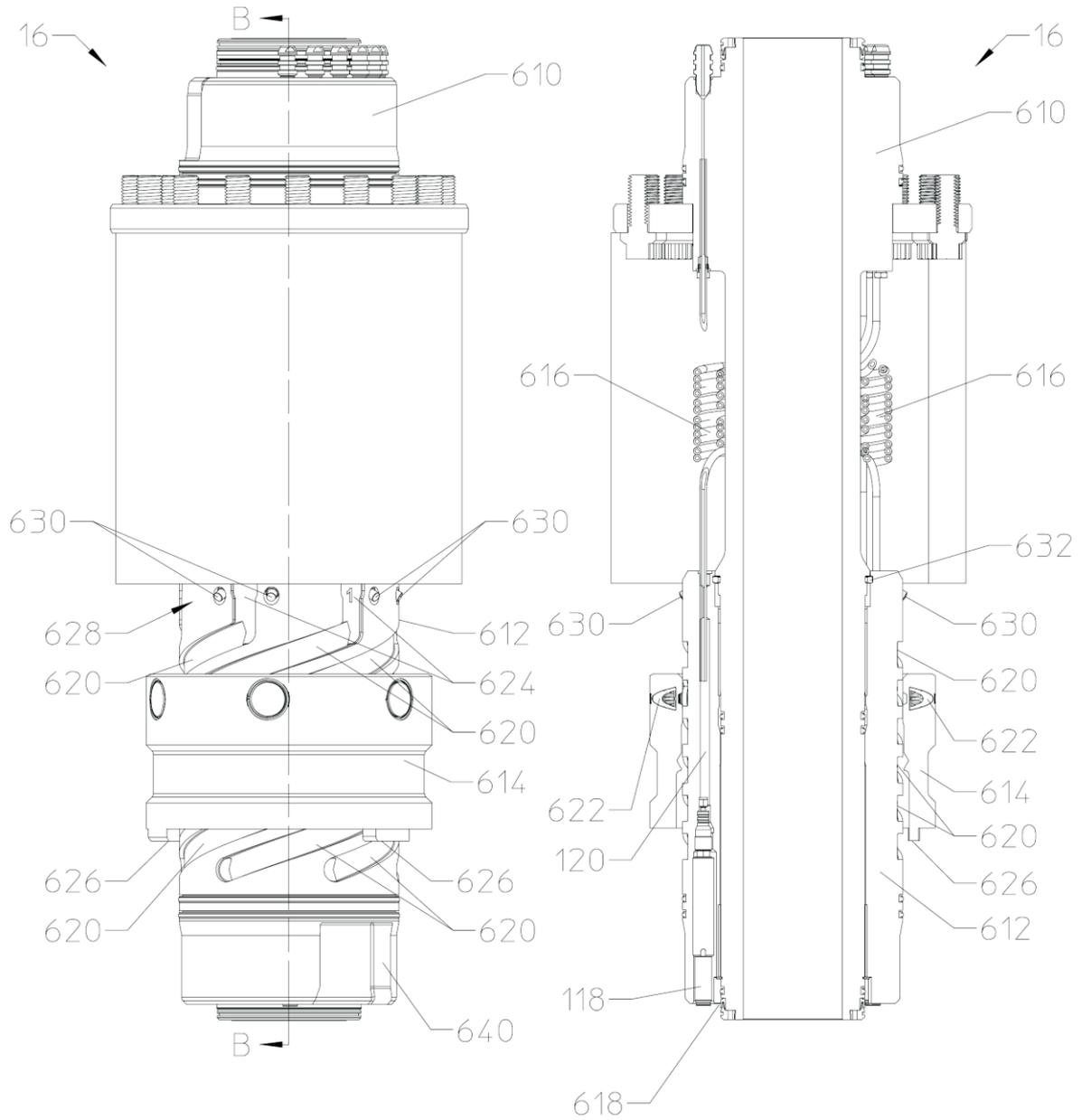


FIG. 5A

FIG. 5B

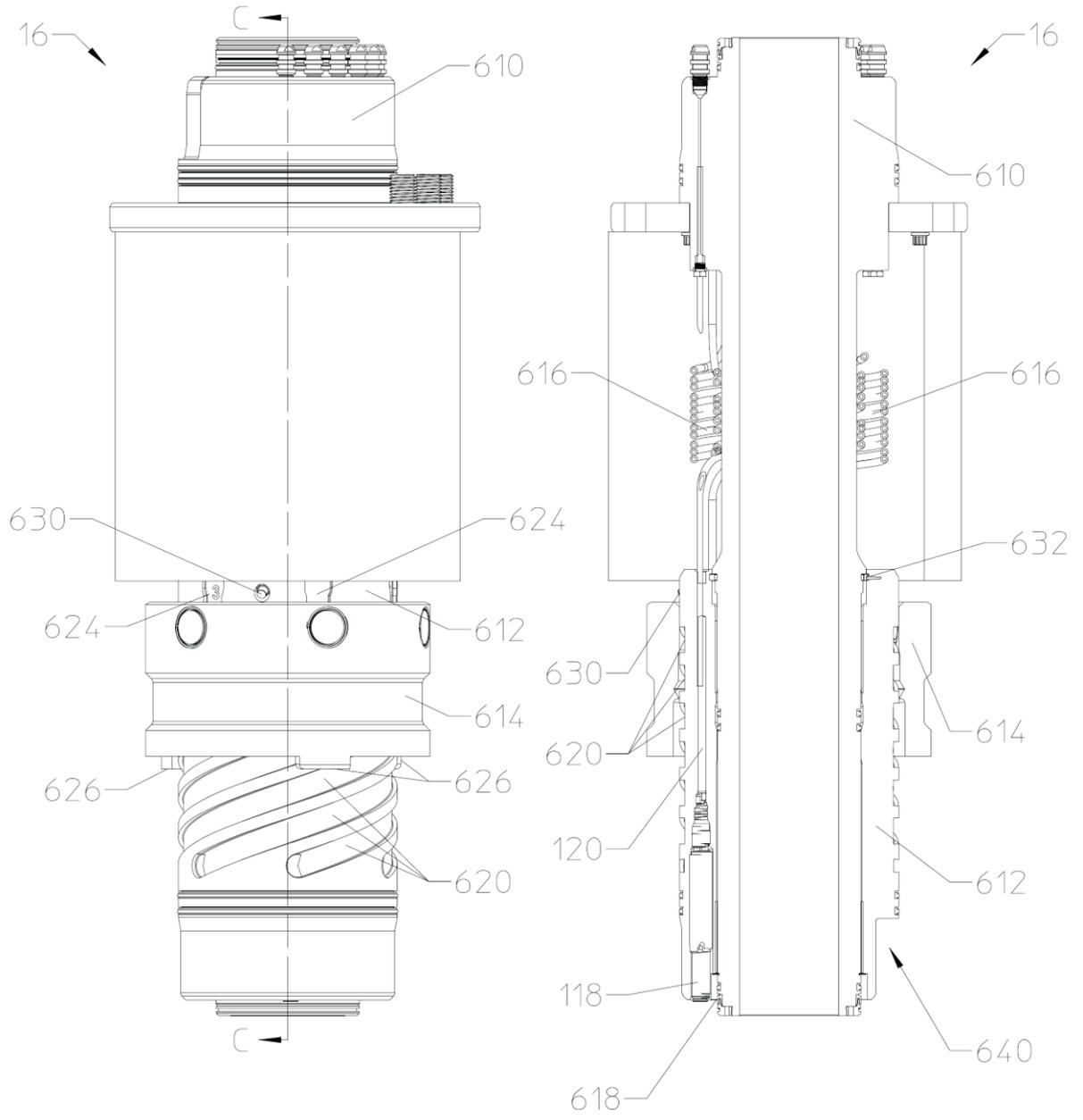


FIG. 6A

FIG. 6B

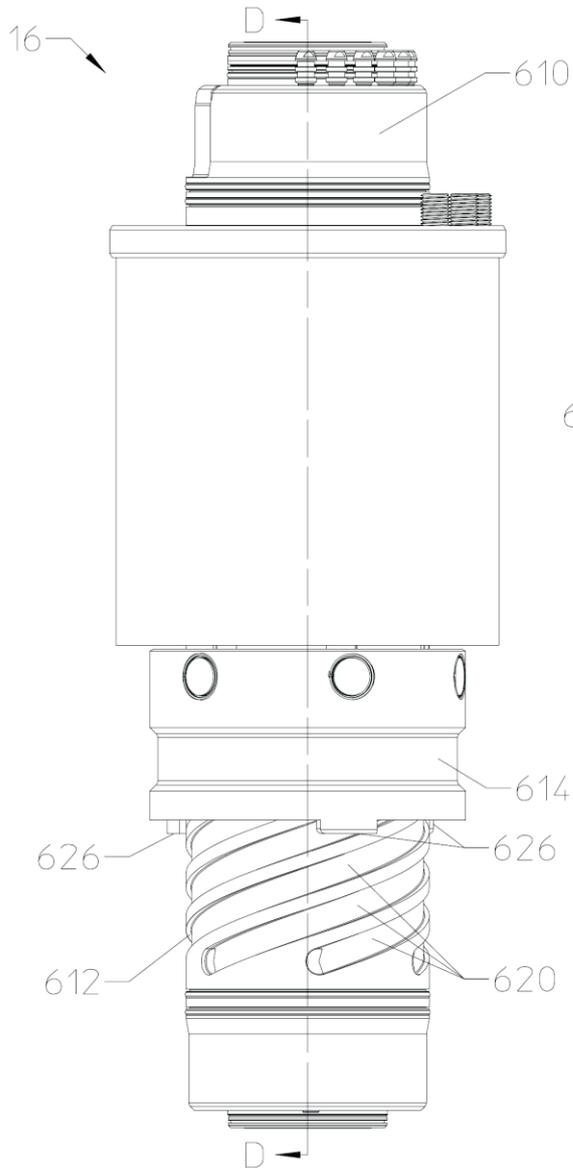


FIG. 7A

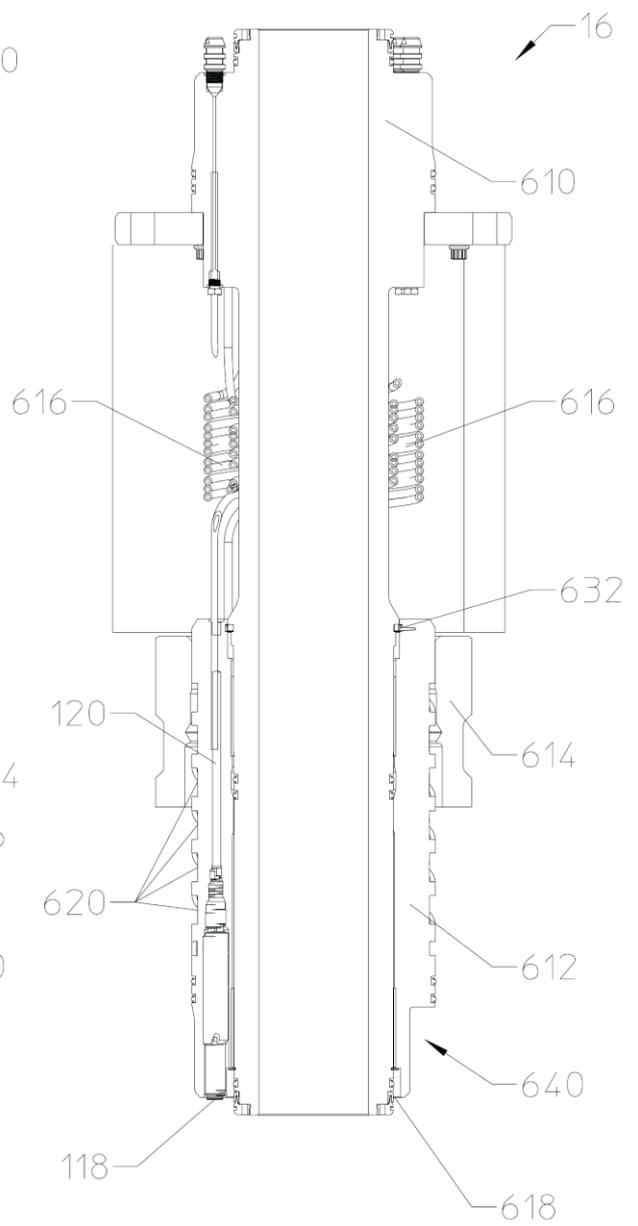


FIG. 7B

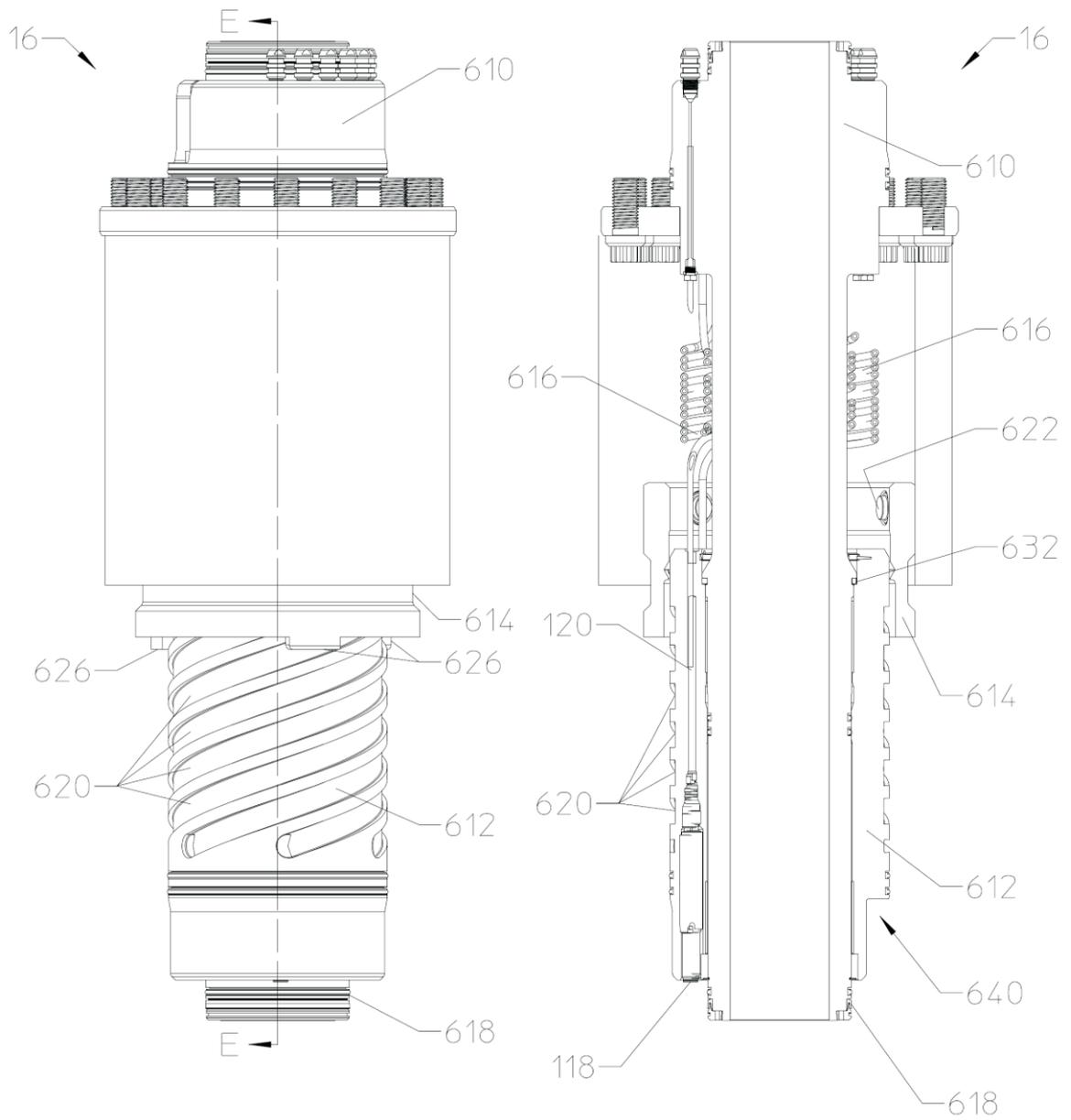


FIG. 8A

FIG. 8B

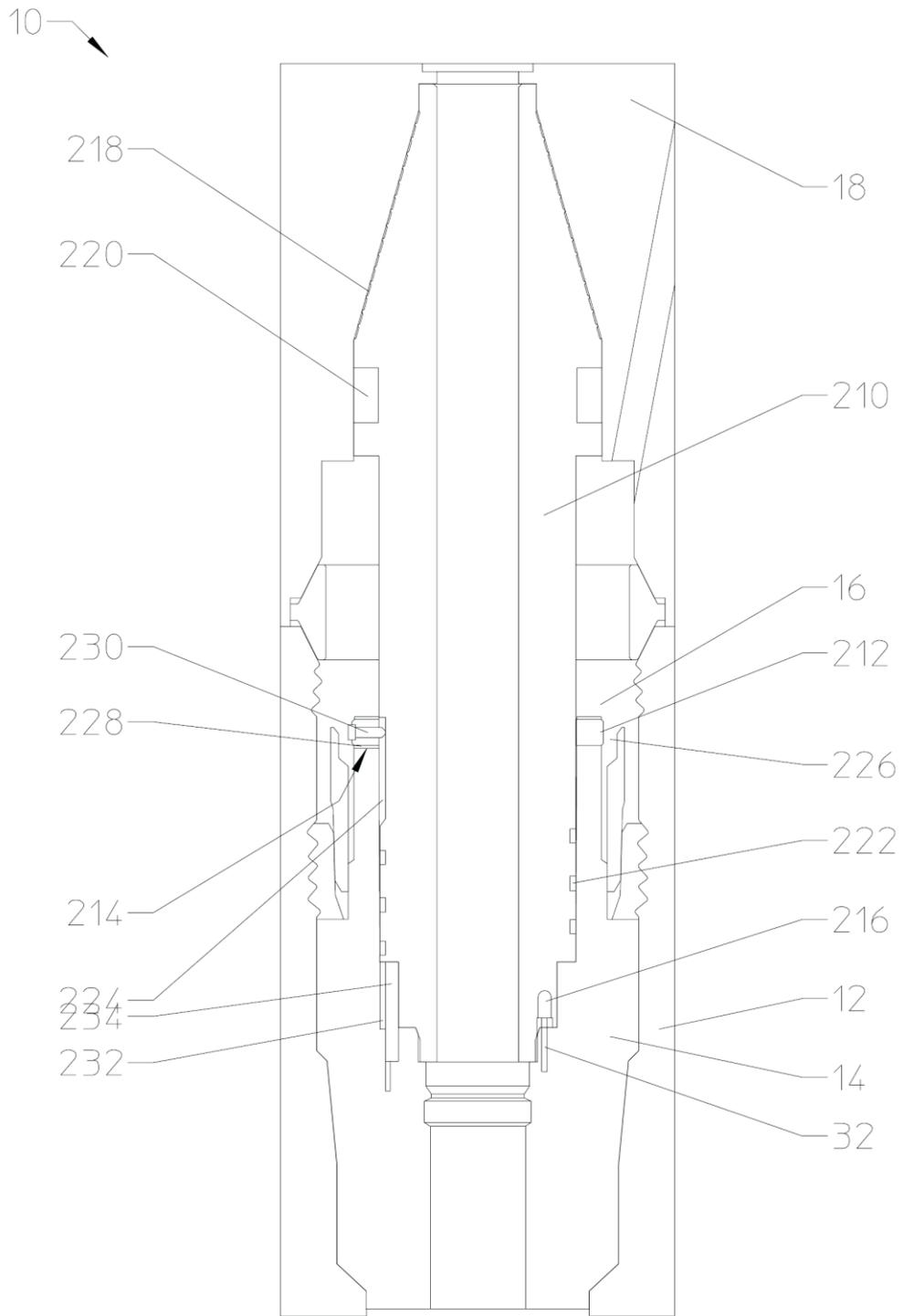


FIG. 9

13/18

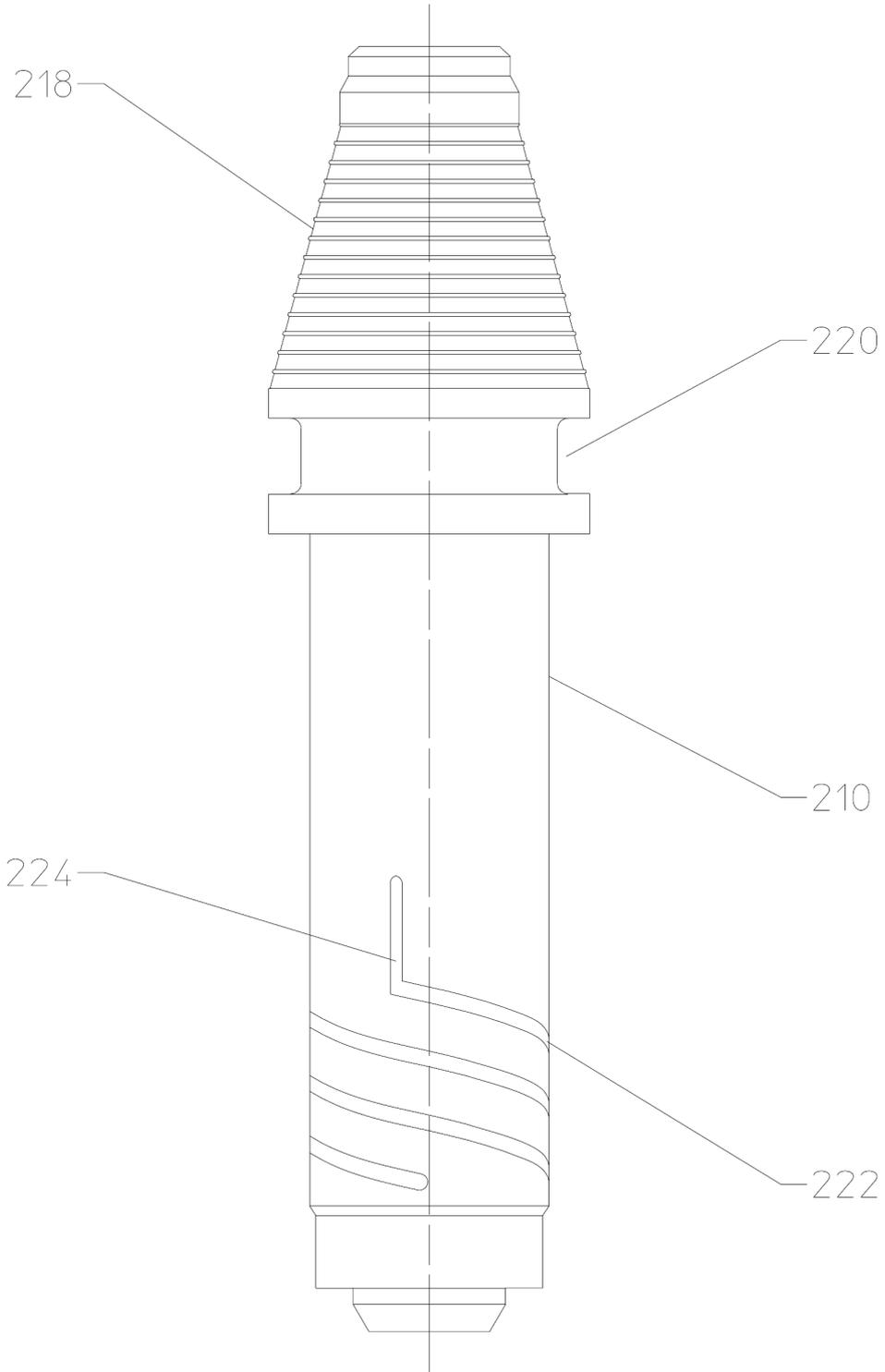


FIG. 10

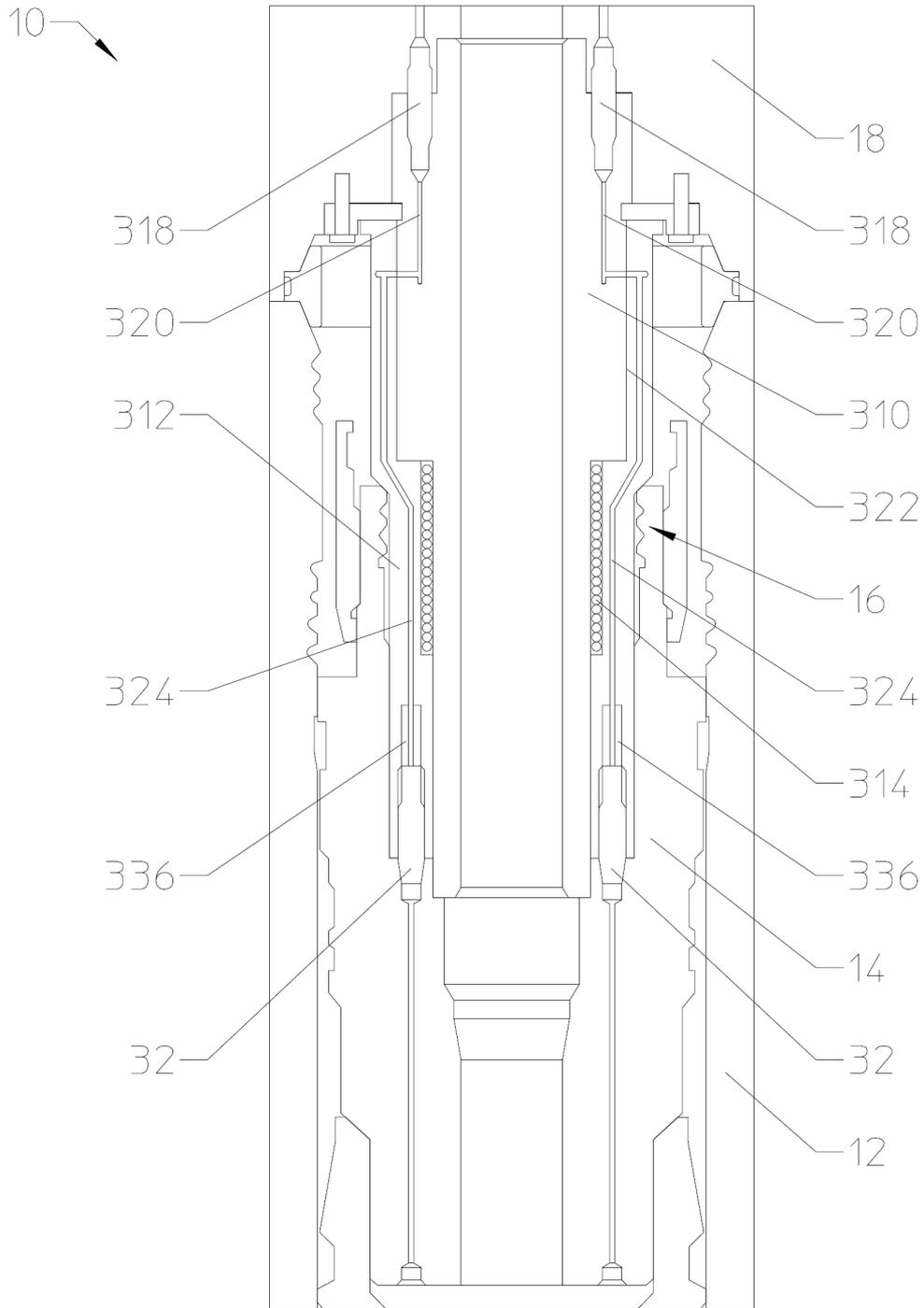


FIG. 11

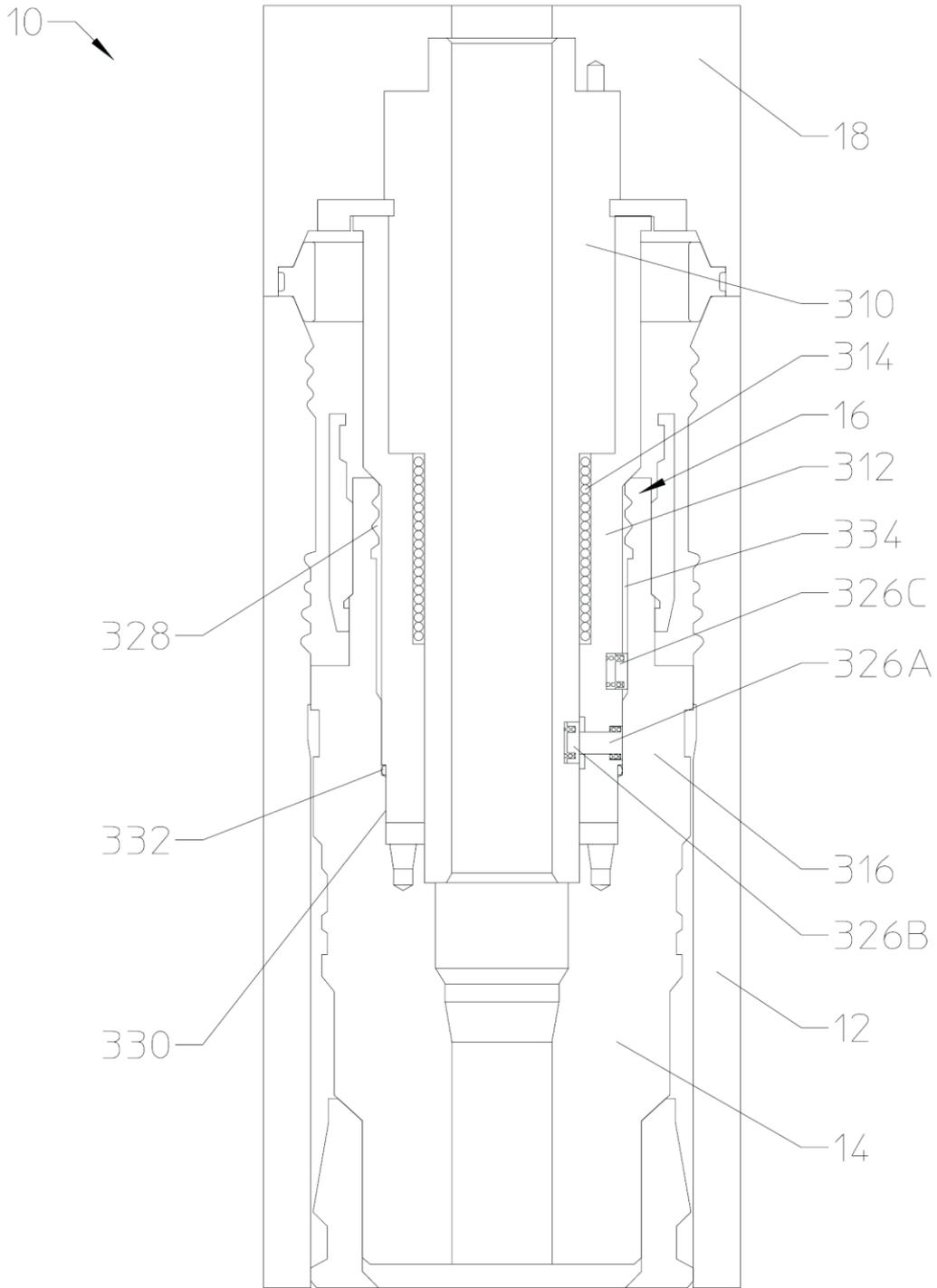


FIG. 12

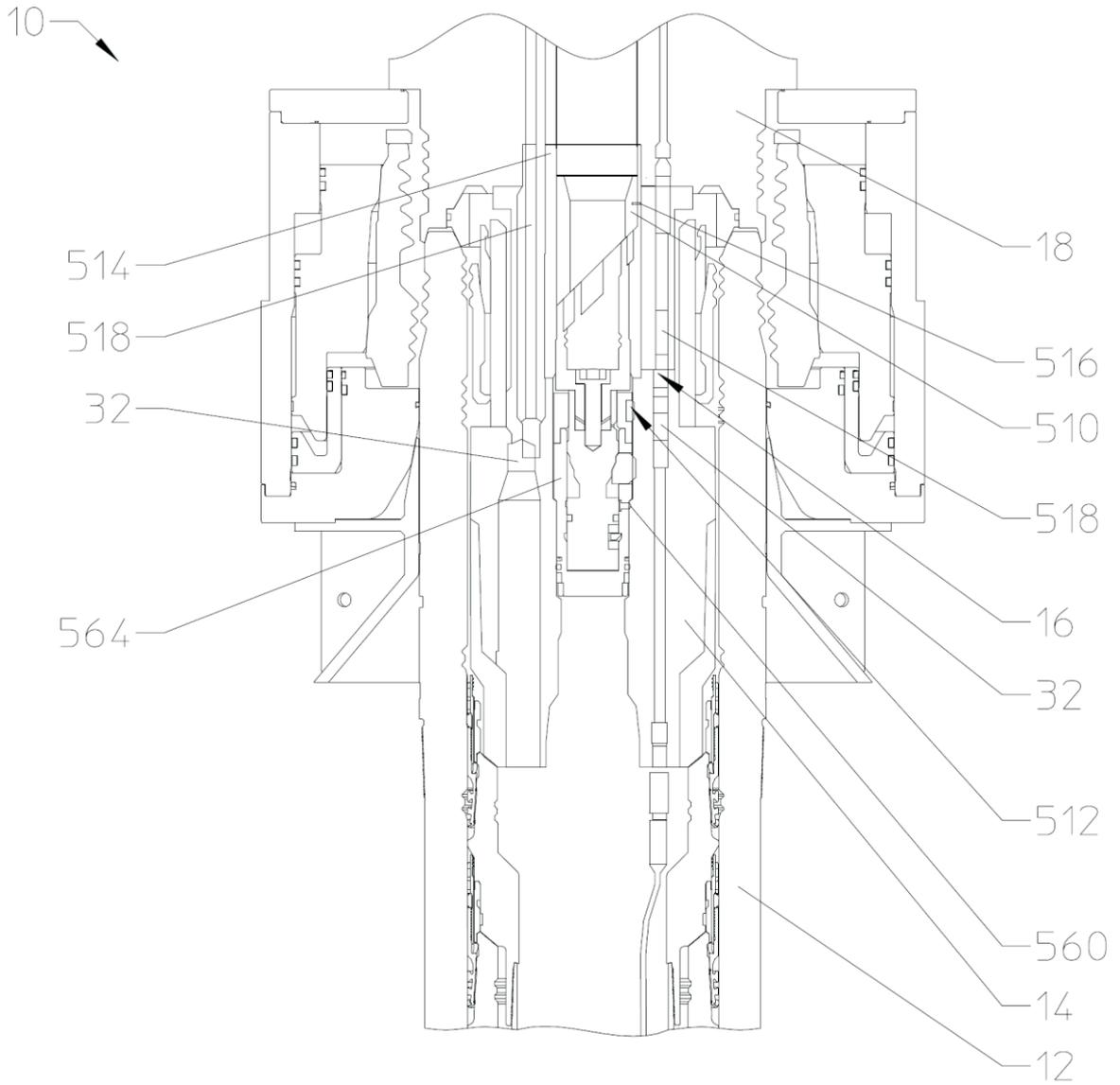


FIG. 13

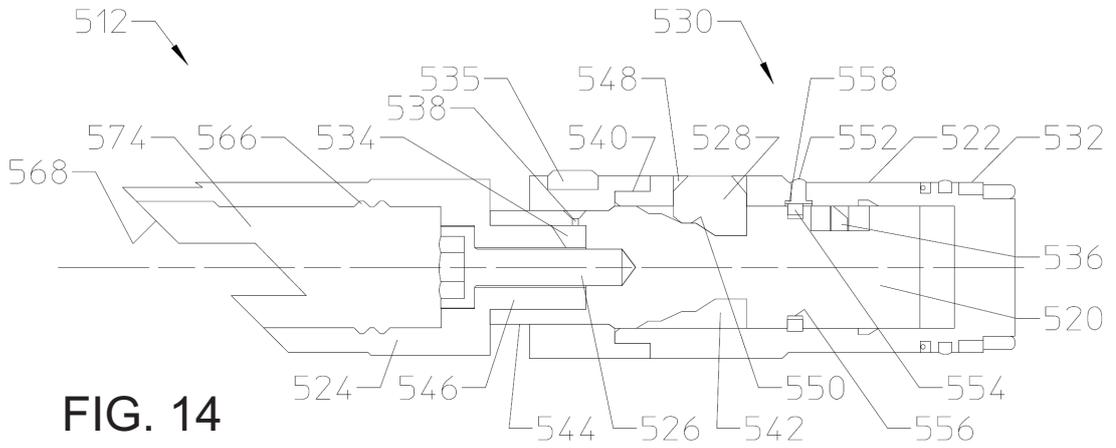


FIG. 14

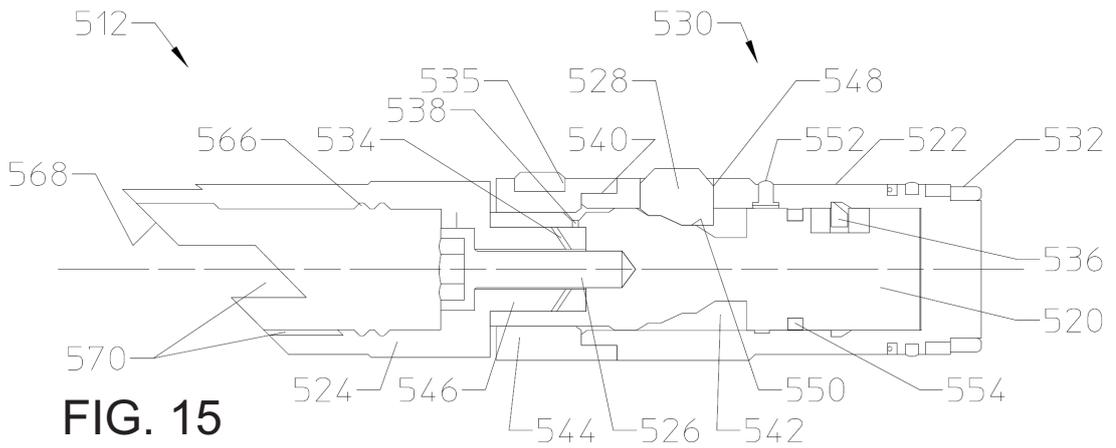


FIG. 15

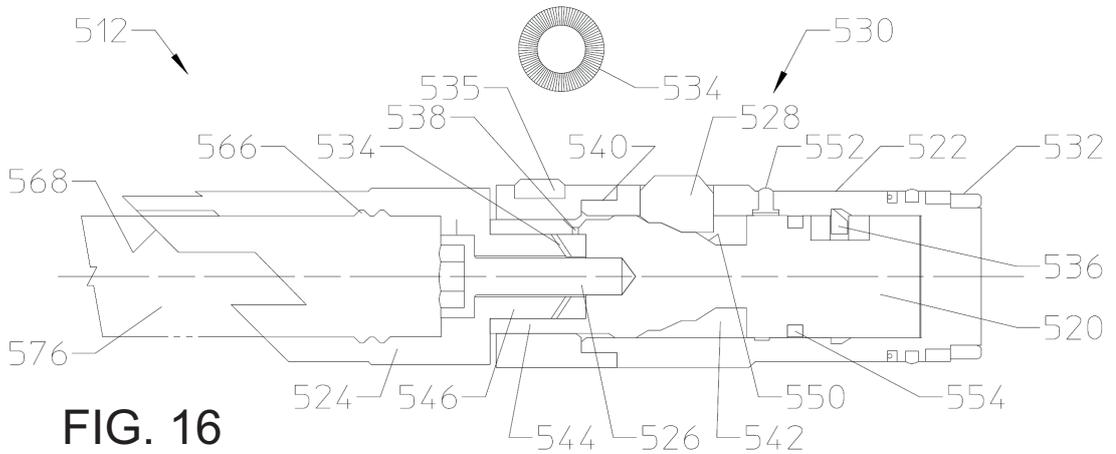


FIG. 16

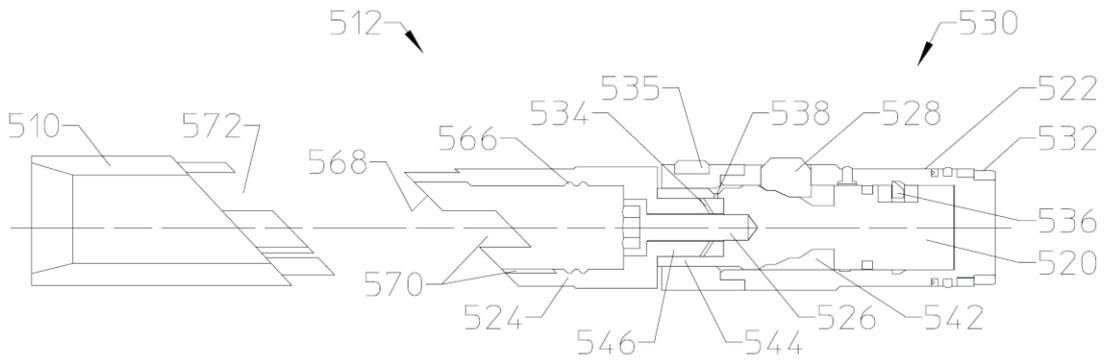


FIG. 17

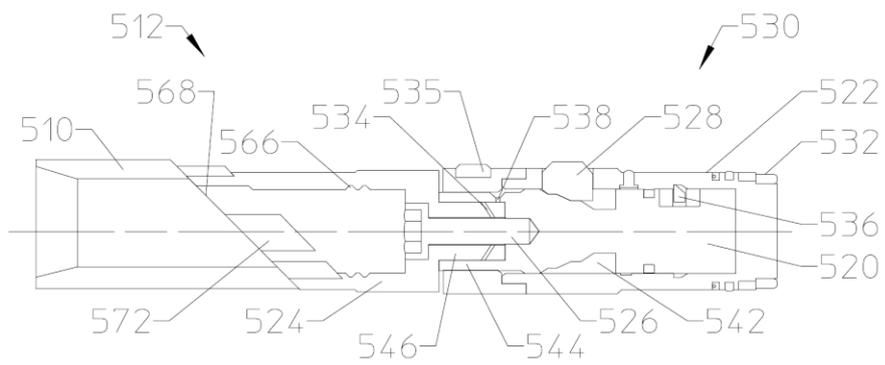


FIG. 18

RESUMO

Patente de Invenção: **"DISPOSITIVO DE ALINHAMENTO DE SUSPENSOR DE TUBULAÇÃO"**.

A presente invenção refere-se a sistemas e métodos para assentar um susensor de tubulação em uma cabeça de poço e, em seguida, orientar um alojamento tubular (por exemplo, árvore, carretel ou corpo de conexão de linha de fluxo) em relação ao susensor de tubulação durante o assentamento do alojamento tubular na cabeça de poço. Os sistemas podem incluir um dispositivo de alinhamento de susensor de tubulação, em que o dispositivo de alinhamento de susensor de tubulação inclui uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica que se estendem através das mesmas e um ou mais acoplamentos dispostos em uma extremidade inferior do mesmo. O dispositivo de alinhamento de susensor de tubulação é configurado para acoplar uma ou mais linhas hidráulicas, elétricas ou de fibra óptica no alojamento tubular com um ou mais acoplamentos hidráulicos, elétricos ou de fibra óptica no susensor de tubulação durante o assentamento do alojamento tubular na cabeça de poço, independentemente de uma orientação relativa do susensor de tubulação e do alojamento tubular em relação à cabeça de poço.