



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102013009192-8 A2



(22) Data do Depósito: 15/04/2013

(43) Data da Publicação: 13/10/2015

(RPI 2336)

(54) Título: FERRAMENTA DE CIMENTAÇÃO DE ESPAÇO ANULAR PARA OPERAÇÃO DE ABANDONO DE POÇO SUBMARINO

(51) Int. Cl.: E21B 29/12; E21B 33/13; E21B 43/11

(52) CPC: E21B 29/12; E21B 33/13; E21B 43/11

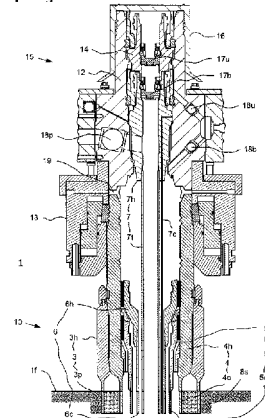
(30) Prioridade Unionista: 16/04/2012 US 61/624,552

(73) Titular(es): WILD WELL CONTROL, INC.

(72) Inventor(es): COREY EUGENE HOFFMAN, STACE BRAC MCDANIEL, CHRISTOPHER JOHN MURPHY

(74) Procurador(es): DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA

(57) Resumo: FERRAMENTA DE CIMENTAÇÃO DE ESPAÇO ANULAR PARA OPERAÇÃO DE ABANDONO DE POÇO SUBMARINO. A presente invenção refere-se a método para abandono de um poço submarino que inclui: fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) a uma cabeça de poço submarino; e emprego de uma coluna de ferramenta de PCA. A coluna de ferramenta inclui um obturador e uma perfuratriz localizada acima do obturador. O método ainda inclui: fechamento de um furo do PCS acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida e colocando o obturador contra um revestimento interno suspenso da cabeça de poço submarino. O método ainda inclui, enquanto o furo de PCA é fechado, perfuração de uma parede do contra um revestimento interno através de operação da perfuratriz superior. O método ainda inclui a injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**FERRAMEN-
TA DE CIMENTAÇÃO DE ESPAÇO ANULAR PARA OPERAÇÃO DE A-
BANDONO DE POÇO SUBMARINO**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 Campo da Invenção

A presente invenção, de um modo geral, refere-se a uma ferramenta de cimentação de espaço anular para uma operação de abandono de poço submarino.

Descrição da Técnica Relacionada

10 As Figuras 1A-1C ilustram um poço submarino completado da técnica anterior. Uma coluna de condutor 3 pode ser acionada em um fundo 1f do mar 1. A coluna de condutor 3 pode incluir um alojamento 3h e juntas de tubulação de condutor 3p conectadas juntas, tais como por conexões roscadas. Uma vez que a coluna de condutor 3 tenha sido colocada, um furo 15 de poço submarino 2 pode ser no fundo do mar 1f e se estender em uma ou mais formações superiores 9u. Uma coluna de revestimento de superfície 4 pode ser empregada no furo de poço 3. A coluna de revestimento de superfície 4 pode incluir um alojamento de cabeça de poço 4h e juntas de revestimento 4c conectadas em conjunto, tais como por meio de conexões roscadas. O alojamento de cabeça de poço 4h pode assentar no alojamento de condutor 3h durante emprego da coluna de revestimento de superfície 4. A 20 coluna de revestimento de superfície 4 pode ser cimentada 8s no furo de poço 2. Uma vez que a coluna de revestimento de superfície 2 tenha sido colocada, o furo de poço 2 pode ser estendido e uma coluna de revestimento intermediário 5 pode ser empregada no furo de poço. A coluna de revestimento intermediário 5 pode incluir um suspensor 5h e juntas de revestimento 5c conectadas em conjunto, como por meio de conexões roscadas. A coluna de revestimento intermediário 5 pode ser cimentada 8i no furo de poço 2.

30 Uma vez que uma coluna de revestimento intermediário 5 tenha sido colocada, o furo de poço 2 pode ser estendido em um reservatório portador de hidrocarbonetos (isto é, petróleo bruto e/ou gás natural) 9r. A coluna de revestimento de produção 6 pode ser empregada no furo de poço. A co-

luna de revestimento de produção 6 pode incluir a suspensores 6h e juntas de revestimento 6c conectadas em conjunto, como por meio de conexões ros-
cadas. A coluna de revestimento de produção 6 pode ser cimentada 8p no
furo de poço 2. Cada suspensores de revestimento 5h, 6h pode ser vedado no
5 alojamento de cabeça de poço 4h por um elemento de vedação elastoméri-
co. Os alojamentos 3h, 4h e os suspensores 5h, 6h podem ser referidos co-
letivamente como cabeça de poço 10.

Uma árvore de produção 15 pode ser conectada à cabeça de
poço 10, tal como por um conector de árvore 13. O conector de árvore 13
10 pode incluir um prendedor, como cães, para prender a árvore em um perfil
externo da cabeça de poço 10. O conector de árvore 13 pode ainda incluir
um atuador hidráulico e uma interface, tal como um elemento de alinhamen-
to quente, de modo que um veículo submarino operado remotamente (ROV)
80 (Figura 2A) pode operar o atuador para encaixar os cães com o perfil ex-
15 terno. A árvore 15 pode ser vertical ou horizontal. Se a árvore for vertical
(não mostrado), ela pode ser instalada após uma coluna de tubulação de
produção 7 ser suspensa da cabeça de poço 10. Se a árvore 15 for horizon-
tal (conforme mostrado), a árvore pode ser instalada e, então, a tubulação
de produção 7 pode ser suspensa de uma árvore 15. A árvore 15 pode inclu-
20 ir conexões e válvulas para controlar a produção do furo de poço em um o-
leoduto (não mostrado) que pode levar a uma instalação de produção (não
mostrada), tal como um navio ou plataforma de produção.

A coluna de tubulação de produção 7 pode incluir um suspensores
7h e juntas de tubulação de produção 7t conectadas em conjunto, como a-
través de conexões rosadas. A coluna de tubulação de produção 7 pode
25 ainda incluir uma válvula de segurança de superfície (SSV) 7v interconecta-
da com as juntas de tubulação 7t e um conduto hidráulico 7c estendendo-se
de uma válvula 7v até o suspensores 7h. A coluna de tubulação de produção 7
pode ainda incluir um obturador de produção 7p e o obturador pode ser co-
30 locado entre uma extremidade inferior da tubulação de produção e o reves-
timento de produção 6 para isolar um espaço anular 7a (também conhecido
como o espaço anular A) formado entre eles do fluido de produção (não

mostrado). A árvore 15 também pode estar em comunicação de fluido com o conduto hidráulico 7c. A extremidade inferior do revestimento de produção 6 pode ser perfurada 11 para proporcionar comunicação de fluido entre o reservatório 9r e um furo da tubulação de produção 7. A tubulação de produção 7 pode transportar fluido de produção do reservatório 9r até a árvore de produção 15.

A árvore 15 pode incluir uma cabeça 12, o suspensor de tubulação 7h, o conector de árvore 13, uma tampa interna 14, uma tampa externa 16, um plugue de coroa superior 17u, um plugue de coroa inferior 17b, uma válvula de produção 18p, uma ou mais válvulas de espaço anular 18u,b e uma vedação de face 19. A cabeça de árvore 12, o suspensor de tubulação 7h e a tampa interna 14 podem ter, cada um deles, um furo longitudinal estendendo-se através deles. O suspensor de tubulação 7h e a cabeça 12 podem ter, cada um deles, uma passagem lateral de produção formado através de suas paredes para o fluxo de fluido de produção. O suspensor de tubulação 7h pode ser disposto no furo de cabeça. O suspensor de tubulação 7h pode ser preso na cabeça por um trinco.

Uma vez que o reservatório 9r tenha produzido até o esgotamento, o poço deve ser abandonado. Convencionalmente, uma operação de abandono inclui corte nos revestimentos e enchimento dos espaços anulares com cimento para vedar as regiões superiores dos espaços anulares. Para alcançar isso, é usual utilizar um navio de perfuração semissubmersível (SSDV) que está localizado acima do poço e ancorado em posição. Após a remoção da tampa 16 do poço, a unidade incluindo sistema de segurança contra estouros e um tubo de subida é abaixado e travado na cabeça de poço. A coluna de ferramenta é estendida no tubo para cortar ou perfurar o revestimento ou revestimentos. Fluido ponderado é bombeado para o poço a fim de proporcionar uma cabeça hidrostática para equilibrar qualquer alívio de pressão possível quando o revestimento é cortado. O revestimento, então, é cortado e o espaço anular cimentado. O espaço anular cimentado é, então, testado quanto à pressão para assegurar que uma vedação adequada foi obtida. O revestimento é cortado abaixo da linha de lama e o suspen-

sor de revestimentos recuperado, e, finalmente, após a remoção do poço, o poço é cheio com cimento. Embora por meio deste procedimento um abandono de poço satisfatório possa ser obtido, ele é caro em termos do equipamento envolvido e do tempo tomado, que é, frequentemente, de 7 a 10 dias por poço.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção, de um modo geral, se refere a uma ferramenta de cimentação de espaço anular para uma operação de abandono de poço submarino. Em uma modalidade, um método para abandono de um poço submarino inclui: fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) em uma cabeça de poço submarino; e emprego de uma coluna de ferramenta no PCA. A coluna de ferramenta inclui um obturador e uma perfuratriz superior localizada acima do obturador. O método ainda inclui: fechamento de um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida; e colocação do obturador contra um revestimento interno suspenso da cabeça de poço submarino. O método ainda inclui, enquanto o furo de PCA está fechado, perfuração de uma parede do revestimento interno através de operação da perfuratriz superior. O método ainda inclui injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.

Em outra modalidade, uma coluna de ferramenta para abandono de um poço submarino inclui: um suspensor tendo uma vedação externa e um trinco externo, uma perfuratriz conectada ao suspensor e operável em resposta à pressão de um exterior da coluna de ferramenta excedendo a pressão de um furo da coluna de ferramenta por um diferencial de pressão pré-determinado, um obturador conectado à pistola de perfuração, e um elemento de fechamento para o fechamento do furo. A coluna de ferramentas é tubular.

Em outra modalidade, um método para abandono de um poço submarino inclui: fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) a uma árvore de produção submarina; e empregando uma coluna de ferramenta no PCA. A coluna de ferramenta inclui um obturador e uma perfuratriz

superior localizada acima do obturador. O método ainda inclui: fechamento de um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida; e colocação do obturador contra a tubulação de produção suspensa da ou de uma cabeça de poço submarino. O método ainda inclui, enquanto o furo de PCA está fechado, a perfuração de uma parede da tubulação de produção através da perfuratriz superior. O método ainda inclui injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre a tubulação de produção e um revestimento interno suspenso da cabeça de poço submarino.

Em outra modalidade, um método para abandono de um poço submarino inclui: colocação de um obturador contra um furo de um revestimento interno suspenso de uma cabeça de poço submarino; fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) à cabeça de poço submarino; e emprego de uma coluna de ferramenta no PCA e alinhando a coluna de ferramenta no obturador. A coluna de ferramenta inclui um stinger e uma perfuratriz superior localizada acima do stinger. O método ainda inclui fechamento de um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida. O método ainda inclui, enquanto o furo de PCA está fechado, perfuração de uma parede do revestimento interno através de operação da perfuratriz superior. O método ainda inclui injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.

Em outra modalidade, uma pistola de perfuração para uso em um poço submarino inclui: um alojamento tubular; um furo formado através dele e isolado de um exterior da ferramenta; uma ou mais cargas moldadas dispostas em uma câmara do alojamento isolada do furo; uma cápsula detonadora; cordão de detonação conectando a cápsula detonadora às cargas moldadas; um pistão em comunicação de fluido com um exterior da pistola e o furo; um prendedor restringindo o pistão e operável para liberar o pistão em resposta a um diferencial de pressão predeterminado entre o exterior e o furo; e um mecanismo de disparo acoplado operavelmente ao pistão de modo que o mecanismo bate na cápsula detonadora em resposta à liberação do pistão. A câmara permanece isolada do furo após disparo das cargas

moldadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

De modo que, a maneira em que os recursos citados acima da presente invenção pode ser compreendida em detalhes, uma descrição mais particular da invenção, resumida brevemente acima, pode ser obtida através de referência às modalidades, algumas das quais são ilustradas nos desenhos anexos. Deve ser observado, porém, que os desenhos anexos ilustram apenas modalidades típicas da presente invenção e, portanto, não devem ser considerados limitação de seu escopo, pois a invenção pode admitir outras modalidades igualmente efetivas.

As Figuras 1A-1C ilustram um poço submarino da técnica anterior completado.

As Figuras 2A-2E ilustram a preparação do poço para uma operação de abandono. A Figura 2A ilustra o emprego de um conjunto de controle de pressão (PCA) na árvore de produção submarina. A Figura 2B ilustra o emprego de um cabo umbilical no PCA. A Figura 2C ilustra o emprego e a conexão de um conduto de fluido ao PCA. A Figura 2D ilustra o emprego de uma ferramenta para estender tampão (PRT) e módulo de cabo elétrico de perfilagem na árvore de produção submarina. A Figura 2E ilustra a conexão do módulo de cabo elétrico de perfilagem ao PCA.

As Figuras 3A-3J ilustram o abandono de uma porção inferior do furo de poço, de acordo com uma modalidade da presente invenção. As Figuras 3A-3C ilustram a obstrução com cimento de uma porção inferior do espaço anular de tubulação e o reservatório. A Figura 3D ilustra a colocação de um tampão de ponte inferior em uma tubulação de produção. As Figuras 3E e 3F ilustram obstrução com cimento de uma porção intermediária do espaço anular de tubulação. A Figura 3G ilustra a colocação de um tampão de ponte intermediário em uma tubulação de produção. A Figura 3H ilustra o corte da tubulação de produção. As Figuras 3I e 3J ilustram recuperação da árvore de produção.

A Figura 4A ilustra um segundo PCA para conexão com a cabeça de poço submarino, de acordo com outra modalidade da presente inven-

ção. A Figura 4B ilustra o emprego do segundo PCA com a cabeça de poço submarino. A Figura 4C ilustra a conexão de condutos de fluidos do cabo umbilical com o segundo PCA.

5 As Figuras 5A-5C ilustram uma coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular, de acordo com outra modalidade da presente invenção. As Figuras 5D e 5E ilustram a pistola de perfuração de uma coluna de ferramenta. A Figura 5F ilustra um obturador inflável de uma coluna de ferramenta.

10 As Figuras 6A-6F ilustram o emprego da coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular na cabeça de poço submarino e instalação no segundo PCA. A Figura 6A ilustra o emprego de uma coluna de ferramenta na cabeça de poço submarino e no segundo PCA. As Figuras 6B e 6C ilustram a coluna de ferramenta assentada no segundo PCA. A Figura 6D ilustra a inflação de um obturador de uma coluna de ferramenta. A Figura 6E
15 ilustra o emprego de um segundo PRT na cabeça de poço submarino. A Figura 6F ilustra a remoção de um tampão de uma coluna de ferramenta.

As Figuras 7A-7F ilustram o abandono de uma porção superior do furo de poço, de acordo com outra modalidade da presente invenção. Figuras 7A-7C ilustram a obstrução com cimento de um espaço anular formado entre o revestimento de produção e o revestimento intermediário. As
20 Figuras 7D-7F ilustram a obstrução com cimento de um espaço anular formado entre o revestimento intermediário e o revestimento de superfície. A Figura 7G ilustra o esvaziamento de um obturador de coluna de ferramenta.

As Figuras 8A e 8B ilustram o abandono da cabeça de poço
25 submarino. A Figura 8A ilustra a colocação de um tampão de ponte superior no revestimento de produção. A Figura 8B ilustra a obstrução com cimento do suspensor de revestimento de produção.

As Figuras 9A e 9B ilustram uma segunda coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular alternativa para uso com uma árvore de
30 produção e um terceiro PCA alternativo correspondente, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

A Figura 10 ilustra o emprego alternativo de uma coluna de fer-

ramenta na cabeça de poço submarino e o segundo PCA usando um condutor ascendente submarino, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

5 A Figura 11 ilustra uma coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

A Figura 12 ilustra uma quarta coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular alternativa de acordo com outra modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

10 As Figuras 2A-2E ilustram preparação do poço para uma operação de abandono. A Figura 2A ilustra o emprego de um conjunto de controle de pressão (PCA) 20 na árvore de produção submarina. O PCA 20 pode incluir um adaptador de árvore, um sub de fluido, uma válvula de isolamento, uma pilha de sistemas de segurança contra estouros (BOP), um alojamento
15 de ferramenta (também conhecido como tubo de saída de lubrificador), uma armação, uma ou mais tubulações, tais como uma entrada 24i e uma saída 24o, um receptáculo de terminação, um ou mais acumuladores, e um sistema de controle submarino. Um adaptador de árvore, sub de fluido, válvula de isolamento, Pilha de BOP e alojamento de ferramenta podem, cada um de-
20 les incluir um alojamento ou corpo tendo um furo longitudinal através dele e serem conectados, como por flanges, de modo que um furo contínuo seja mantido através dele. O furo pode ter um grande diâmetro de deriva, tal como maior ou igual a quarto, cinco, seis ou sete polegadas para acomodar uma ferramenta para estender tampão (PRT) 21 (Figura 2D) ou um conjunto
25 de furo inferior (BHA) 23 (Figura 3A) de uma linha de trabalho e os tampões de coroa 17u,b de uma árvore 15. A linha de trabalho pode ser cabo elétrico de perfilagem 91 (Figura 2D). Alternativamente, a linha de trabalho pode ser *slickline* (um cabo fino não elétrico usado para colocação seletiva e recuperação de hardware do poço) ou linha de areia. Alternativamente, uma coluna
30 de trabalho, tal como tubulação espiralada, pode ser usada em lugar da linha de trabalho.

Um adaptador de árvore pode incluir um conector, como cães,

para prender o PCA 20 em um perfil externo de uma árvore 15 e uma luva de vedação para encaixar um perfil interno de uma árvore. Alternativamente, um adaptador de árvore pode incluir uma face de vedação em lugar da luva de vedação. Um adaptador de árvore pode ainda incluir um atuador hidráulico ou elétrico e uma interface, tal como um elemento de alinhamento quente, de modo que o ROV 80 pode operar o atuador para encaixar os cães com o perfil externo. A armação pode ser conectada ao conector de árvore, tal como por meio de prendedores (não mostrado). As tubulações podem, cada uma delas, ser presas à armação. O sub de fluido pode incluir um alojamento tendo um furo através dele e um orifício em comunicação com o furo. O orifício do sub de fluido pode estar em comunicação de fluido com a primeira tubulação via um conduto de fluido.

A válvula de isolamento pode incluir um alojamento, um elemento de válvula disposto no furo de alojamento e operável entre uma posição aberta e uma posição fechada, e um atuador operável para mover o elemento de válvula entre as posições. O atuador pode ser elétrico ou hidráulico e pode estar em comunicação com uma placa de alinhamento (não mostrada) do receptáculo de terminação. A válvula de isolamento pode ainda operar como uma válvula de retenção na posição fechada: permitindo fluxo de fluido para baixo do alojamento de ferramenta no furo de poço e impedindo fluxo de fluido inverso através dele. Alternativamente, a válvula de isolamento pode ser bidirecional quando fechado o PCA 20 pode ainda incluir um conduto de derivação (não mostrado) conectada ao orifício de um sub de drenagem (não mostrado) disposto entre a válvula de isolamento e a pilha de BOP, e o orifício de drenagem pode incluir uma válvula de retenção permitindo fluxo descendente e impedindo fluxo reverso.

A pilha de BOP pode incluir um ou mais equipamentos de prevenção de golpes de carneiro operados hidráulicamente, tais como a equipamentos de prevenção de cisalhamento cego e um equipamento de prevenção de cabo de perfilagem, conectados em conjunto via flanges aparafusados. Cada equipamento de prevenção de golpes de carneiro pode incluir dois carneiros opostos, dispostos dentro de um corpo. O corpo pode ter um

furo que está alinhado com o furo de poço. Cavidades opostas podem intersectar o furo e suportar os carneiros enquanto eles se movem radialmente para dentro e para fora do furo. Uma chapeleta pode ser conectada ao corpo na extremidade externa de cada cavidade e pode suportar um atuador que

5 proporciona a força requerida para mover os carneiros para dentro e para fora do furo. Cada atuador pode incluir um pistão hidráulico para mover radialmente cada carneiro e uma trava mecânica para manter a posição do carneiro em caso de perda de pressão hidráulica. A trava pode incluir uma haste roscada, um motor (não mostrado) para acionar rotacionalmente a haste e

10 uma luva roscada. Uma vez que cada carneiro esteja estendido hidráulica-mente no furo, o motor pode ser operado para empurrar a luva para encaixe com o pistão. Cada atuador pode incluir um ou dois pistões. O equipamento de prevenção de cisalhamento cego pode cortar o cabo elétrico de perfila-
gem quando atuado e vedar o furo. O equipamento de prevenção de cabo

15 de perfilagem pode vedar contra uma superfície externa de cabo elétrico de perfilagem quando atuado.

O alojamento de ferramenta pode ser de comprimento suficiente para conter o PRT 21 ou um BHA 23 de modo que o PCA 20 pode ser fe-
chado enquanto empregando um módulo de cabo elétrico de perfilagem 22

20 (Figura 2D). O alojamento de ferramenta pode ter um perfil de conector para recebimento de um adaptador do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22.

O receptáculo de terminação pode ser operável para receber uma cabeça de terminação 60 (Figura 2B) de uma linha de controle submarina. O receptáculo de terminação pode incluir uma base, um trinco e um

25 atuador. A base de receptáculo pode ser conectada à armação, tal como por prendedores, e pode incluir uma placa de assentamento para suportar a cabeça de terminação 60, um guia de assentamento (não mostrado), tal como um pino, e a placa de alinhamento. A placa de alinhamento de receptáculo e

30 cabeça de terminação, quando conectada (conjunto de terminação), pode proporcionar comunicação, tal como elétrica (energia e/ ou dados), hidráulica, ou óptica, entre a linha de controle submarina e o sistema de controle submarino. O sistema de controle submarino pode ser montado no PCA 20

ou uma gaiola submarina ou pode ser integrado com a cabeça de terminação 60. O trinco de receptáculo pode ser articulado à base, tal como por um prendedor, e ser móvel pelo atuador entre uma posição encaixada (Figura 2C) e uma disposição encaixada (mostrado). O atuador de receptáculo pode ser um conjunto de pistão e cilindro conectado à armação e o receptáculo pode ainda incluir uma interface (não mostrada), tal como um elemento de alinhamento quente, de modo que o ROV 80 pode operar o atuador de receptáculo. O atuador de receptáculo também pode estar em comunicação com a placa de alinhamento para operação via a linha de controle submarina. O trinco de receptáculo pode incluir membros externos e uma barra transversal (não mostrada) conectada a cada um dos membros externos por um prendedor cisalhável. O atuador de receptáculo pode ter dupla função de modo que o trinco pode ser travado em ambas as posições pelo ROV 80 ou pela linha de controle.

O sistema de controle submarino pode ser em comunicação elétrica, hidráulica e/ ou óptica com um sistema de controle de superfície de um carrinho de controle 51 a bordo de um navio de apoio 75 via a linha de controle submarina, tal como um cabo umbilical 65 (Figura 2C). Alternativamente, a linha de controle submarina pode ser um condutor hidráulico ou um cabo elétrico. O sistema de controle submarino pode incluir uma cápsula de controle tendo uma ou mais válvulas de controle (não mostradas) em comunicação com uma pilha de BOP (via a placa de alinhamento) para operação da pilha de BOP. Cada válvula de controle de cápsula pode incluir um atuador hidráulico ou elétrico em comunicação com o cabo umbilical 65. O cabo umbilical 65 pode incluir ou mais condutos/ cabos de controle hidráulicos ou elétricos para cada atuador. Os acumuladores podem armazenar fluido hidráulico pressurizado para operar a pilha de BOP. Adicionalmente, os acumuladores podem ser usados para operação de um ou mais dos outros componentes PCA 20. Os acumuladores podem ser carregados via um conduto do cabo umbilical 65 ou pelo ROV 80.

O cabo umbilical 65 pode ainda incluir condutos / cabos de controle hidráulicos, elétricos e / ou ópticos para válvulas de funcionamento das

tubulações, atuadores, árvore de válvulas 18U, b, p e as várias funções do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22. A placa de alinhamento pode ainda incluir uma saída para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e uma saída para uma árvore 15. Cada saída pode incluir um conector operável de

5 ROV para receber um respectivo jumper 66a, b (também conhecido como condutor flutuante) (Figuras 2C e 2E). O ROV 80 pode conectar o jumper de árvore a um painel de controle (não mostrado) de uma árvore 15 e o jumper de módulo de cabo elétrico de perfilagem 66b a um respectivo relé de controle do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22. O cabo umbilical 65 pode

10 incluir ainda uma ou mais camadas de uma blindagem (não mostrada) feita de um metal ou de liga de alta resistência, tal como aço, para suportar o próprio peso do cabo umbilical e o peso da cabeça de terminação 60.

O sistema de controle submarino pode ainda incluir a controlador baseado em microprocessador, um modem, um transceptor e uma

15 alimentação de energia. A alimentação de energia pode receber um sinal de energia elétrica de um cabo de força do cabo umbilical 65 e converter o sinal de energia em tensão utilizável para alimentação de energia aos componentes do sistema de controle submarino componentes bem como a qualquer um dos componentes PCA. O PCA 20 pode ainda incluir um ou mais sensores de pressão (não mostrados) em comunicação com o furo de PCA em

20 várias localizações. O módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 pode também incluir um ou mais sensores de pressão em comunicação com um respectivo furo em várias localizações. O modem e o transceptor podem ser usados para comunicação com o carrinho de controle 51 via o cabo umbilical

25 65. O cabo de força pode ser usado para comunicação de dados ou o cabo umbilical 65 pode ainda incluir um cabo de dados separado (elétrico ou óptico), O carrinho de controle 51 pode incluir um painel de controle (não mostrado) de modo que as várias funções do PCA 20, a árvore 15 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 podem ser operados por um operador no navio

30 por um operador no navio 75.

O sistema de controle submarino também pode incluir um sistema de chumbador (não mostrado) para fechamento da pilha de BOP em

resposta a uma perda de comunicação com o carrinho de controle 51. Alternativamente, ou em adição a ter condutos/cabos individuais para controlar cada função do PCA 20, da árvore 15, e do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22, o sistema de controle submarino pode receber sinais de instrução multiplexados do operador de carrinho via um único conduto/ cabo de controle elétrico, hidráulico ou óptico do cabo umbilical 65 e, então, operar as várias funções usando condutos/cabos individuais estendendo-se do sistema de controle submarino.

A tubulação de entrada 24i pode incluir a par de válvulas de fechamento atuadas (não mostradas) e um acoplamento, tal como um acoplamento de ruptura seca, para recebimento de um acoplamento com correspondência de um conduto de fluido de abastecimento 70 (Figura 2C) do navio 75. A tubulação de saída 24o pode incluir uma válvula de fechamento atuada (não mostrada) e um acoplamento, tal como um acoplamento de ruptura seca, para recebimento de um acoplamento com correspondência de um conduto de fluido de retorno (não mostrado) do navio 75. Um atuador de cada válvula de tubulação e os acoplamentos de conexões de ruptura seca 47a,b podem estar em comunicação com o sistema de controle submarino via a placa de alinhamento. Cada conduto de fluido 70 pode se estender do navio 75 até a respectiva tubulação 24i,o para circulação de fluido. As válvulas de fechamento atuadas da tubulação de entrada 47i podem, cada uma, estar em comunicação de fluido com o acoplamento de conexão de ruptura seca 47a e uma das válvulas de fechamento pode estar em comunicação de fluido com o sub de fluido e a outra pode estar em comunicação de fluido com um conector para recebimento de um jumper 76b (Figura 2E) proporcionando comunicação de fluido com uma respectiva placa de junção do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22. A válvula de fechamento atuada da tubulação de saída 47o pode estar em comunicação de fluido com o acoplamento de conexão de ruptura seca 47b e pode estar em comunicação de fluido com um conector para recebimento de um jumper 76a (Figura 2C), proporcionando comunicação de fluido com um orifício de espaço anular de uma árvore 15.

As conexões de ruptura seca 47a,b podem ter, cada uma delas, atuadores para liberação. Cada um dos atuadores de ruptura seca também pode ter uma liberação cisalhável. Conexões de ruptura seca adequadas são discutidas e ilustradas nas Figuras 3A-3C do pedido de patente dos Estados Unidos No. 13/095.596, depositado em 27 de abril de 2011 (Atty. Dock. No. WWCI/0010US), que é aqui incorporado através de referência em sua totalidade.

Em operação, o navio de apoio 75 pode ser empregado em uma localização da árvore submarina 15. O navio de apoio 75 pode ser um navio de intervenção leve ou médio e incluir um sistema de posicionamento dinâmico para manter posição do navio 75 na linha d'água 1w através de uma árvore 15 e um compensador de alçada (não mostrado) para levar em conta a alçada do navio devido à ação das ondas do mar 1. Alternativamente, o navio 75 pode ser uma unidade móvel de perfuração offshore (MODU). O navio 75 pode ainda incluir uma torre 78 localizada através de um *moonpool* (poço) 77 e um guincho 79. O guincho 79 pode incluir um tambor tendo um cabo metálico 90 enrolado em torno dele e um motor para enrolar e desenrolar o cabo metálico, assim, levantando e abaixando uma extremidade distal do cabo metálico em relação à torre 78. Alternativamente, um guindaste (não mostrado) pode ser usado em lugar do guincho e da torre. O navio 75 pode ainda incluir um guincho de cabo elétrico de perfilagem 76.

O ROV 80 pode ser empregado no mar 1 a partir do navio 75. O ROV 80 pode ser um submarino não tripulado, autopropulsado que inclui uma câmera de vídeo, um braço de articulação, uma hélice e outros instrumentos para realizar uma pluralidade de tarefas. O ROV 80 pode ainda incluir um chassi feito de uma liga ou metal leve, tal como alumínio e uma boia feita de um material flutuante, tal como espuma sintática, localizada no topo do chassi. O ROV 80 pode ser controlado e alimentado com energia do navio 75. O ROV 80 pode ser conectado ao navio de apoio 75 por um cabo umbilical 81. O cabo umbilical 81 pode proporcionar (energia) elétrica, hidráulica e/ ou comunicação de dados entre o ROV 80 e o navio de apoio 75. Um operador no navio de apoio 75 pode controlar o movimento e as opera-

ções de ROV 80. O cabo umbilical 81 pode ser enrolado ou desenrolado do tambor 82.

O ROV 80 pode ser empregado em uma árvore 15. O ROV 80 pode transmitir vídeo para o Operador de ROV para inspeção de uma árvore 15. O ROV 80 pode remover a tampa externa 16 de uma árvore 15 e conduzir a tampa até o navio 75. Alternativamente, o guincho 79 pode ser usado para transportar a tampa externa 16 até a linha d'água 1w. O ROV 80 pode, então, inspecionar um perfil interno de uma árvore 15. O cabo metálico 90 pode, então, ser usado para abaixar o PCA 20 até uma árvore 15 através do poço (moonpool) 77 do navio 75. O ROV 80 pode guiar o assentamento do PCA 20 em uma árvore 15. O ROV 80 pode, então, operar o Conector de adaptador de PCA, para prender o PCA 20 em uma árvore 15.

A Figura 2B ilustra o emprego do cabo umbilical 65 no PCA 20. O navio 75 pode ainda incluir um sistema de lançamento e recuperação (LARS) 50 para emprego da cabeça de terminação 60 e do cabo umbilical 65. O LARS 50 pode incluir uma armação, um guincho de cabo umbilical 52, uma lança 53, um elevador de lança 54, um guincho de carga 55, e uma unidade de energia hidráulica (HPU, não mostrada). O LARS 50 pode ser do tipo armação-A (mostrado) ou do tipo guindaste (não mostrado). Para o LARS 50 do tipo armação-A, a lança 53 pode ser uma armação-A articulada na armação e o elevador de lança 54 pode incluir um par de conjuntos de pistão e cilindro, cada conjunto de pistão e cilindro articulado à cada travessa da lança e uma respectiva coluna da armação. A HPU pode incluir um reservatório de fluido hidráulico, uma bomba hidráulica e uma ou mais válvulas de controle para proporcionar, seletivamente, comunicação de fluido entre o reservatório, a bomba e os conjuntos de pistão e cilindro. A bomba hidráulica pode ser acionada por um motor elétrico.

O cabo umbilical 65 pode incluir uma porção superior 61 e uma porção inferior 62 presas juntas por uma conexão cisalhável 63. Cada guincho 52, 55 pode incluir um tambor tendo a respectiva porção superior 61 de cabo umbilical ou linha de carga 56 enrolada em torno dele e um motor para girar o tambor para enrolar e desenrolar a porção superior de cabo umbilical

ou linha de carga. A linha de carga 56 pode ser um cabo metálico. Cada motor de guincho pode ser elétrico ou hidráulico. Uma roldana de cabo umbilical e uma roldana de carga podem, cada uma, pender da Armação-A 53. A porção superior 61 do cabo umbilical pode se estender através da roldana de

5 cabo umbilical e uma extremidade da porção superior de cabo umbilical pode ser presa à conexão cisalhável 63. A armação pode ter uma plataforma para a cabeça de terminação 60 se apoiar. A porção inferior 62 de cabo umbilical pode ser embobinada e ter uma primeira extremidade presa à conexão cisalhável 63 e uma segunda extremidade presa à cabeça de terminação 60. A linha de carga 61 pode se estender através da roldana de carga e ter uma extremidade presa às alças de levantamento da cabeça de terminação 60, tal como via uma eslinga. A articulação da lança 53 de armação-A em relação à plataforma pelos conjuntos de pistão e cilindro pode levantar a cabeça de terminação 60 da plataforma, através de um trilho do navio 75, e

10 para uma posição através da linha d'água 1w. O guincho de carga 55 pode, então, ser operado por um operador no navio para abaixar o cabo umbilical 65 e a cabeça de terminação 60 no mar 1.

Um comprimento de uma porção inferior 62 de cabo umbilical pode ser suficiente para proporcionar folga para levar em conta a alçada do navio. Um comprimento de uma porção inferior 62 de cabo umbilical também pode ser suficiente de modo que a conexão cisalhável 63 esteja acima ou ligeiramente acima de uma profundidade de um topo do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22. Um comprimento da linha de carga 56 pode corresponder ao comprimento da porção inferior 62 do cabo umbilical. À medida

20 que o guincho de carga 55 abaixa a cabeça de terminação 60, a porção inferior 62 de cabo umbilical pode desenrolar e ser empregada no mar 1 até que a conexão cisalhável 63 seja alcançada. Uma vez que a conexão cisalhável 63 seja alcançada, um peso *clump* 64 pode ser preso a uma extremidade inferior da porção superior 61 de cabo umbilical. A cabeça de terminação 60

25 pode continuar a ser abaixada usando o guincho de carga 55 até que a conexão cisalhável 63 e o peso *clump* 64 sejam empregados da plataforma de LARS até a linha d'água 1w. O guincho de cabo umbilical 61 pode, então,

30

ser operado por um operador no navio para apoiar a cabeça de terminação 60 usando o cabo umbilical 65 e a linha de carga 56 afrouxada. A linha de carga 56 e a eslinga podem ser desconectadas da cabeça de terminação 60 pelo ROV 80. Alternativamente, a linha de carga 56 pode ser um cabo elétrico de perfilagem e a eslinga pode ter um atuador em comunicação com o cabo elétrico de perfilagem de modo que o operador de carrinho possa liberar a eslinga. A cabeça de terminação 60 pode, então, ser abaixada até uma profundidade de assentamento (peso clump 64 e a conexão cisalhável 63 no topo do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 ou acima dele), usando o guincho de cabo umbilical 52.

A Figura 2C ilustra o emprego e a conexão do conduto de fluido de abastecimento 70 no PCA 20. O PCA 20 pode ser empregado com o trinco na disposição encaixada. Alternativamente, o ROV 80 pode operar o atuador para desencaixar o trinco após o PCA 20 ter assentado. Enquanto o cabo umbilical 65 está sendo abaixado até a profundidade de assentamento, o ROV 80 pode agarrar a cabeça de terminação e auxiliar no assentamento da cabeça de terminação no receptáculo de terminação. Uma vez assentado, o ROV 80 pode encaixar o trinco de receptáculo com a cabeça de terminação 60. O ROV 80 pode, então, conectar o jumper 66a ao receptáculo de terminação e o painel de controle de árvore e o conduto de fluido 76a à tubulação de saída 24o e a passagem de espaço anular de árvore. O operador no carrinho de controle 51 pode, então, fechar as válvulas de árvore 18p,u,b e SSV 7v via o cabo umbilical 65.

Uma porção superior de cada conduto de fluido 70 pode ser tubulação espiralada 71. O navio 75 pode ainda incluir a unidade de tubulação espiralada (CTU, não mostrada) para cada conduto de fluido 70. Cada CTU pode incluir um tambor tendo a tubulação espiralada 71 enrolada em torno dele, um conector curvo, e uma cabeça de injetor para acionamento da tubulação espiralada 71, controles e uma HPU. Alternativamente, cada CTU pode ser acionada eletricamente. A porção inferior de cada conduto de fluido 70 pode incluir uma mangueira 72. A mangueira 72 pode ser feita de um material polimérico flexível, tal como um termoplástico ou elastômero ou pode

ser um fole de liga ou de metal. A mangueira 72 pode ou não ser reforçada, tal como por cordões de metal ou liga. Uma extremidade superior da mangueira 72 pode ser conectada à tubulação espiralada 71 por uma conexão passiva de ruptura seca 47p e uma extremidade inferior da mangueira 72
5 pode ter um acoplamento macho (da respectiva conexão de ruptura seca 47a,b atuada) conectado à mesma. A mangueira 72 pode incluir duas ou mais seções (apenas uma seção mostrada), as seções presas juntas, tal como por uma conexão flangeada ou roscada. Durante o emprego do conduto de fluido 70, um peso clump73 pode ser preso à extremidade inferior da
10 tubulação espiralada 71.

A porção inferior 72 do conduto de fluido 70 pode ser montada no navio 75 e empregada no mar 1 usando a CTU. A tubulação espiralada 71 pode ser empregada até que o peso clump73 e a conexão passiva de ruptura seca 47p estejam na ou ligeiramente acima de uma profundidade de
15 um topo do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22. O ROV 80 pode, então, agarrar o acoplamento macho da conexão atuada 47a e guiar o acoplamento até a tubulação de PCA. Um comprimento da mangueira 72 pode ser suficiente para proporcionar afrouxamento no acoplamento de fluido 70 para levar em conta a alçada do navio. O operador de carrinho pode operar o a-
20 tuador de conexão de ruptura seca 47a até a posição desbloqueada. O ROV 80 pode, então, inserir o acoplamento macho no acoplamento fêmea e o operador de carrinho pode travar a conexão 47a. A operação pode, então, ser repetida para o conduto de fluido de retorno.

Um sistema de desconexão de emergência (EDS) pode incluir
25 os prendedores cisalháveis, as conexões de ruptura seca 47a,b,p, a conexão cisalhável 63, os pesos clump 64, 73 e as porções inferiores 62, 72. O EDS pode permitir que o navio 75 fique à deriva ou se separe no caso de uma emergência maior ou menor (veja as Figuras 5B e 5C do pedido '596 e a sua discussão anexa).

30 A Figura 2D ilustra o emprego do PRT 21 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 na árvore submarina de produção 15. Uma visão mais detalhada do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e PRT 21 pode

ser encontrada nas Figuras 3A-3C e 7A-7D da Publicação de Pedido de Pedido de Patente. No. 2012/0043089, depositado em 15 de agosto de 2011 (Atty. Dock. No. WWCI/0014US), que é aqui incorporado através de referência em sua totalidade. O módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 pode incluir um adaptador, um sub de fluido, uma válvula de isolamento, uma ou mais caixas de enchimento, um injetor de graxa, uma armação, um relé de controle, uma interface, tal como uma placa de junção, um coletor de ferramenta, um reservatório de graxa, e uma bomba de graxa. O adaptador, o sub de fluido, a válvula de isolamento, as caixas de enchimento, o injetor de graxa e o coletor de ferramenta podem, cada um, incluir um alojamento ou corpo tendo um furo longitudinal através dele e serem conectados, tal como por flanges, de modo que um furo contínuo é mantido através dele.

O adaptador pode incluir um conector para correspondência com o conector de perfil de PCA, assim, fixando o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 ao PCA 20. O conector pode ser cões ou um engaste. O adaptador pode ainda incluir uma face de vedação ou luva e uma vedação (não mostrada). O adaptador pode ainda incluir um atuador (não mostrado), tal como um pistão e um came, para operar o conector. O adaptador pode ainda incluir uma Interface de ROV (não mostrada) de modo que o ROV 80 pode se conectar ao conector, tal como por um elemento de alinhamento quente, e operar o atuador de conector. Alternativamente, o adaptador pode ter o perfil de conector em lugar do conector e o alojamento de ferramenta de PCA pode ter o conector em comunicação com o sistema de controle submarino para operação pelo operador de carrinho. O sub de fluido pode incluir um alojamento tendo um furo através dele e um orifício em comunicação com o furo. O orifício pode estar em comunicação de fluido com a placa de junção via um conduto (não mostrado). A armação pode ser presa ao adaptador e o relé e a interface podem ser presos à armação. A bomba de graxa e o reservatório também podem ser presos à armação

A válvula de isolamento pode incluir um alojamento, um elemento de válvula disposto no furo de alojamento e operável entre uma posição aberta e uma posição fechada, e um atuador operável para mover o elemen-

to de válvula entre as posições. O atuador pode ser elétrico ou hidráulico e pode estar em comunicação com o relé de controle via um conduto (não mostrado). O atuador pode falhar na posição fechada no caso de uma emergência. A válvula de isolamento pode ser ainda operável para cortar o cabo elétrico de perfilagem 91 quando fechada ou o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 pode ainda incluir um cortador de cabo elétrico de perfilagem. A válvula de isolamento pode ainda operar como a válvula de retenção na posição fechada: permitindo fluxo de fluido para baixo da caixa de enchimento, em direção ao PCA 20 e impedindo o fluxo de fluido inverso através dele.

5 Cada caixa de enchimento pode incluir uma vedação, um pistão e uma mola dispostos no alojamento. Um orifício pode ser formado através do alojamento em comunicação com o pistão. O orifício pode ser conectado ao relé de controle via um conduto hidráulico (não mostrado). Quando operado por fluido hidráulico, o pistão pode comprimir longitudinalmente a vedação, assim, expandindo radialmente a vedação para dentro, para encaixe com o cabo elétrico de perfilagem 91. A mola pode impulsionar o pistão para longe da vedação e ser ajustado para equilibrar a pressão hidrostática. Alternativamente, um atuador elétrico pode ser usado em lugar do pistão.

10 O injetor de graxa pode incluir um alojamento integral com cada caixa de enchimento, alojamento e um ou mais tubos de vedação. Cada tubo de vedação pode ter um diâmetro interno ligeiramente maior do que o diâmetro externo do cabo elétrico de perfilagem 91, assim, servindo como uma vedação de folga controlada. Um orifício de entrada e um orifício de saída podem ser formados através do alojamento do injetor de graxa/ caixa de enchimento. Um conduto de graxa (não mostrado) pode conectar uma saída da bomba de graxa com o orifício de entrada e outro conduto de graxa (não mostrado) pode conectar o orifício de saída com o reservatório de graxa. Outro conduto de graxa (não mostrado) pode conectar uma entrada da bomba ao reservatório. Alternativamente, o orifício de saída pode descarregar no mar 1. A bomba de graxa pode ser acionada, elétrica ou hidráulicamente, via cabo /conduto (não mostrados) conectado ao relé de controle e pode ser operável para bombear graxa (não mostrado) do reservatório de graxa no

orifício de entrada e ao longo da ligeira folga formada entre tubo de vedação e o cabo elétrico de perfilagem 91 para lubrificar o cabo elétrico de perfilagem, reduzir a carga de pressão nas vedações de caixa de enchimento e aumentar a vida em serviço das vedações de caixas de enchimento. O reservatório de graxa pode ser recarregado pelo ROV 80.

O coletor de ferramenta pode incluir um pistão, um trinco, tal como um engaste, um batente, uma mola de pistão, e uma mola de trinco dispostos em um alojamento. O engaste pode ter uma superfície de came interna para encaixe com um *fishing neck* do PRT 21 e/ou BHA e o alojamento de coletor podem ter uma superfície de came interna para operação do engaste. A mola de trinco pode impulsionar o engaste em direção a uma posição trancada. O engaste pode ser móvel da posição trancada para a posição destrancada através de encaixe com uma superfície de came do *fishing neck* e movimento longitudinal relativo do *fishing neck* para cima em direção ao batente ou pela operação do pistão. Uma vez que a superfície de came do *fishing neck*/BHA tenha passado a superfície de came do engaste, a mola de trinco pode retornar o engaste para a posição trancada, onde o engaste pode ser encaixável com um ressalto do *fishing neck*, assim, impedindo movimento longitudinal para baixo do PRT/BHA em relação ao coletor. O alojamento de coletor pode ter orifício hidráulico formado através de uma parede em comunicação de fluido com o pistão. Um conduto hidráulico (não mostrado) pode conectar o orifício hidráulico ao relé de controle. O pistão pode ser impulsionado para longe de encaixe com o pela mola de pistão. Quando operado por um operador no navio, o pistão pode encaixar o engaste e mover engaste para cima, ao longo da superfície de came de alojamento e para encaixe com o batente, assim movendo o engaste para a posição destrancada. Alternativamente, um atuador elétrico atuador pode ser usado em lugar do pistão.

O PRT 21 pode ser tubular e incluir um stroker, uma bomba elétrica, uma cabeça de cabo, uma âncora e um trinco. O stroker, a bomba elétrica, a cabeça de cabo e a âncora podem, cada um, incluir um alojamento ou corpo conectado, tal como por conexões roscadas. O stroker pode incluir

o alojamento e um eixo. A cabeça de cabo pode incluir um conjunto eletrônico (não mostrado) para controlar a operação do PRT 21. O conjunto eletrônico pode incluir um controlador lógico programável (PLC) tendo a transceptor em comunicação com o cabo elétrico de perfilagem 91 para transmitir e
5 receber sinais de dados para o navio 75. O conjunto eletrônico também pode incluir a alimentação de energia em comunicação com o PLC e o cabo elétrico de perfilagem 91 para acionar a bomba elétrica, o PLC, e várias válvulas de controle. A bomba elétrica pode incluir um motor elétrico, uma bomba hidráulica e uma tubulação. A tubulação pode estar em comunicação
10 de fluido com os vários componentes do PRT 21 e incluir uma ou mais válvulas de controle para controlar a comunicação de fluido entre a tubulação e os componentes. Cada atuador de válvula de controle pode estar em comunicação com o PLC. A cabeça de cabo pode conectar o PRT 21 ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22, tal como por encaixe de um ressalto com um
15 ressalto correspondente formado no batente. A âncora pode incluir dois ou mais conjuntos radiais de pistão e cilindro e uma matriz conectada a cada pistão ou dois ou mais deslizadores operados por um operador no navio através de um pistão de deslizamento.

O trinco pode incluir um alojamento. O alojamento pode ser preso ao eixo, tal como por uma conexão roscada. O trinco pode ainda incluir
20 um agarrador, tal como um engaste, conectado a uma extremidade do alojamento. O trinco pode ainda incluir um pistão de bloqueio disposto em uma câmara formada no alojamento e operável entre uma posição boqueada em encaixe com o engaste e uma posição desbloqueada desencaixado do engaste. O pistão de bloqueio pode ser impulsionado em direção à posição
25 bloqueada por um elemento de impulsão, tal como uma mola. O pistão de bloqueio pode estar em comunicação de fluido com a bomba de stroker via uma passagem formada através do alojamento, uma passagem (não mostrada) formada através do eixo e via um pivô hidráulico (não mostrado) disposto entre o alojamento do stroker e o eixo.
30

O trinco pode ainda incluir um pistão de liberação disposto em uma câmara formada no alojamento e operável entre uma posição estendida

em encaixe com um corpo do tampão de coroa 17u e uma posição retraída, de modo a não interferir com a operação do engaste. O pistão de liberação pode ser impulsionado em direção posição retraída por um elemento de impulsão, tal como uma mola. O pistão de liberação também pode estar em comunicação de fluido com a bomba de stroker via uma passagem formada através do alojamento, uma segunda passagem (não mostrada) formada através do eixo e via o pivô hidráulico (não mostrado) disposto entre o alojamento de stroker e o eixo. O pistão de liberação também pode servir como um ressalto de assentamento. O pistão de liberação pode incluir um sensor de contato ou comutador (não mostrado) em comunicação de fluido ou elétrica com o PLC via o orifício ou condutores (não mostrados) estendendo-se através do alojamento até o eixo e do eixo até o alojamento de stroker via o pivô. Alternativamente, conduto flexível e/ou cabo flexível podem ser usados em lugar do pivô hidráulico.

15 A Figura 2E ilustra a conexão do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 ao PCA 20. Para preparar a operação de abandono, o cabo elétrico de perfilagem 91 pode ser alimentado através da torre 78 e inserido através do módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e conectado ao PRT 21. O PRT 21 pode, então, ser conectado ao coletor de ferramenta. O módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 pode, então, ser empregado através do *moonpool* 77, usando o guincho de cabo elétrico de perfilagem 76 e assentado no alojamento de ferramenta de PCA. O ROV 80 pode operar o conector de adaptador, assim, fixando o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 ao PCA 20. O ROV 80 pode, então, conectar o jumper 66b ao receptáculo de terminação e ao relé de controle e conectar o conduto de fluido 76a à tubulação de entrada 24i e à caixa de junção. O operador de carrinho pode, então, encaixar uma ou ambas as caixas de enchimento com o cabo elétrico de perfilagem 91. O operador de carrinho pode, então, liberar o PRT 21 do coletor de ferramenta via o cabo umbilical 65 e o relé de controle.

30 O operador de carrinho pode, então, alimentar energia elétrica ao PRT 21 via o cabo elétrico de perfilagem 91 e operar o PRT para remover os tampões de coroa 17u,b. Mais detalhes com relação à operação do PRT

21 podem ser encontrados nas Figuras 4C-4H do pedido publicado '089. Um protetor de árvore (não mostrado) pode ou não, então, ser instalado em uma árvore de produção 15 usando um PRT modificado (ver as Figuras 5A-5D do pedido publicado '089).

5 As Figuras 3A-3J ilustram o abandono de uma porção inferior do furo de poço 2, de acordo com uma modalidade da presente invenção. As Figuras 3A-3C ilustram a obstrução com cimento de uma porção inferior do espaço anular de tubulação 7a e do reservatório 9r. Uma vez que os tampões de coroa 17u,b tenham sido removidos de uma árvore 15, o BHA 23
10 pode ser conectado ao cabo elétrico de perfilagem 91 e ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e empregado no PCA 20. O BHA 23 pode incluir uma cabeça de cabo, um localizador de colar e uma perfuratriz, tal como uma pistola de perfuração. A cabeça de cabo, o localizador de colar e a pistola de perfuração podem ser conectados em conjunto, tal como por con-
15 xões roscadas ou flanges e Pernos ou parafusos e porcas. A pistola de perfuração pode incluir uma cabeça de disparo e um condutor de carga. O condutor de carga pode incluir um alojamento, uma pluralidade de cargas moldadas e um cordão de detonação conectando as cargas à cabeça de disparo. A cabeça de disparo pode receber eletricidade do cabo elétrico de perfilagem 91 para operar um correspondente elétrico. O correspondente elétrico
20 pode inflamar o para disparar as cargas moldadas. Alternativamente, a perfuratriz pode ser um perfurador de tubulação operado mecânica ou hidráulica-mente.

 Uma vez que o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 tenha
25 assentado no PCA 20, o SSV 7v pode ser aberto e o BHA 23 pode ser empregado no furo de poço 2 usando o cabo elétrico de perfilagem 91. O BHA 23 pode ser empregado em uma profundidade adjacente ao obturador de produção 7p e acima do mesmo. Uma vez que o BHA 23 tenha sido empregado na profundidade de assentamento, a eletricidade pode, então, ser fornecida ao BHA via o cabo elétrico de perfilagem 91 para disparar as pistolas
30 de perfuração na tubulação de produção 7t, assim, formando perfurações inferiores 25b através de uma parede da mesma. O BHA 23 pode ser recu-

perado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75. O operador de carrinho pode, então, abrir a válvula de espaço anular inferior 18b e fechar a válvula de isolamento do PCA.

5 A pasta de cimento 30 pode, então, ser bombeada do navio 75, através do conduto de fluido de abastecimento 70 e do orifício do sub de fluido de PCA, para baixo de uma árvore de produção¹⁵ (com protetor de árvore) e uma tubulação de produção 7t, e no espaço anular de tubulação 7a via perfurações inferiores 25b. Fluido de furo de poço deslocado pela pasta
10 de cimento 30 pode circular para cima, para o espaço anular de tubulação 7a, através da cabeça de poço 10, do orifício de espaço anular de árvore e para o navio 75 via o conduto de retorno. Uma vez que uma quantidade desejada de pasta de cimento 30 tenha sido bombeada para o espaço anular de tubulação 7a, o operador de carrinho pode fechar a válvula de espaço
15 anular inferior 18b enquanto continua a bombear pasta de cimento, assim, comprimindo a pasta de cimento na formação. Uma vez bombeada, a pasta de cimento 30 pode ser deixada curar por um período de tempo predeterminado, tal como uma hora, seis horas, doze horas ou um dia, assim, formando um tampão de cimento inferior 31b.

20 A pasta de cimento 30 pode ser uma pasta de cimento Portland ou uma pasta de cimento de geopolímero. A pasta de cimento 30 pode ser bombeada como parte de uma sequência de fluido incluindo um fluido condicionador principal, a pasta de cimento e um fluido de deslocamento posterior. A sequência de fluido pode ser usada para deslocar o fluido de furo de
25 poço do espaço anular e as densidades dos fluidos da sequência podem corresponder de modo que a pasta de cimento 30 no espaço anular de tubulação 7a esteja em uma condição equilibrada.

 Alternativamente, a pasta de cimento pode ser bombeada como uma resina, um diluente e endurecedor e cura para formar um polímero viscoelástico, conforme discutido e ilustrado no Pedido de Patente Publicado
30 dos Estados Unidos No. 2011/0203795, depositado em 24 de fevereiro de 2010 (Atty. Dock. No. WWCI/0012US), que é aqui incorporado através de

referência em sua totalidade. Alternativamente a pasta de cimento pode ser bombeada como uma pasta de cimento de múltiplas camadas, incluindo uma ou mais camadas de cimento Portland ou cimento de geopolímero e uma camada da resina, do diluente e do endurecedor, também discutido e ilustrado na publicação '795.

Figura 3D ilustra a colocação de um tampão de ponte inferior 32b em uma tubulação de produção 7t. Uma vez que o tampão de cimento inferior 31b tenha curado, um segundo BHA 26 pode ser conectado ao cabo elétrico de perfilagem 91 e ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e empregado no PCA 20. O segundo BHA 26 pode incluir uma cabeça de cabo, um localizador de colar, uma ferramenta de colocação e o tampão de ponte inferior 32b. A ferramenta de colocação pode incluir um mandril e um pistão móvel longitudinalmente em relação ao mandril. O mandril de fixação pode ser conectado ao localizador de colar e preso a um mandril do tampão de ponte inferior 32b, tal como por pinos cisalháveis, parafusos ou anel. A ferramenta de colocação pode incluir a cabeça de disparo e uma carga de energia. A cabeça de disparo pode receber eletricidade do cabo elétrico de perfilagem 91 para operar um correspondente elétrico e disparar a carga de energia. A combustão da carga de energia pode criar gás em alta pressão que exerce uma força sobre pistão de colocação. O tampão de ponte 32b pode incluir um mandril, uma âncora e um acondicionamento. A âncora e o acondicionamento podem ser dispostos ao longo de uma superfície externa do mandril de tampão entre um ressalto de colocação do mandril e um anel de colocação. O pistão de colocação pode encaixar o anel de colocação e acionar o acondicionamento e a âncora contra o ressalto de colocação, assim, fixando o tampão de ponte inferior 32b.

O segundo BHA 26 pode ser empregado em uma profundidade adjacente ao tampão de cimento inferior 31b e acima do mesmo. Uma vez que o segundo BHA 26 tenha sido empregado na profundidade de colocação, eletricidade pode, então, ser fornecida para o segundo BHA via o cabo elétrico de perfilagem 91 para disparar a ferramenta de colocação, assim, expandindo o tampão de ponte inferior 32b contra uma superfície interna da

tubulação de produção 7t. Uma vez que o tampão de ponte inferior 32b tenha sido colocado, o tampão pode ser liberado da ferramenta de colocação exercendo-se tensão sobre o cabo elétrico de perfilagem 91 para fraturar o prendedor cisalhável. O segundo BHA 26 pode, então, ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75.

As Figuras 3E e 3F ilustram a obstrução com cimento de uma porção intermediária do espaço anular de tubulação 7a. O BHA 23 pode, então, ser reempregado no PCA 20 e no furo de poço 2 usando o cabo elétrico de perfilagem 91. O BHA 23 pode ser reempregado até uma profundidade abaixo da sapata de uma coluna de revestimento intermediário 5 e acima do topo do cimento de revestimento de produção 8p. Uma vez que o BHA 23 tenha sido empregado na profundidade de colocação, eletricidade pode, então, ser fornecida para o BHA via o cabo elétrico de perfilagem 91 para disparar a pistola de perfuração em uma tubulação de produção 7t, assim, formando perfurações superiores 25u através de sua parede. O BHA 23 pode ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75.

A pasta de cimento 30 pode, então, ser bombeada do navio 75, através do conduto de fluido de abastecimento 70 e do orifício do sub de fluido de PCA para baixo de uma árvore de produção 15 (com o protetor de árvore) e tubulação de produção 7t, e no espaço anular de tubulação 7a via as perfurações superiores 25u. O fluido de furo de poço deslocado pela pasta de cimento 30 pode circular para cima, para o espaço anular de tubulação 7a, através da cabeça de poço 10, orifício de espaço anular de árvore e para o navio 75 via o conduto de retorno. Uma vez que uma quantidade desejada de pasta de cimento 30 tenha sido bombeada, a pasta de cimento 30 pode ser permitida curar, assim, formando um tampão de cimento intermediário 31i.

A Figura 3G ilustra a colocação de um tampão de ponte intermediário 32i em uma tubulação de produção 7t. Uma vez que o tampão de

cimento intermediário 31i tenha curado, o segundo BHA 26 pode ser reconnectedo ao cabo elétrico de perfilagem 91 e ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e reempregado ao PCA 20. O segundo BHA 26 pode ser reempregado até uma profundidade adjacente ao tampão de cimento intermediário 31i e acima do mesmo. Uma vez que o segundo BHA26 tenha sido empregado na profundidade de colocação, o tampão de ponte intermediário 32i pode ser colocado contra a superfície interna da tubulação de produção 7t. Uma vez que o tampão de ponte intermediário 32i tenha sido colocado, o tampão pode ser liberado da ferramenta de colocação e o segundo BHA 26 pode, então ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75.

A Figura 3H ilustra o corte da tubulação de produção 7t. Um terceiro BHA 27 pode ser conectado ao cabo elétrico de perfilagem 91 e ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e empregado no PCA 20. O terceiro BHA 27 pode incluir uma cabeça de cabo, um localizador de colar, uma âncora, uma bomba elétrica, um reservatório de fluido hidráulico, uma válvula de desvio, um motor elétrico e um cortador de tubulação. A âncora pode incluir dois ou mais conjuntos de pistão e cilindro e uma matriz conectada a cada pistão ou dois ou mais deslizadores operados por um operador no navio através de um pistão de deslizamento. A bomba elétrica pode ser operável para fornecer fluido hidráulico do reservatório para o cortador de revestimento e para a âncora em resposta ao recebimento de eletricidade do cabo elétrico de perfilagem 91. A pressão do fluido pode estender lâminas do cortador de tubulação em encaixe com a tubulação de produção 7t e estender a âncora em encaixe de agarramento com uma tubulação de produção 7t. Uma vez que as lâminas e a âncora tenham sido estendidas, o motor elétrico pode ser operado para girar as lâminas do cortador de tubulação, assim cortando uma porção superior da tubulação de produção 7t de uma porção inferior da mesma. Uma vez que a tubulação de produção tenha sido cortada, a válvula de desvio pode ser aberta pelo fornecimento de eletricidade via o cabo elétrico de perfilagem 91, assim, liberando fluido hidráulico da âncora e

cortador de tubulação para o reservatório. Alternativamente, o cortador de tubulação pode ser um maçarico de termita.

O terceiro BHA 27 pode, então, ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75. Uma vez que o terceiro BHA27 e o
5 módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 tenham sido recuperados para o navio 75, o PCA 20 pode ser desconectado de uma árvore 15 e recuperado para o navio.

Figuras 3I e 3J ilustram a recuperação de uma árvore de produ-
10 ção 15. Uma garra de árvore 40 pode ser conectada ao cabo metálico 90 e abaixada do navio 75 no mar 1 via o moonpool 77. O ROV 80 pode guiar o assentamento de uma garra de árvore 40 em uma árvore 15. O ROV 80 pode, então, operar um conector de uma garra de árvore 40 para prender a garra em uma árvore 15. O ROV 80 pode, então, desencaixar o conector de
15 árvore 13 da cabeça de poço 10 e uma árvore de produção 15 e a porção superior cortada da tubulação de produção 7 pode ser levantada para o navio 75.

A Figura 4A ilustra um segundo PCA 100 para conexão com a cabeça de poço submarino 10, de acordo com outra modalidade da presente
20 invenção. O segundo PCA 100 pode incluir o conector de árvore 13 (e vedação de face 19), um adaptador de cabeça de poço 105, um sub de fluido 110, uma barreira sólida, tal como válvula de isolamento 115, uma pilha de BOP 120, um alojamento de ferramenta 125, uma armação 130, uma tubulação 135, um receptáculo de terminação 140, um ou mais acumuladores 145
25 (três mostrados) e um sistema de controle submarino. O sub de fluido 110, a válvula de isolamento 115, a pilha de BOP 120, o alojamento de ferramenta 125, a armação 130, a tubulação 135, o receptáculo de terminação 140 (tendo a base 141, o trinco 142, o atuador 143, e o prendedor cisalhável 144), os acumuladores 145 e sistema de controle submarino podem ser similares à-
30 queles discutidos acima para o PCA 20. A armação 130 pode ser conectada ao conector de árvore 13, tal como por prendedores. A tubulação 135 pode incluir um acoplamento de ruptura seca de entrada 146i acoplamento de rup-

tura seca de saída 146o e uma válvula atuada (não mostrada) for cada acoplamento. Cada acoplamento de ruptura seca 146i, o pode ser similar ao acoplamento de ruptura seca discutido acima para a conexão de ruptura seca 47a.

5 O adaptador de cabeça de poço 105 pode incluir um alojamento ou corpo 105b tendo um furo longitudinal através dele e acoplamentos em cada extremidade do mesmo. O acoplamento superior pode ser um flange para conexão a uma válvula de isolamento 110 e o acoplamento inferior pode ser roscado para conexão ao conector de árvore 13. O furo pode ter um
10 grande diâmetro de deriva, tal como maior do que ou igual a quarto, cinco, seis ou sete polegadas para acomodar uma coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular 200 (Figuras 5A-5G). O corpo de adaptador 105b pode ter ainda uma luva de vedação 105s. Uma vedação 106 pode ser conectada à luva de vedação 105s para vedação contra a coluna de ferramen-
15 ta de cimentação 200. A vedação 106 pode ser direcional, tal como anel de vedação de copo ou um anel de vedação ou um anel de vedação de divisa. A vedação direcional 106 pode ser orientada para vedar contra a coluna de ferramenta de cimentação 200 em resposta à pressão em uma cabeça de poço 10 sendo maior do que pressão no segundo furo de PCU. Alternativa-
20 mente, a luva de vedação 105s pode ser um elemento separado do corpo e conectado ao corpo 105b, tal como por uma conexão roscada. Alternativamente, a luva de vedação 105s pode ser omitida e a vedação 106 localizada no corpo.

O corpo de adaptador 105 pode ainda incluir a face de vedação
25 105f formada em uma superfície exterior. O corpo de adaptador 105b pode ainda ter uma ou mais passagens de fluxo 107 formadas em uma de suas paredes.

A passagem de fluxo 107 pode proporcionar comunicação de
30 fluido entre a face de vedação 105f e uma câmara 150 formada entre a luva de vedação 105s e o alojamento de cabeça de poço 4h (Figura 6B). Um conduto de fluido 108o pode conectar à face de vedação 105f e à tubulação 135 e comunicação de fluido entre a passagem de fluxo 107 e o acoplamen-

to 146o da conexão de ruptura seca de saída 147o (Figura 6B). Outro con-
duto de fluido 108i pode conectar ao sub de fluido 110 e à tubulação 135 e
proporcionar comunicação de fluido entre o orifício do sub de fluido 110p e o
acoplamento de ruptura seca de entrada 146i da conexão de ruptura seca de
5 entrada 147i (Figura 6B). O corpo de adaptador 105b pode ainda incluir um
perfil de assentamento 109g,s formado em uma superfície interna para rece-
bimento a suspensor 205 (Figura 5A) da coluna de ferramenta de cimenta-
ção de espaço anular 200. O perfil de assentamento 109g,s pode incluir um
ressalto de assentamento 109s e um perfil de trinco, tal como uma ranhura
10 109g.

A Figura 4B ilustra o emprego do segundo PCA 100 em uma ca-
beça de poço submarino 10. A Figura 4C ilustra a conexão do conduto de
fluido de abastecimento 70, do conduto de fluido de retorno 170 e um cabo
umbilical 65 com o segundo PCA 100. O emprego do segundo PCA em uma
15 cabeça de poço 10 pode ser similar ao emprego do PCA 20 em uma árvore
15, discutida acima. O conduto de fluido de retorno 170 pode ser similar e
empregado de modo similar ao conduto de fluido 70, discutido acima.

As Figuras 5A-5C ilustram a coluna de ferramenta de cimenta-
ção de espaço anular 200, de acordo com outra modalidade da presente
20 invenção. A coluna de ferramenta 200 pode incluir um suspensor 205, um
extensor 208, uma ou mais das perfuratrizes, como pistolas de perfuração
209, 211, um obturador, tal como obturador inflável 215 e uma sapata 220.
As pistolas de perfuração 209, 211 podem ser dispostas entre o extensor
208 e o obturador inflável 215. A sapata 220 pode incluir um corpo 221 e um
25 fechamento de furo, tal como um tampão 210, preso ao corpo. O corpo 221
pode ter um nariz cônico para recuperação do BHA 23. O tampão 210 pode
ser um tampão de coroa, conforme discutido acima para uma árvore 15. O
tampão 210 pode ser encaixado com um perfil 222 formado em uma superfi-
cie interna do corpo 221, assim, vedando um furo de uma coluna de ferra-
30 menta 200. Alternativamente, um dispositivo de alívio de pressão ou válvula
de chapeleta de bloqueio aberta pode ser usado em lugar do tampão de fu-
ro. Alternativamente, a perfuratriz 211 pode ser um perfurador de tubulação

operado mecânica ou hidráulicamente.

O suspensor 205 pode incluir um alojamento 206, um trinco 207 e uma ou mais vedações 201, 203u,b. O alojamento 206 pode ser tubular e ter um furo de fluxo formado através dele. Um acoplamento, tal como acoplamento roscado, pode ser formado em uma extremidade inferior do alojamento 206 para conexão com o extensor 208. A vedação 201 pode ser direcional, tal como anel de vedação de copo ou um anel de vedação de divisa. A vedação direcional 201 pode ser orientada para vedar contra o furo de PCU em resposta à pressão e no furo de PCA maior do que a pressão na cabeça de poço 10. Alternativamente, ambas as vedações 106, 201 pode ser omitidas e/ ou serem bidirecionais. Se a vedação 106 for omitida, então, a vedação poder ser conduzida pelo suspensor 205 e a luva de vedação 105s omitida ou a vedação 201 pode ser conduzida pelo extensor 208 para vedação contra a luva de vedação 105s.

O trinco 207 pode ser conectado ao alojamento 206 em uma extremidade superior do alojamento. O trinco 207 pode incluir um atuador, tal como um came 207c, e um ou mais prendedores, como cães 207d. O alojamento 206 pode ter uma pluralidade de janelas 207w formadas através de sua parede para extensão e retração dos cães 207d. Os cães 207d podem ser empurrados para fora pelo came 207c para encaixar o corpo de ranhura de adaptador 109g, assim, conectando, longitudinalmente, o suspensor 205 ao corpo de adaptador 105. O came 207c pode ser móvel, longitudinalmente, em relação ao alojamento 206 entre uma posição encaixada (mostrada) e uma disposição encaixada (não mostrada). Na posição encaixada, o came 207c pode bloquear os cães 207d na posição estendida e na disposição encaixada, o came pode estar livre dos cães, assim, liberando os cães para se retraírem. O came 207c pode ter um perfil de atuação formado em uma superfície externa do mesmo para empurrar os cães para a posição estendida, perfil de agarramento formado em uma superfície interna para encaixe com o PRT 21, e um stinger para manutenção do encaixe do came com uma vedação 203b independente da posição do came. O came 207c também pode manter o encaixe com a vedação 230u independente da posição do came. O

trinco 207 pode ainda incluir um ressalto de captura superior 207u formado em uma superfície interna do alojamento 206 e encaixado com o came 207c quando o came está na disposição encaixada e um ressalto de assentamento 207b formado em uma superfície externa do alojamento 206 para vedação
5 contra o corpo de ressalto de assentamento de adaptador 109s. O ressalto de captura 207u pode ser usado para suporte de uma coluna de ferramenta 200 quando conduzida pelo PRT 21.

Alternativamente, um obturador similar aos tampões de ponte discutidos acima pode ser usado em lugar do suspensor.

10 As Figuras 5D e 5E ilustram uma pistola de perfuração 211 de uma coluna de ferramenta 200. A outra pistola de perfuração 209 pode ser similar exceto por ter uma resistência maior à carga e disparo de pressão diferencial. A pistola de perfuração 211 pode incluir um dispositivo de ignição 211i e um condutor de carga 211c. A pistola 211 pode incluir um alojamento
15 tubular 225 tendo um furo de fluxo formado através dele. Para facilitar a fabricação e a montagem, o alojamento 225 pode incluir duas ou mais seções 225a-f conectadas em conjunto, tal como por acoplamentos roscados. O alojamento 225 pode ter um acoplamento, tal como um acoplamento roscado, formado em cada uma de suas extremidades longitudinais para conexão
20 com a pistola de perfuração 209 na extremidade superior e para conexão com o obturador 215 na extremidade inferior. O alojamento 205 também pode ter um ou mais (dois mostrados) orifícios de espaço anular 223a formado através de uma parede da seção 225b. A pistola de perfuração 211 pode ainda incluir várias vedações dispostas entre várias de suas interfaces de
25 modo que um furo da mesma é isolado de um exterior.

O condutor de carga 211c pode incluir um stinger 224 da seção de alojamento 225e, uma seção de alojamento 225f, uma ou mais cargas moldadas 226 e um ou mais cordões de detonação 227. A pistola de perfuração 211 pode incluir um ou mais (dois mostrados) conjuntos de cargas moldadas 226, cada conjunto tendo uma pluralidade de cargas moldadas
30 circunferencialmente espaçadas em torno do alojamento 225f. O dispositivo de ignição 211i pode incluir as seções de alojamento 225a-e, uma cápsula

detonadora 231, um ou mais (dois mostrados) pinos de disparo 232, um ou mais elementos de impulsão, como molas 233u,m,b e câmara atmosférica 242, uma luva de atuação 234, uma luva de trinco 235, um came de trinco 236, um prendedor de trinco, tal como um anel fendido 237, um pistão de disparo 238, um ou mais (dois mostrados) prendedores cisalháveis, tal como parafusos 239. A luva de trinco luva 235 pode ter um ou mais (dois mostrados) orifícios de furo 223b formados através de uma parede.

Em operação, face superior do pistão de disparo 238 pode estar em comunicação de fluido com o orifício de espaço anular 223a e uma face inferior do pistão de disparo pode estar em comunicação de fluido com os orifícios de furo 223b. Para disparar a pistola 211, pressão em um espaço anular 300a (Figura 6B) formado entre a coluna de ferramenta 200 e o revestimento de produção 6 e uma cabeça de poço câmara 150 pode ser aumentada via a linha de retorno 170 em relação a uma pressão de furo de uma coluna de ferramenta 200. Uma vez que a pressão do espaço anular tenha sido aumentada até um diferencial de pressão de disparo predeterminado, o pistão de disparo 238 pode romper os parafusos de cisalhamento 239 e mover para baixo em contato com o came de trinco 236. O pistão de disparo 238 pode, então, empurrar o came de trinco 236 para baixo e para fora de encaixe com o anel 237. O anel fendido 237 pode, então, ficar livre para se expandir para fora de encaixe com a luva de trinco 235 que também fica livre da luva de atuação conectada 234. Uma vez que a luva de atuação 234 está livre, a câmara atmosférica 242 puxar a luva de atuação para baixo. A luva de atuação 234 pode acionar os pinos de disparo 232 para baixo para baster na cápsula detonadora 231. A cápsula detonadora 231 pode, então, leva à ignição o cordão de detonação 227 que pode queimar as cargas moldadas 226.

O stinger 224 pode encaixar um furo de vedação da seção de alojamento 225f e uma extremidade inferior da luva de atuação 234 pode conduzir uma vedação de modo que um furo da pistola de perfuração 211 permanece isolado do espaço anular 300a mesmo após as cargas moldadas 226 terem disparado.

A Figura 5F ilustra o obturador inflável 215. O obturador 215 pode incluir um mandril 250, uma luva 255, uma bexiga 260 e um ou mais retentores, tais como porcas 265u,b, um inflador 275i, e um deflator 275d. Um mandril 250 pode ser tubular e ter um furo de fluxo formado através dele.

5 Para facilitar a fabricação e a montagem, o mandril 250 pode incluir duas ou mais seções 250a,b conectadas em conjunto, tal como por meio de acoplamentos roscados. O mandril 250 pode ter um acoplamento, tal como a acoplamento roscado, formado em cada uma de suas extremidades longitudinais para conexão com a pistola de perfuração 211 na extremidade superior

10 e para conexão com a sapata 220 na extremidade inferior. O obturador 215 pode ainda incluir várias vedações dispostas entre várias de suas interfaces. O conjunto de bexigas 255, 260, 265u,b pode ser conectado ao mandril 250, tal como por meio de aprisionamento entre ressaltos do mandril. Cada porca 265u,b pode ser conectada à luva 255, tal como por meio acoplamento roscados.

15 Cada porca 265u,b pode ter uma ranhura nela formada para recebimento de respectivos elementos de reforço, tal como barras de mola 262u,b. A bexiga 260 pode ser feita de um material elastomérico, tal como poliisopreno, neopreno, poliuretano ou um copolímero elástico. A bexiga 260 pode ser moldada nas porcas montadas 265u, na luva 255, e nas barras de

20 mola 262u,b.

Uma superfície interna da bexiga 260 pode estar em comunicação de fluido com um ou mais orifícios (dois mostrados) 270 formados através de uma parede da luva 255. Os orifícios 270 podem proporcionar comunicação de fluido com uma passagem de fluxo anular 271 formada entre a

25 luva 255 e o mandril 250. O inflador 275i e o deflator 275d podem, cada um, estar em comunicação de fluido com a passagem 271. O inflador 275i pode incluir um orifício de inflação 272 formado através de uma parede do mandril, uma passagem de inflação 273 formada na porca superior 265u, e uma válvula de retenção 274 disposta na passagem de inflação. A válvula de re-

30 tenção 274 pode ser orientada para permitir fluxo do orifício de inflação 272 para a passagem anular 271 via a passagem de inflação, mas impedir fluxo reverso através dela, assim mantendo a inflação da bexiga 260. O deflator

275d pode incluir um orifício de esvaziamento 276 formado através de uma parede da porca superior 265u e um dispositivo de alívio de pressão 277 disposto no orifício de esvaziamento.

5 O dispositivo de alívio de pressão 277 pode incluir um disco de ruptura e um par de flanges. A passagem de esvaziamento 276 pode ter um primeiro ressalto nela formado, para recebimento dos flanges e ser rosqueada. Um dos flanges pode ser rosqueado para prender o dispositivo de alívio de pressão 277 na porca superior 265u. O disco de ruptura pode ser metálico e ter uma ou mais marcações formadas em uma superfície interna do
10 mesmo para falha segura em um diferencial de pressão de ruptura determinado (em relação à pressão do espaço anular). O disco de ruptura pode ser disposto entre os flanges e os flanges conectados em conjunto, tal como por um ou mais prendedores. Os flanges podem conduzir uma ou mais vedações para impedir vazamento em torno do disco de ruptura.

15 Alternativamente, a seção de mandril superior 250a pode ser conectada à seção de mandril inferior 250b por um ou mais prendedores cisalháveis e a seção de mandril superior pode ter o orifício de esvaziamento e uma vedação abrangendo o orifício de esvaziamento e isolando o orifício de esvaziamento da passagem 271. Nessa alternativa, para esvaziar o
20 obturador, tensão pode ser exercida sobre uma coluna de ferramenta usando o PRT 21 e cabo elétrico de perfilagem 91 até que os prendedores cisalháveis se rompam, assim, liberando a seção de mandril superior. A seção de mandril superior pode, então, se mover para cima em relação à bexiga e à seção de mandril inferior até que o orifício de esvaziamento esteja alinhado com a passagem, assim, permitindo que o fluido de inflação descarregue
25 da passagem para um furo de coluna de ferramenta. A seção de mandril superior pode ainda ter um ressalto que, então, encaixa um ressalto correspondente da seção de mandril inferior, assim, reconectando as seções de mandril. Alternativamente, a coluna de ferramenta 200 pode incluir um obtu-
30 rador tendo um conjunto de acondicionamento através de compressão usando um pistão em lugar do obturador inflável 215.

As Figuras 6A-6F ilustram o emprego da coluna de ferramenta

de cimentação de espaço anular 200 em uma cabeça de poço submarino 10 e instalação no segundo PCA 100. A Figura 6A ilustra o emprego de uma coluna de ferramenta 200 em uma cabeça de poço submarino 10 e o segundo PCA 100. As Figuras 6B e 6C ilustram a coluna de ferramenta 200 assentada no segundo PCA 100. A coluna de ferramenta 200 pode ser enchida com fluido de inflação 301 (Figura 6D). O cabo elétrico de perfilagem 91 pode ser conectado ao PRT 21. O PRT 21 pode, então, ser conectado ao suspensor 205. O PRT 21 e a coluna de ferramenta 200 podem, então, ser empregados através do moonpool 77 usando o guincho de cabo elétrico de perfilagem 76 e assentados no segundo PCA 100. O operador de carrinho pode, então, fornecer eletricidade para o PRT 21 via o cabo elétrico de perfilagem 91 e operar o PRT 21 para ajustar o trinco 207. O PRT 21 e o cabo elétrico de perfilagem 91 podem, então, ser recuperados para o navio 75. Alternativamente, o PRT pode ser liberado batendo para cima ou para baixo para ajustar, mecanicamente, o trinco 207. A válvula de isolamento 115 pode, então, ser fechada pelo operador de carrinho via o cabo umbilical 65 e o sistema de controle submarino. Alternativamente, um ou mais dos BOPs 120b,w também podem ser fechados como uma medida preventiva. Alternativamente, a barreira sólida pode ser um equipamento cego de prevenção de golpes de carneiro, um equipamento de prevenção de estouros (fechado em si), uma válvula de retenção ou um tampão em lugar da válvula de isolamento 115.

A Figura 6D ilustra a inflação do obturador 215. O fluido de inflação 301 pode ser bombeado do navio 75, para baixo do conduto de fluido de abastecimento 70, através do conduto 108i e do orifício do sub de fluido 110p, e para o furo do segundo PCA 100. O fluido de inflação 301 pode continuar a descer por um furo de coluna de ferramenta para o inflador 275i. O bombeamento do fluido de inflação 301 contra o tampão de furo 210 pode aumentar a pressão em um furo de coluna de ferramenta, assim, abrindo uma válvula de retenção 274. O fluido de inflação 301 pode continuar através da válvula de retenção 274 aberta, para baixo da passagem anular 271, e para a câmara de bexiga câmara via os orifícios 270, assim, expandindo a

bexiga 260 contra uma superfície interna do revestimento de produção 6c.

A Figura 6E ilustra o emprego de um segundo PRT 21b em uma cabeça de poço submarino 10. A Figura 6F ilustra a remoção do tampão de furo 210. Uma vez que o obturador 215 tenha sido inflado, a válvula de isolamento 115 pode ser aberta. O cabo elétrico de perfilagem 91 pode ser conectado a um segundo PRT 21b (menor). O segundo PRT 21b pode, então, ser empregado através do moonpool 77 usando o guincho de cabo elétrico de perfilagem 76 e abaixo através do segundo PCA 100 e em um furo de coluna de ferramenta para o tampão de furo 210. O operador de carrinho pode, então, fornecer eletricidade para o segundo PRT 21b via o cabo elétrico de perfilagem 91 e operar o segundo PRT para encaixar e remover o tampão de furo 210 do perfil 222. O segundo PRT 21b e o tampão de furo 210 podem, então, ser recuperado para o navio 75. A válvula de isolamento 115 pode, então, ser fechada pelo operador de carrinho via o cabo umbilical 65 e o sistema de controle submarino.

As Figuras 7A-7F ilustram abandono de uma porção superior do furo de poço 2, de acordo com outra modalidade da presente invenção. As Figuras 7A-7C ilustram obstrução com cimento de um espaço anular 300b (também conhecido como o espaço anular B) formado entre o revestimento de produção 6c e o revestimento intermediário 5c. Uma vez que a válvula de isolamento 115 tenha sido fechada, a pistola de perfuração 211 pode ser disparada. A pressão de fluido em um espaço anular 300a e na câmara 150 pode ser aumentada através do bombeamento para baixo da linha de retorno 170 até que o diferencial de disparo tenha sido alcançado, assim, disparando a pistola 211 no revestimento de produção 6c. As cargas moldadas 226 da pistola de perfuração 211 podem ter uma intensidade de carga suficiente para formar perfurações superiores 302u através de uma parede do revestimento de produção 6c, sem danificar uma parede do revestimento intermediário 5c, desse modo, proporcionando acesso ao espaço anular B 300b.

O BHA 23 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 podem, então, serem reempregados no PCA 20 e no furo de poço 2 usando o cabo

elétrico de perfilagem 91. A válvula de isolamento 115 pode ser aberta. O BHA 23 pode ser reempregado em uma profundidade abaixo da sapata 220 e acima de um topo do cimento de revestimento intermediário 8i. Uma vez que o BHA 23 tenha sido empregado até a profundidade de colocação, eletricidade pode, então, ser fornecida para o BHA via o cabo elétrico de perfilagem 91 para disparar a pistola de perfuração no revestimento de produção 6c, assim, formando perfurações inferiores 302b através de uma parede. O BHA 23 pode ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22, a válvula de isolamento 115 fechada e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75.

A pasta de cimento 30 pode, então, ser bombeada do navio 75, para baixo do conduto de fluido de abastecimento 70, através do conduto 108i e do orifício do sub de fluido 110p, e para um furo do segundo PCA 100. A pasta de cimento 30 pode continuar no suspensor 205 e para baixo de um furo de coluna de ferramenta e pode sair pela coluna de ferramenta 200 na sapata 220. A pasta de cimento 30 pode continuar no espaço anular B 300b via perfurações inferiores 302b. O fluido de furo de poço deslocado pode circular do espaço anular B 300b para o espaço anular do revestimento/ coluna 300a via perfurações superiores 302u. O fluido de furo de poço deslocado pode continuar a subir para o espaço anular do revestimento/ coluna 300a, através de uma cabeça de poço 10 e no conduto de fluido de retorno 170 via a passagem de fluido 107 e o conduto 108o. O fluido de furo de poço deslocado pode continuar para cima do conduto de fluido 170 para o navio 75. A pasta de cimento 30 no espaço anular B 300b pode, então, ser permitida curar, assim, formando o tampão de cimento do espaço anular B 303b.

As Figuras 7D-7F ilustram obstrução com cimento de um espaço anular 300c (também conhecido como o espaço anular C) formado entre o revestimento intermediário 5c e o revestimento de superfície 4c. Uma vez que o tampão de cimento do espaço anular B 303b tenha se formado, a pistola de perfuração 209 pode ser disparada. A pressão do fluido em um espaço anular 300a e na câmara 150 pode ser aumentada através do bombea-

mento para baixo da linha de retorno 170 até que o diferencial de disparo (aumentado) tenha sido alcançado, assim, disparando a pistola 209 através do revestimento de produção 6c e no revestimento intermediário 5c. As cargas moldadas da pistola de perfuração 209 podem ter uma intensidade de
5 carga suficiente para formar perfurações superiores 304u através de uma parede dos revestimentos da 6c e intermediários 5c revestimentos sem danificar uma parede do revestimento de superfície 4c, assim, proporcionando acesso ao espaço anular C 300c.

O BHA 23 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 podem,
10 então, ser reempregados no PCA 20 e no furo de poço 2 usando o cabo elétrico de perfilagem 91. A válvula de isolamento 115 pode ser aberta. O BHA 23 pode ser reempregado em uma profundidade abaixo das perfurações inferiores 302b e acima de um topo do cimento de revestimento intermediário 8i. Uma vez que o BHA 23 tenha sido empregado na profundidade de colo-
15 cação, eletricidade pode, então, ser fornecida ao BHA via o cabo elétrico de perfilagem 91 para disparar a pistola de perfuração através do revestimento de produção 6c e no revestimento intermediário 5c, assim formando perfurações inferiores 304b através de uma parede. O BHA 23 pode ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22, a válvula de isolamento
20 115 fechada e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75.

A pasta de cimento 30 pode, então, ser bombeada do navio 75, para baixo do conduto de fluido de abastecimento 70, através do conduto 108i e do orifício do sub de fluido 110p, e para um furo do segundo PCA
25 100. A pasta de cimento 30 pode continuar no suspensor 205 e para baixo de um furo de coluna de ferramenta e pode sair de uma coluna de ferramenta 200 na sapata 220. A pasta de cimento 30 pode continuar no espaço anular C 300c via as perfurações inferiores 304b. O fluido de furo de poço deslocado pode circular do espaço anular C 300b para o espaço anular de re-
30 vestimento/ coluna 300a via perfurações superiores 304u. O fluido de furo de poço deslocado pode continuar para cima do espaço anular de revestimento/ coluna espaço anular 300a, através de uma cabeça de poço 10 e para o

conduto de fluido de retorno 170 via a passagem de fluido 107 e do conduto 108o. O fluido de furo de poço deslocado pode continuar para cima do conduto de fluido 170 até o navio 75. A pasta de cimento 30 no espaço anular C 300c pode, então, ser permitida curar, assim, formando o tampão de cimento 5 303c do espaço anular.

A Figura 7G ilustra o esvaziamento de um obturador de coluna de ferramenta. Uma vez que o tampão de cimento de espaço anular C 303c tenha se formado, o segundo PRT 21b, conduzindo o tampão de furo 210, e o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 podem, então, serem reempregados no PCA 20 e no furo de poço 2 usando o cabo elétrico de perfilagem 91. A válvula de isolamento 115 pode ser aberta. O segundo PRT 21b pode ser abaixado até o perfil de sapata 222 e operado por um operador no navio para recuperar o tampão de furo 210. O segundo PRT 21b pode ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22, a válvula de isolamento 15 115 fechada e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75. O bombeamento pode continuar, assim, aumentando a pressão em um furo de coluna de ferramenta e na câmara de bexiga até que o diferencial de pressão de ruptura seja alcançado, desse modo estourando o disco de ruptura 277 e permitindo esvaziamento da bexiga 260.

O PRT 21 pode, então, ser empregado do navio 75 usando o cabo elétrico de perfilagem 91. A válvula de isolamento 115 pode ser aberta. O PRT 21 pode, então, ser assentado no suspensor 205 e operado por um operador no navio para desencaixar o trinco 207. A coluna de ferramenta 200 pode, então, ser recuperada para o navio usando o PRT 21 e o cabo 25 elétrico de perfilagem 91.

As Figuras 8A e 8B ilustram o abandono do obturador de coluna de ferramenta de poço submarino 10. A Figura 8A ilustra a colocação de um tampão de ponte superior 304 no revestimento de produção 6c. Uma vez que a coluna de ferramenta 200 tenha sido recuperada, o segundo BHA 26 30 pode ser reconectado ao cabo elétrico de perfilagem 91 e ao módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e empregado no segundo PCA 100. O segundo BHA26 pode ser reempregado em uma profundidade adjacente e abaixo das

perfurações superiores 302u, 304u. Uma vez que o segundo BHA 26 tenha sido empregado na profundidade de colocação, o tampão de ponte superior 304 pode ser colocado contra a superfície interna do revestimento de produção 6c. Uma vez que o tampão de ponte superior 304 tenha sido colocado, o
5 tampão pode ser liberado da ferramenta de colocação e o segundo BHA26 pode, então, ser recuperado para o módulo de cabo elétrico de perfilagem 22 e o módulo de cabo elétrico de perfilagem despachado do PCA 20 para o navio 75. O segundo PCA 100 pode, então, ser desconectado da cabeça de poço 10 e recuperado para o navio 75. Alternativamente, o segundo PCA
10 100 pode ser desconectado da cabeça de poço 10 e recuperado para o navio 75 antes do emprego do segundo BHA 26 e da instalação do tampão de ponte superior 304.

A Figura 8B ilustra a obstrução com cimento do suspensor de revestimento de produção 6h. Uma vez que o segundo PCA 100 tenha sido
15 removido, pasta de cimento pode ser bombeada para baixo do furo de revestimento de produção para o tampão de ponte superior 304 e permitido curar, assim, formando um tampão de cimento superior 305. A cabeça de poço 10 pode, então, ser abandonada, utilizando os elementos de vedação elastoméricos do revestimento como barreiras adicionais.

20 As Figuras 9A e 9B ilustram uma segunda coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular alternativa 400t para uso com a árvore de produção 15 e um terceiro PCA alternativo correspondente 400p, de acordo com outra modalidade da presente invenção. O terceiro PCA 400p pode ser similar ao segundo PCA 100, exceto por ser dimensionado para assentar em
25 uma árvore de produção 15 em lugar da cabeça de poço 10 e tendo um conduto de fluido conectando com a passagem de produção de uma árvore em lugar do conduto de fluido 108o e passagem correspondente 107. A segunda coluna de ferramenta 400t pode ser similar a uma coluna de ferramenta 200 exceto por ser dimensionada para assentar em uma tubulação de
30 produção 7 em lugar do revestimento de produção 6 e tendo uma pistola de perfuração adicional capaz de perfurar através de uma parede da tubulação de produção 7 (sem danificar o revestimento de produção 6). Cada uma das

outras pistolas de perfuração da segunda coluna de ferramenta 400t também pode ser capaz de perfuração através de uma parede da tubulação de produção 7 além de seus respectivos revestimentos.

A operação de abandono usando o PCA alternativo 400p e a co-
 5 luma de ferramenta 400t pode ser similar à operação de abandono discutida
 acima com uma poucas modificações modificações. O terceiro PCA 400p
 pode desempenhar funções de ambos os PCAs 20, 100. A segunda coluna
 de ferramenta 400t pode ser utilizada para formar tampões de cimento de
 10 espaço anular A inferior e intermediário 31b,i bem como os tampões de ci-
 mentos dos espaços anulares B e C 303b,c. O curso de circulação pode uti-
 lizar a tubulação de produção 7 em lugar do revestimento de superfície 6 e a
 passagem de produção da árvore¹⁵ em lugar da passagem 107. A coloca-
 ção dos tampões de ponte de tubulação 32b,i, o corte da tubulação de pro-
 dução 7 e a remoção de uma árvore 15 podem ser adiados até depois da
 15 remoção da segunda coluna de ferramenta 400t e antes da colocação do
 tampão de ponte de revestimento de superfície 304.

A Figura 10 ilustra o emprego alternativo de uma coluna de fer-
 ramenta 200 em uma cabeça de poço submarino 10 e do segundo PCA 100
 usando condutor ascendente submarino 525, de acordo com outra modali-
 20 dade da presente invenção. Em lugar de usar o navio de apoio de interven-
 ção 75, uma unidade de perfuração offshore (ODU) 575 pode ser usada para
 conduzir a operação de abandono. A ODU 575 pode se conectar ao segun-
 do PCA 100 via o condutor ascendente submarino 525. A ODU 575 pode
 suportar condutor ascendente submarino 525 via um acondicionamento su-
 25 perior de condutor ascendente submarino (não mostrado) e o condutor as-
 cendente submarino pode se conectar ao segundo PCA 100 via um acondi-
 cionamento inferior de condutor ascendente submarino (não mostrado). O
 condutor ascendente submarino 525 pode ser usado para empregar qual-
 quer um dos PCAs 20, 100, 400p e/ ou ambas as colunas de ferramentas
 30 200, 400t. Alternativamente, um navio de intervenção pesado pode ser usa-
 do em lugar da ODU 575.

A Figura 11 ilustra uma terceira alternativa de coluna de ferra-

menta de cimentação de espaço anular 600, de acordo com outra modalidade da presente invenção. A terceira coluna de ferramenta 600 pode ser similar a uma coluna de ferramenta 200, exceto quanto à omissão de uma das pistolas de perfuração 209, 211. A operação de abandono usando a terceira
5 coluna de ferramenta 600 pode ser similar à operação de abandono usando a coluna de ferramenta 200 exceto que a coluna de ferramenta pode primeiro ser empregada apenas com a pistola de perfuração 211 e usada para perfurar e bombear a pasta de cimento para o tampão de cimento de espaço anular 303b. A terceira coluna de ferramenta 600 pode, então, se for recuperada para o navio 75 antes que a pasta de cimento cure. A pistola de perfuração 211 pode ser substituída pela pistola de perfuração 209 e a Terceira
10 coluna de ferramenta reempregada em uma cabeça de poço submarino 10 e reinstalada no segundo PCA 100. A terceira coluna de ferramenta 600 pode, então, ser usada para perfurar e bombear a pasta de cimento para o tampão de cimento de espaço anular C 303c e, então, mais uma vez ser recuperada para o navio 75 antes que a pasta de cimento cure.

Alternativamente, a terceira coluna de ferramenta 600 pode ser modificada para uso com o terceiro PCA 400p.

A Figura 12 ilustra uma quarta alternativa de coluna de ferramenta de cimentação de espaço anular 700, de acordo com outra modalidade da presente invenção. A quarta coluna de ferramenta 600 pode ser similar a uma coluna de ferramenta 200, exceto quanto à omissão do obturador 215 e substituição da sapata 220 por um stinger 710. Um obturador 705 pode ser colocado no furo de revestimento de produção antes do emprego do
20 segundo PCA 100 e após a remoção de uma árvore de produção 15 da cabeça de poço 10. O obturador 705 pode incluir um mandril, uma âncora, um acondicionamento, e um receptáculo de furo polido. A âncora e o acondicionamento podem ser dispostos ao longo de uma superfície externa do mandril de obturador entre um ressalto de colocação do mandril e um anel de
25 colocação. O obturador 705 pode ser empregado e colocado usando o segundo BHA26. Enquanto a quarta coluna de ferramenta 600 está sendo baixada no segundo PCA 100, o stinger 710 pode se alinhar no receptáculo

do obturador. O stinger 710 pode conduzir uma vedação ao longo de uma superfície externa para encaixar o receptáculo do obturador. Uma vez que o tampão de cimento de espaço anular 303c tenha sido formado, a quarta coluna de ferramenta 600 pode ser recuperada e o obturador pode ser deixado no revestimento de produção.

Alternativamente, a terceira coluna de ferramenta 600 pode ser modificada para uso com o obturador 705.

Alternativamente, a pasta de cimento pode não estar equilibrada e o obturador 705 ou qualquer uma das outras colunas de ferramentas pode incluir a válvula de retenção para impedir tubulação-U pasta de cimento desequilibrada. A válvula de retenção pode ser bloqueada aberta para facilitar o emprego das pistolas de perfurações inferiores ou ser instalada em um perfil do obturador ou no perfil da sapata após o emprego de cada pistola de perfuração inferior.

Adicionalmente, o poço pode incluir uma segunda (ou mais) colunas de revestimento intermediário e as colunas de ferramenta podem incluir um par adicional (ou mais) de pistolas de perfuração para formação de um tampão de cimento de espaço anular adicional.

Adicionalmente, qualquer uma das colunas de ferramentas pode ainda incluir um sub de desconexão (não mostrado). O sub de desconexão pode ser operável para liberar a porção inferior de uma coluna de ferramenta de uma porção superior de uma coluna de ferramenta se a coluna de ferramenta se tornar emperrada em uma cabeça de poço e PCA. O sub de desconexão pode incluir um elemento superior conectado à porção superior de uma coluna de ferramenta, um elemento inferior conectado à porção inferior de uma coluna de ferramenta, e um trinco fixando juntos os elementos superior e inferior. O trinco pode incluir prendedores frangíveis ajustados para falhar em uma força de tensão dentro da capacidade do PRT. O sub de desconexão pode ser conectado entre o suspensor e a pistola de perfuração, entre a pistola de perfuração e o obturador. Adicionalmente, a coluna de ferramenta pode incluir uma pluralidade de elementos de desconexão em diferentes localizações ao longo de uma coluna de ferramenta, cada sub de

desconexão ajustado para liberar em uma pressão ou força de tensão diferente. Alternativamente, se qualquer uma das colunas de ferramentas se tornar emperrada, o terceiro BHA27 (com cortador de tubulação ou maçarico de termita) pode ser empregado e operado por um operador no navio para
5 cortar um orifício livre da coluna de um orifício emperrado da coluna.

Alternativamente, a pasta do espaço anular B e/ ou C pode ser esmagada ou comprimida, em lugar de formar as perfurações inferiores. Alternativamente, um Segundo (ou mais) tampão de espaço anular B e/ ou C espaço anular pode ser formado ao longo dos respectivos espaços anulares
10 através de passagens adicionais com a pistola de perfuração.

Alternativamente, a coluna de ferramenta operada hidráulica-mente, divulgada no pedido de patente provisório dos Estados Unidos No. 61/624,552 (Atty. Dock. No. WWCI/0020USL), depositado em 16 de abril de 2012, pode ser usada.

15 Embora o precedente seja dirigido às modalidades da presente invenção, outras modalidades e adicionais podem ser consideradas sem afastamento do seu escopo básico e o seu escopo é determinado pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para abandono de um poço submarino, compreendendo:

5 fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) em uma cabeça de poço submarino;

 emprego de uma coluna de ferramenta no PCA, em que a coluna de ferramenta compreende um obturador e um perfuratriz superior localizados acima do obturador;

10 fechamento um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida;

 colocação do obturador contra um revestimento interno suspenso da cabeça de poço submarino;

 enquanto o furo de PCA está fechado, perfuração de uma parede do revestimento interno através de operação da perfuratriz superior; e

15 injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que:

20 um furo de uma coluna de ferramenta é fechado durante emprego, e

 o obturador é ajustado por pressurização do furo fechado de coluna de ferramenta.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, em que o obturador é ajustado antes da operação da perfuratriz superior e enquanto o furo de
25 PCA está fechado.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, em que:

 o método ainda compreende a abertura de um furo de coluna de ferramenta após a colocação do obturador,

30 a perfuratriz superior é uma pistola de perfuração, e

 a pistola de perfuração superior é disparada por pressurização de uma câmara formada entre a cabeça de poço submarino e uma coluna de ferramenta.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, ainda compreendendo a abertura do furo de coluna de ferramenta após o obturador ser ajustado.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, em que:

um furo de coluna de ferramenta é fechado por um tampão, e
5 furo de coluna de ferramenta é aberto pela recuperação do tampão usando uma linha de trabalho e uma linha de trabalho operada por uma ferramenta para estender tampão.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo a perfuração da parede de revestimento interno abaixo do obturador.

10 8. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que a pasta de cimento é injetada no espaço anular interno por um caminho de circulação incluindo um furo de uma coluna de ferramenta, as perfurações acima e abaixo do obturador e uma câmara formada entre a cabeça de poço submarino e uma coluna de ferramenta.

15 9. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que as perfurações abaixo do obturador são formadas pelo emprego de uma perfuratriz inferior através de um furo de uma coluna de ferramenta.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, em que a perfuratriz inferior é empregada usando a linha de trabalho.

20 11. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que:
a coluna de ferramenta ainda compreende um suspensor, e
o método ainda compreende o assentamento do suspensor no PCA.

25 12. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo a perfuração de uma parede do revestimento externo acima do obturador e enquanto o furo de PCA está fechado.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, ainda compreendendo:

30 perfuração da parede do revestimento externo abaixo do obturador; e

injeção de pasta de cimento em um espaço anular externo por um curso de circulação incluindo um furo de uma coluna de ferramenta, as

perfurações externas acima e abaixo do obturador e uma câmara formada entre a cabeça de poço submarino e uma coluna de ferramenta.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o método é realizado sem condutor ascendente.

5 15. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o método é realizado usando condutor ascendente submarino.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a barreira sólida é uma válvula de isolamento.

10 17. Método, de acordo com a reivindicação 16, ainda compreendendo:

Abaixamento do PCA de um navio até uma cabeça de poço submarino; e

estabelecimento de comunicação entre um sistema de controle do PCA e o navio,

15 em que:

a coluna de ferramenta é empregada a partir do navio, e

a válvula de isolamento é fechada usando o sistema de controle.

18. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo:

20 remoção da coluna de ferramenta do PCA após injeção da pasta de cimento;

remoção do PCA da cabeça de poço submarino;

colocação de um tampão de ponte no revestimento interno; e

25 formação de um tampão de cimento no tampão de ponte colocado e em uma cabeça de poço submarino.

19. Coluna de ferramenta para abandono de um poço submarino, compreendendo:

um suspensor tendo uma vedação externa e um trinco externo;

30 uma perfuratriz conectada ao suspensor e operável em resposta à pressão de um exterior de uma coluna de ferramenta excedendo a pressão de um furo de uma coluna de ferramenta por um diferencial de pressão determinado;

um obturador conectado à perfuratriz; e
um elemento de fechamento para fechar o furo,
em que a coluna de ferramenta é tubular.

20. Coluna de ferramenta, de acordo com a reivindicação 19, a-
5 ainda compreendendo:

um extensor conectando o suspensor e a perfuratriz,
em que o obturador é conectada a uma extremidade inferior da
perfuratriz.

21. Sistema para abandono de um poço submarino, compreen-
10 dendo:

uma coluna de ferramenta, de acordo com a reivindicação 19; e
um conjunto de controle de pressão (PCA) compreendendo:
um conector e cabeça de poço para prender o PCA e uma cabe-
ça de poço submarino;

15 uma tubulação;

um adaptador de cabeça de poço conectado a um conector de
cabeça de e tendo:

uma face de vedação para encaixar a cabeça de poço

um furo formado através dele com um perfil para recebimento do
20 suspensor, e

um orifício de fluxo formado através dele proporcionando comu-
nicação entre a câmara formada entre a coluna de ferramenta e a cabeça de
poço submarino e a tubulação.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, em que o PCA
25 ainda compreende:

um sub de fluido conectado a um adaptador de cabeça de poço
e tendo um orifício de fluxo formado através dele proporcionando comunica-
ção entre o furo de adaptador de cabeça de poço e a tubulação;

30 uma válvula de isolamento conectada ao sub de fluido para fe-
chamento do furo de adaptador; e

um equipamento para prevenção de estouro conectado a uma
válvula de isolamento.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, ainda compreendendo um módulo de cabo elétrico de perfilagem tendo:

- um furo formado através dele;
- um segundo conector para prender o módulo de cabo elétrico de perfilagem no PCA e uma face de vedação para encaixar o PCA;
- um coletor de ferramenta conectado ao segundo conector;
- uma armação conectada ao segundo conector;
- uma caixa de enchimento conectada ao coletor de ferramenta e compreendendo uma vedação e um atuador operável para encaixar e desencaixar a vedação com/ de um cabo elétrico de perfilagem; e
- um injetor de graxa conectado à caixa de enchimento e operável para lubrificar o cabo elétrico de perfilagem.

24. Método para abandono de um poço submarino, compreendendo:

- fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) em uma árvore de produção submarina;
- emprego de uma coluna de ferramenta no PCA, em que a coluna de ferramenta compreende um obturador e uma perfuratriz superior localizada acima do obturador;
- fechamento de um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida;
- colocação do obturador contra a tubulação de produção suspensa da árvore submarina ou de uma cabeça de poço submarino;
- enquanto o furo de PCA está fechado, perfuração de uma parede da tubulação de produção através de operação da perfuratriz superior; e
- injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre a tubulação de produção e um revestimento interno suspenso da cabeça de poço submarino.

25. Método para abandono de um poço submarino, compreendendo:

- colocação de um obturador contra um furo de um revestimento interno suspenso de uma cabeça de poço submarino;

fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) a uma cabeça de poço submarino;

emprego de uma coluna de ferramenta no PCA e alinhamento da coluna de ferramenta no obturador, em que a coluna de ferramenta compreende um stinger e uma perfuratriz superior localizada acima do stinger;

5 fechamento de um furo do PCA acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida;

enquanto o furo de PCA está fechado, perfuração de uma parede do revestimento interno através de operação da perfuratriz superior; e
10 injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.

26. Pistola de perfuração para uso em poço submarino, compreendendo:

15 um alojamento tubular;

um furo formado através dele e isolado de um exterior da ferramenta;

uma ou mais cargas moldadas dispostas em uma câmara do alojamento para isolar do furo;

20 uma cápsula detonadora;

um cordão de detonação conectando a cápsula detonadora às cargas moldadas;

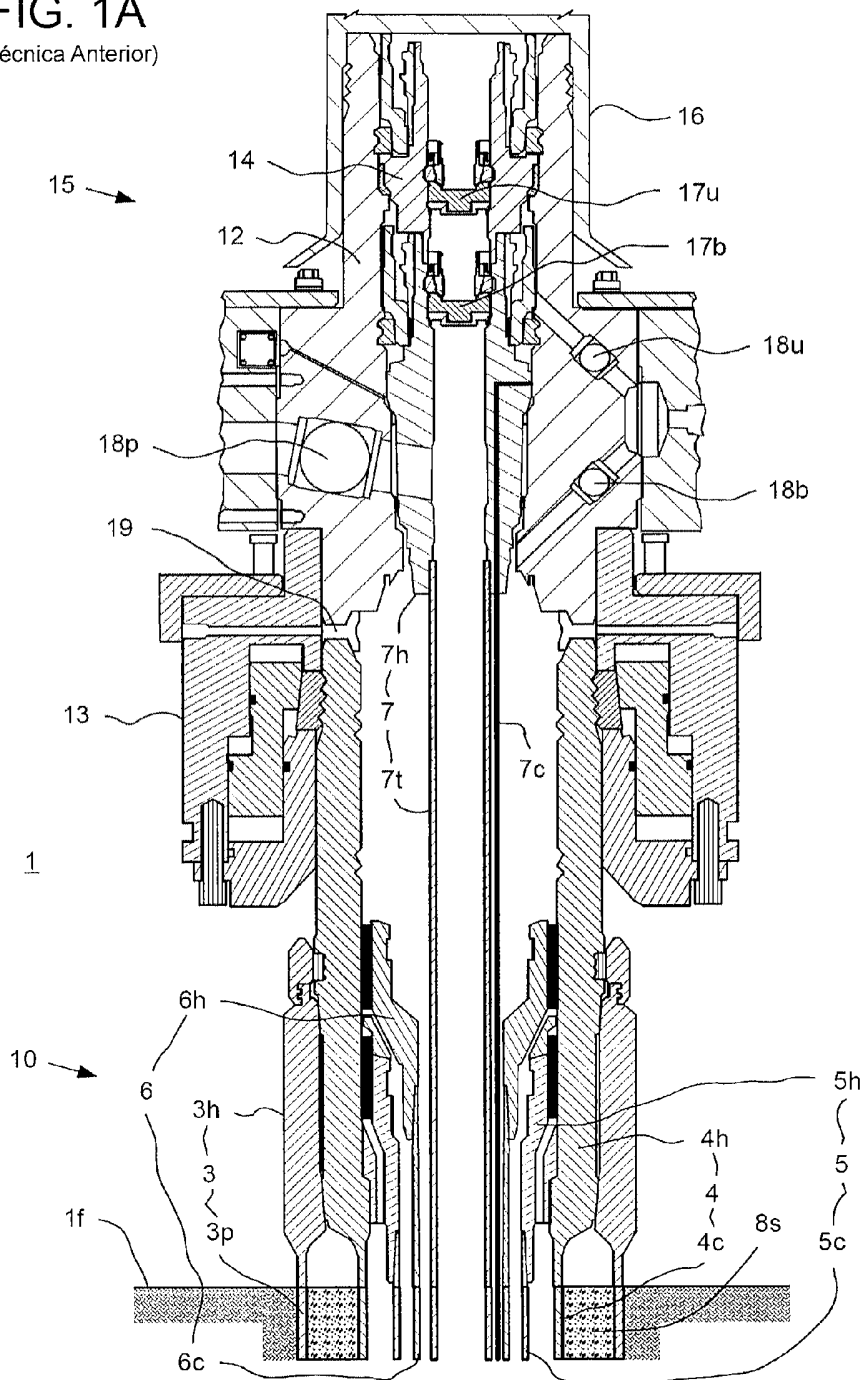
um pistão em comunicação de fluido com um exterior da pistola e o furo;

25 um prendedor restringindo o pistão e operável para liberar pistão em resposta a um diferencial de pressão predeterminado entre o exterior e o furo; e um

a mecanismo de disparo acoplado operavelmente ao pistão de modo que o mecanismo bate na cápsula detonadora em resposta para liberação do pistão,

30 em que a câmara permanece isolada do furo após disparo das cargas moldadas:

FIG. 1A
(Técnica Anterior)



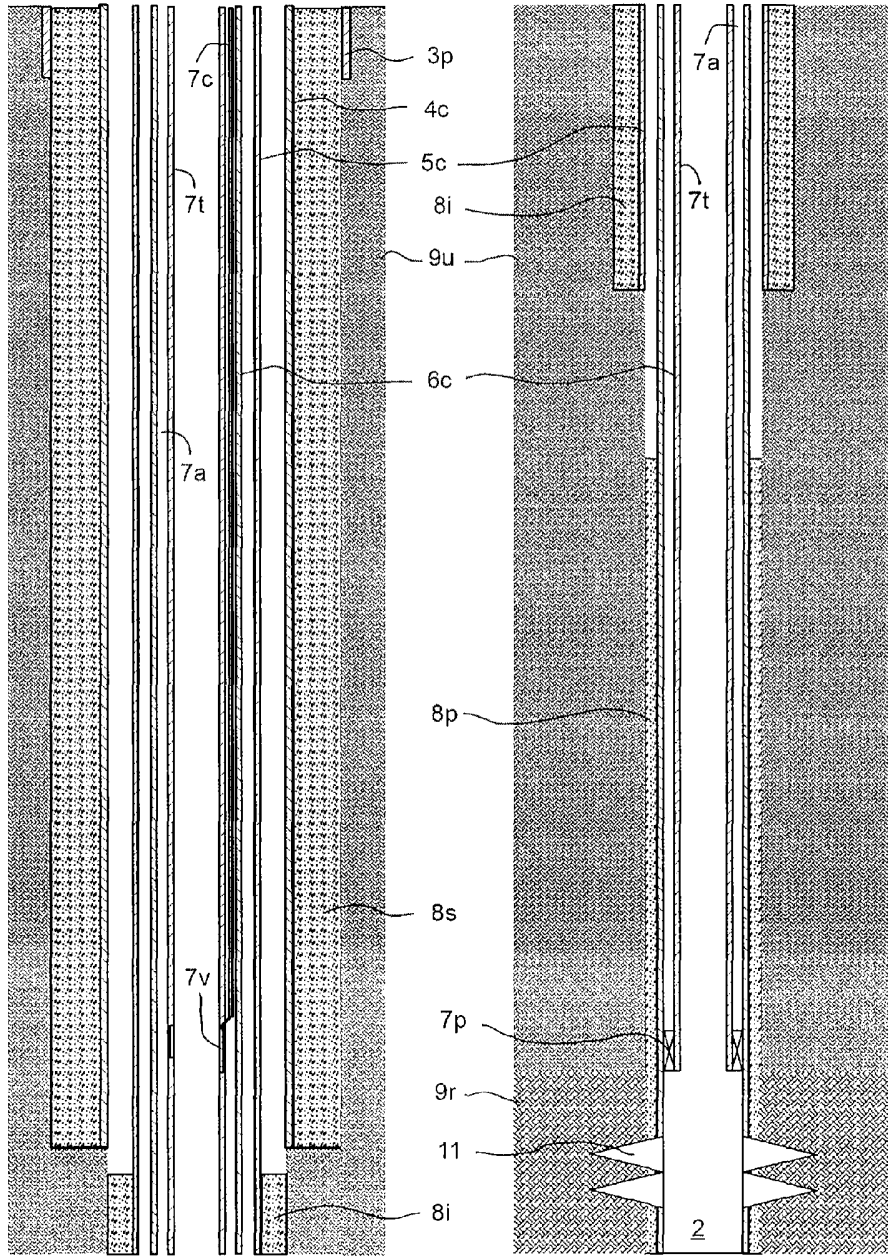
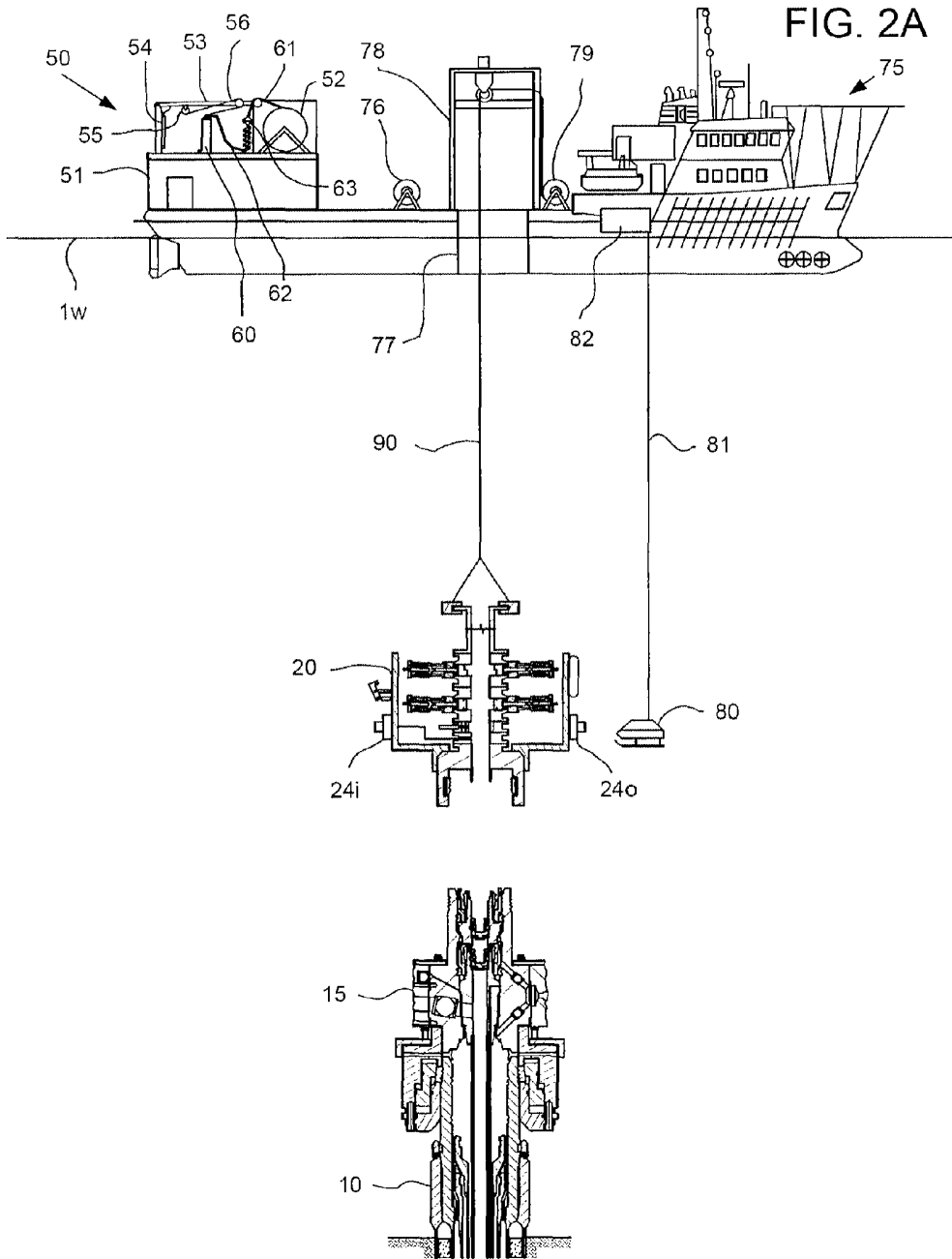


FIG. 1B
(Técnica Anterior)

FIG. 1C
(Técnica Anterior)



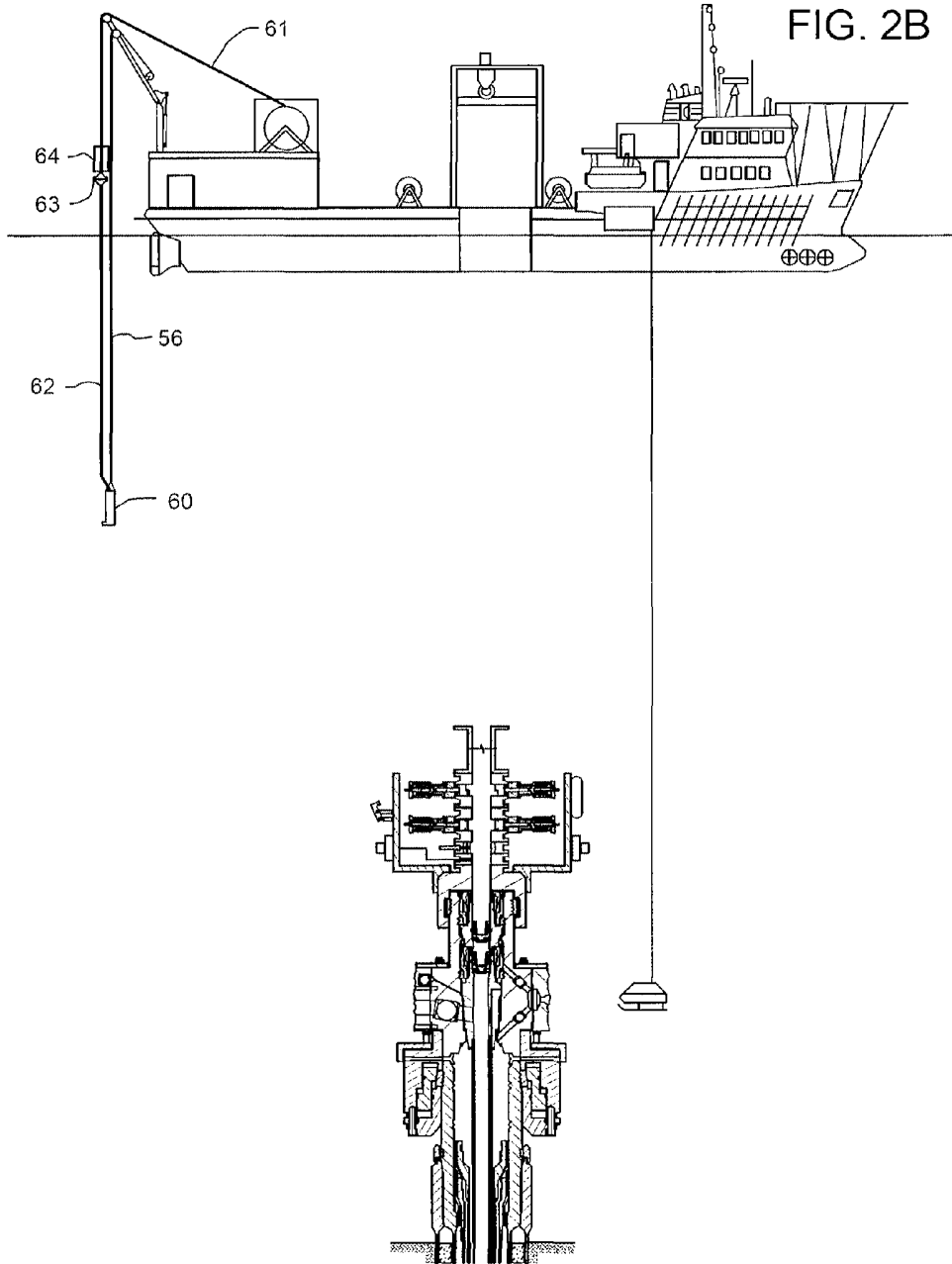
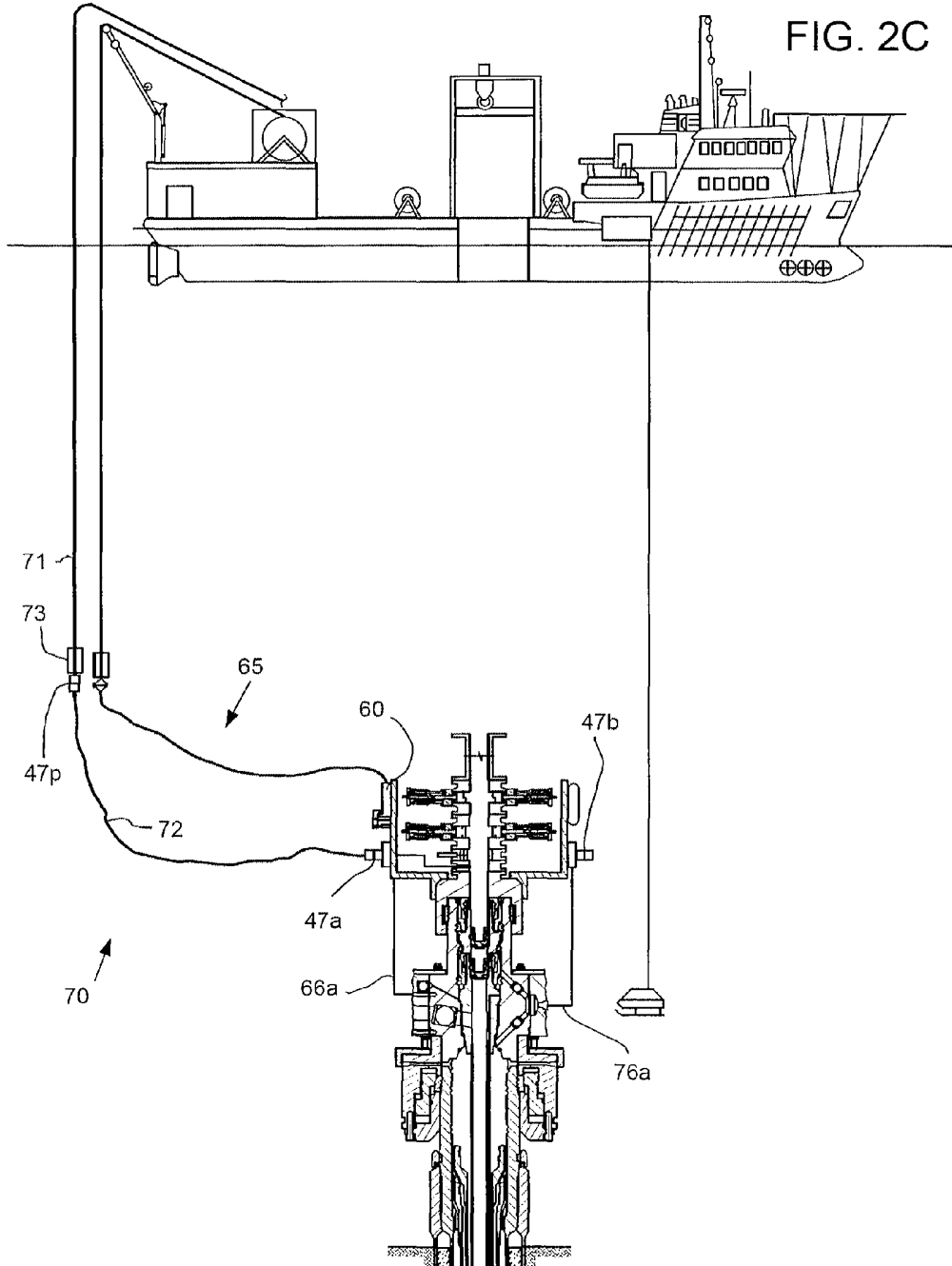
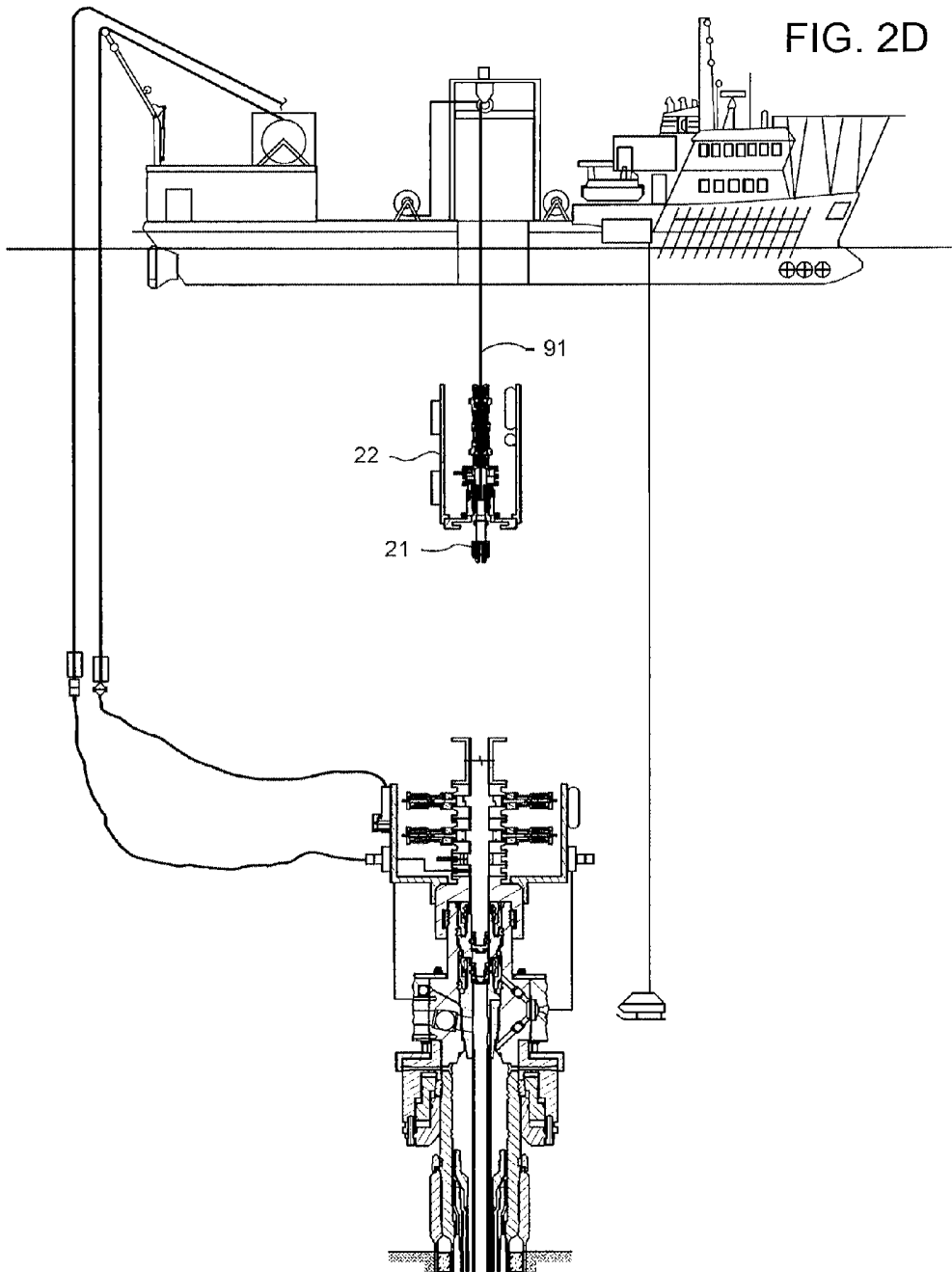
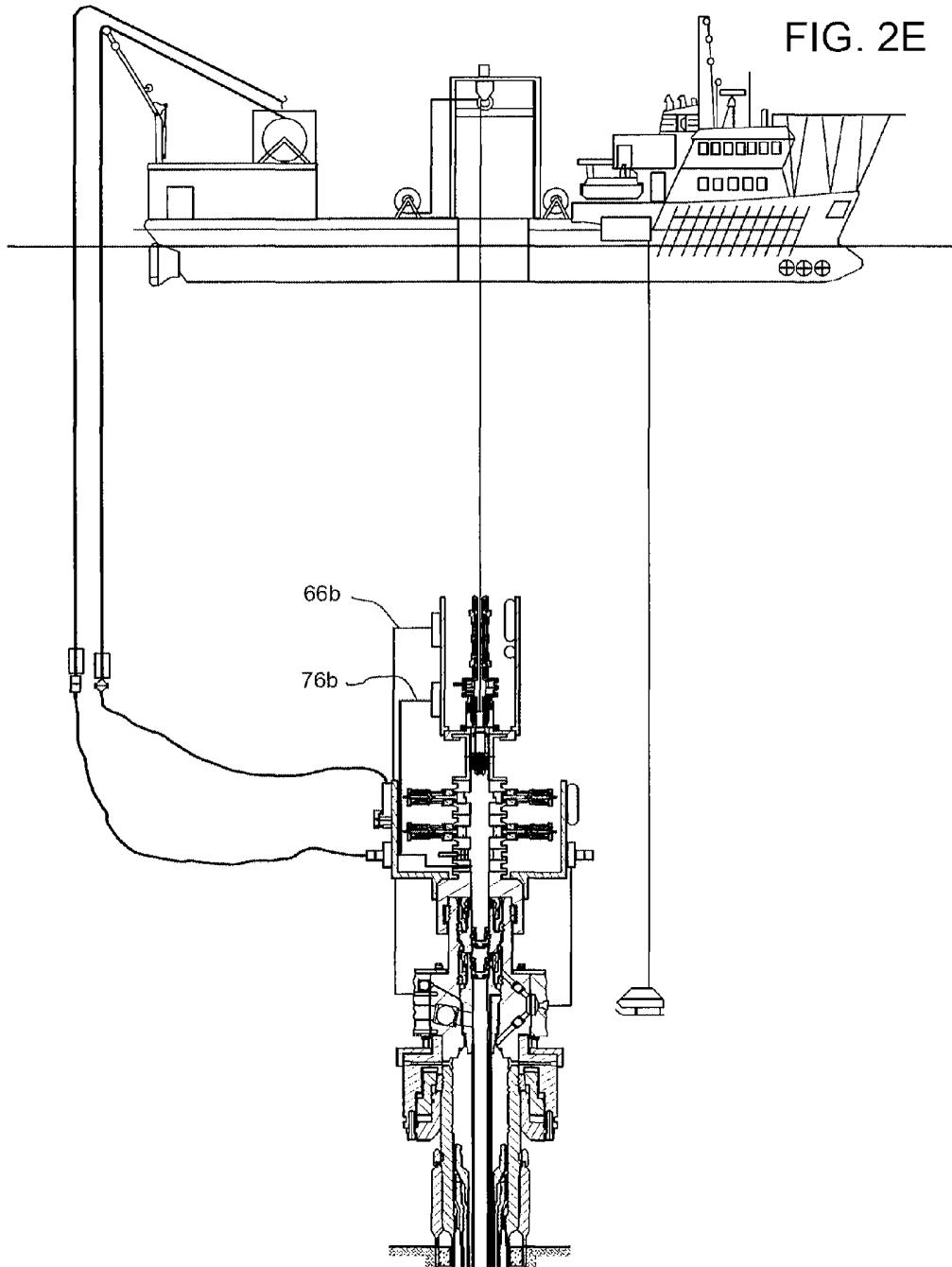


FIG. 2C







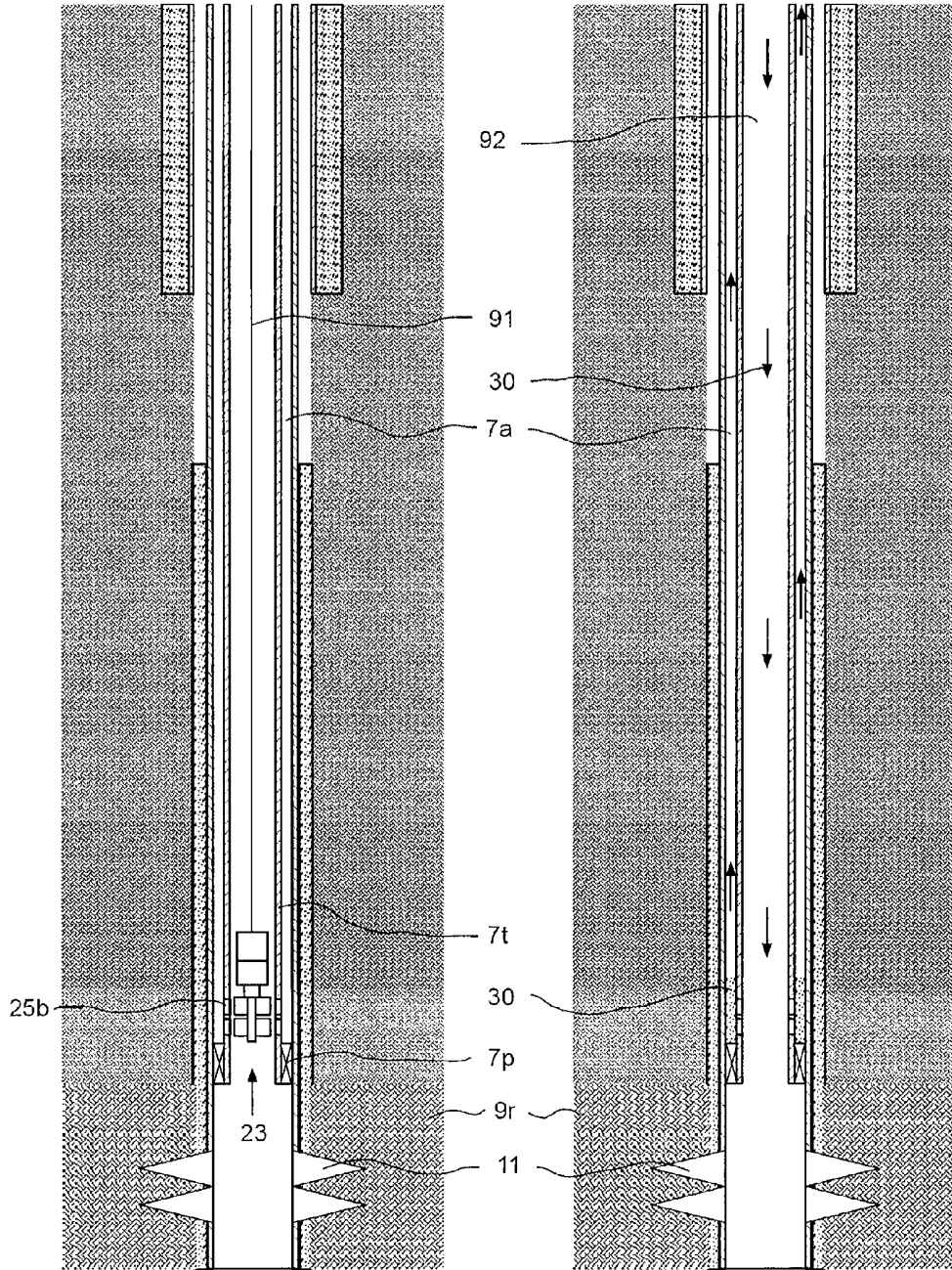


FIG. 3A

FIG. 3B

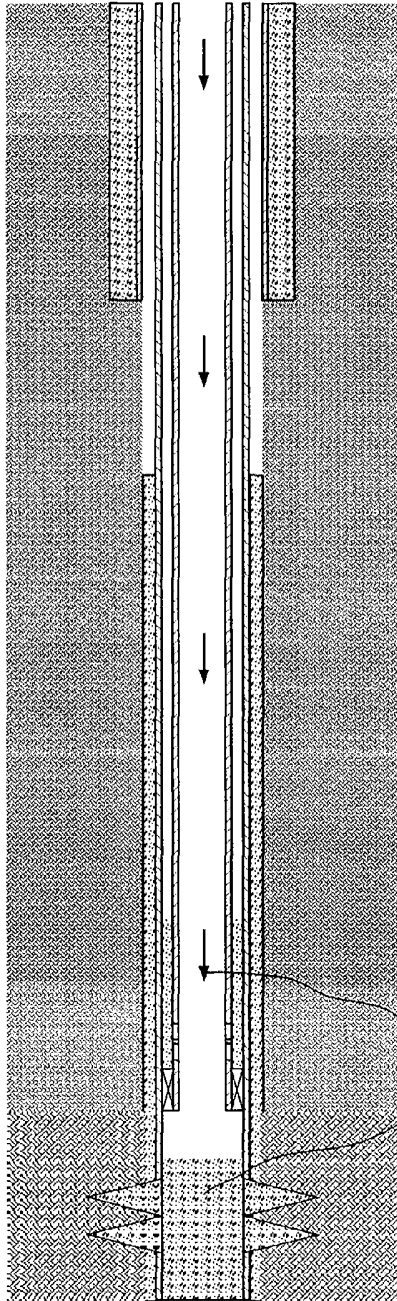


FIG. 3C

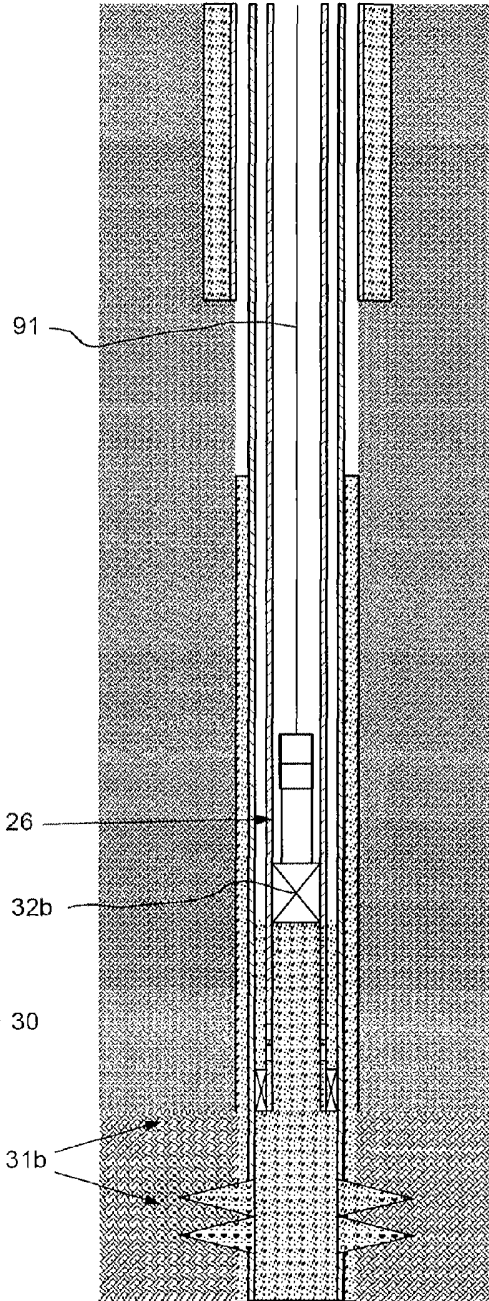


FIG. 3D

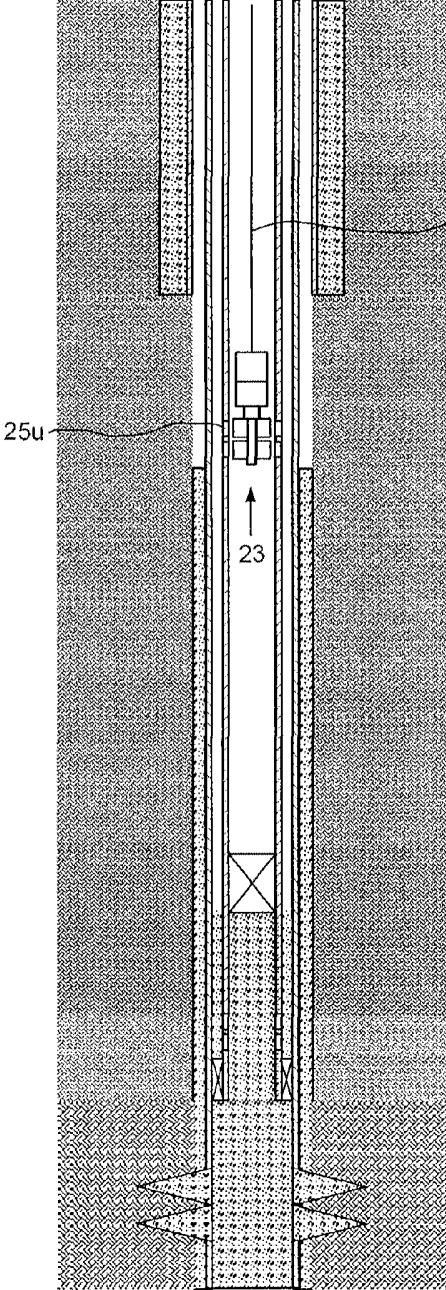


FIG. 3E

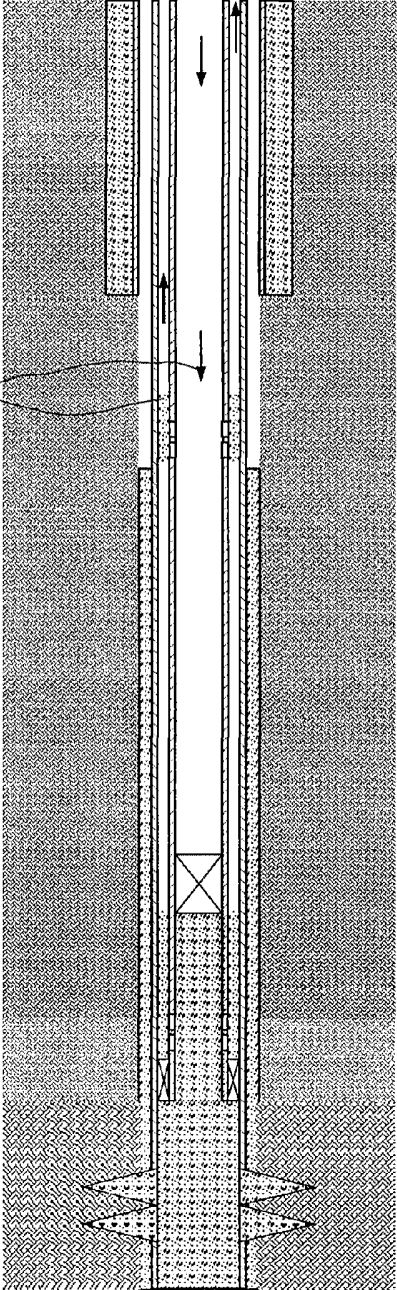


FIG. 3F

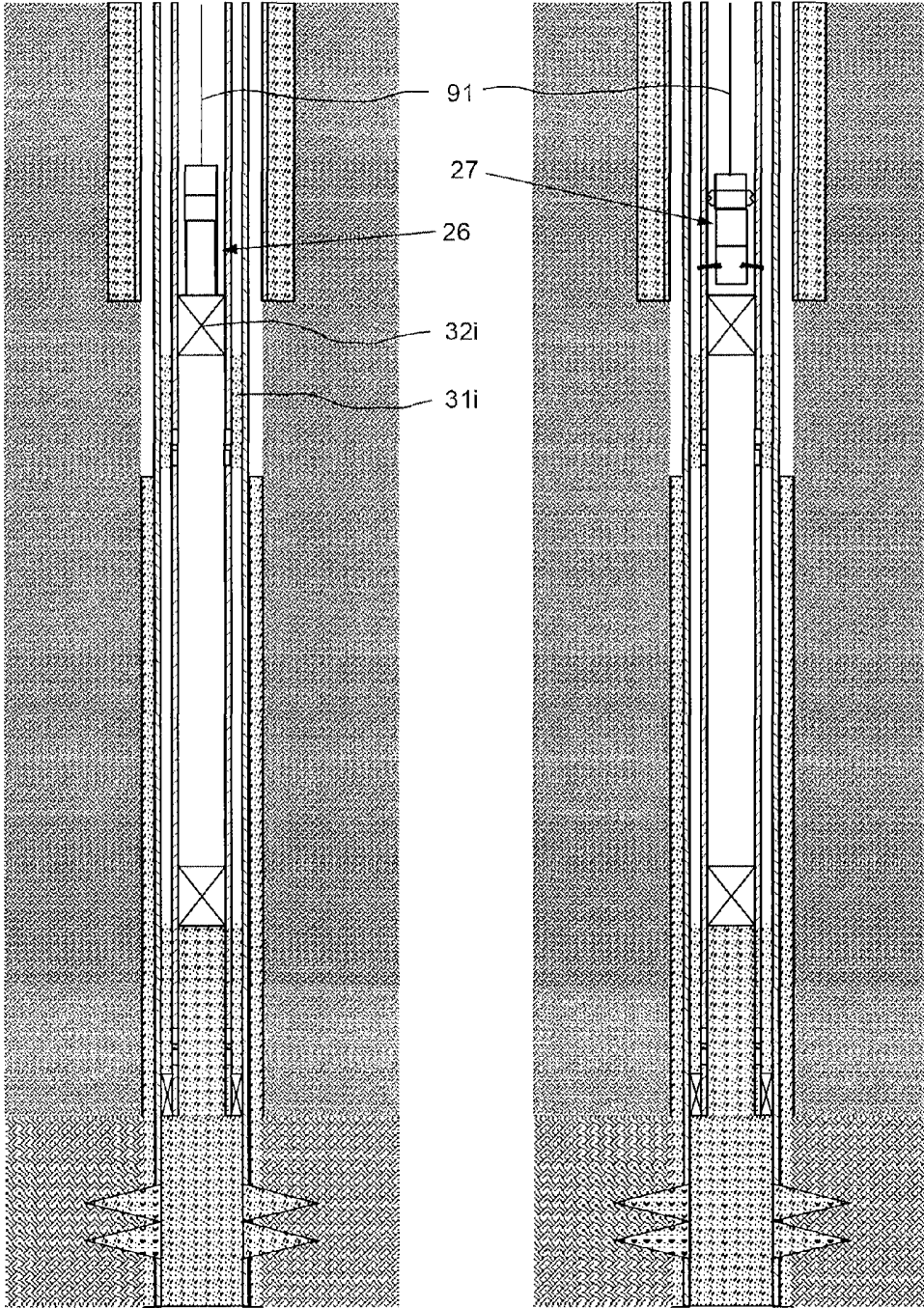


FIG. 3G

FIG. 3H

FIG. 3I

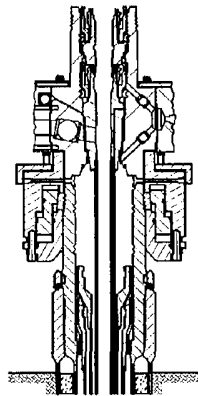
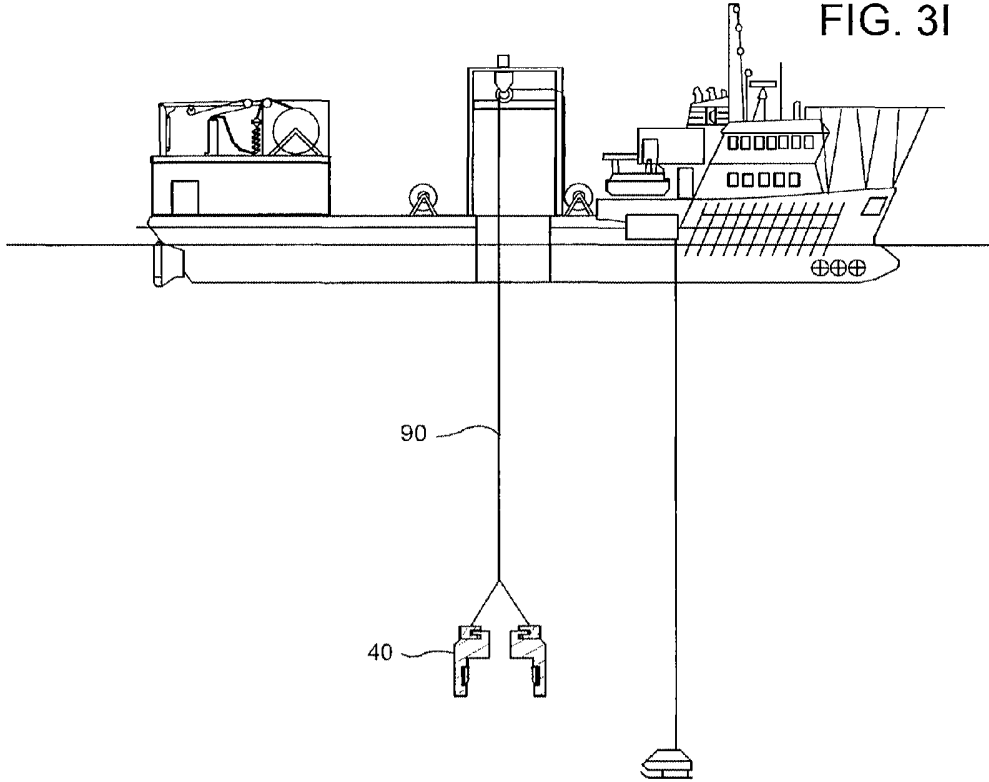
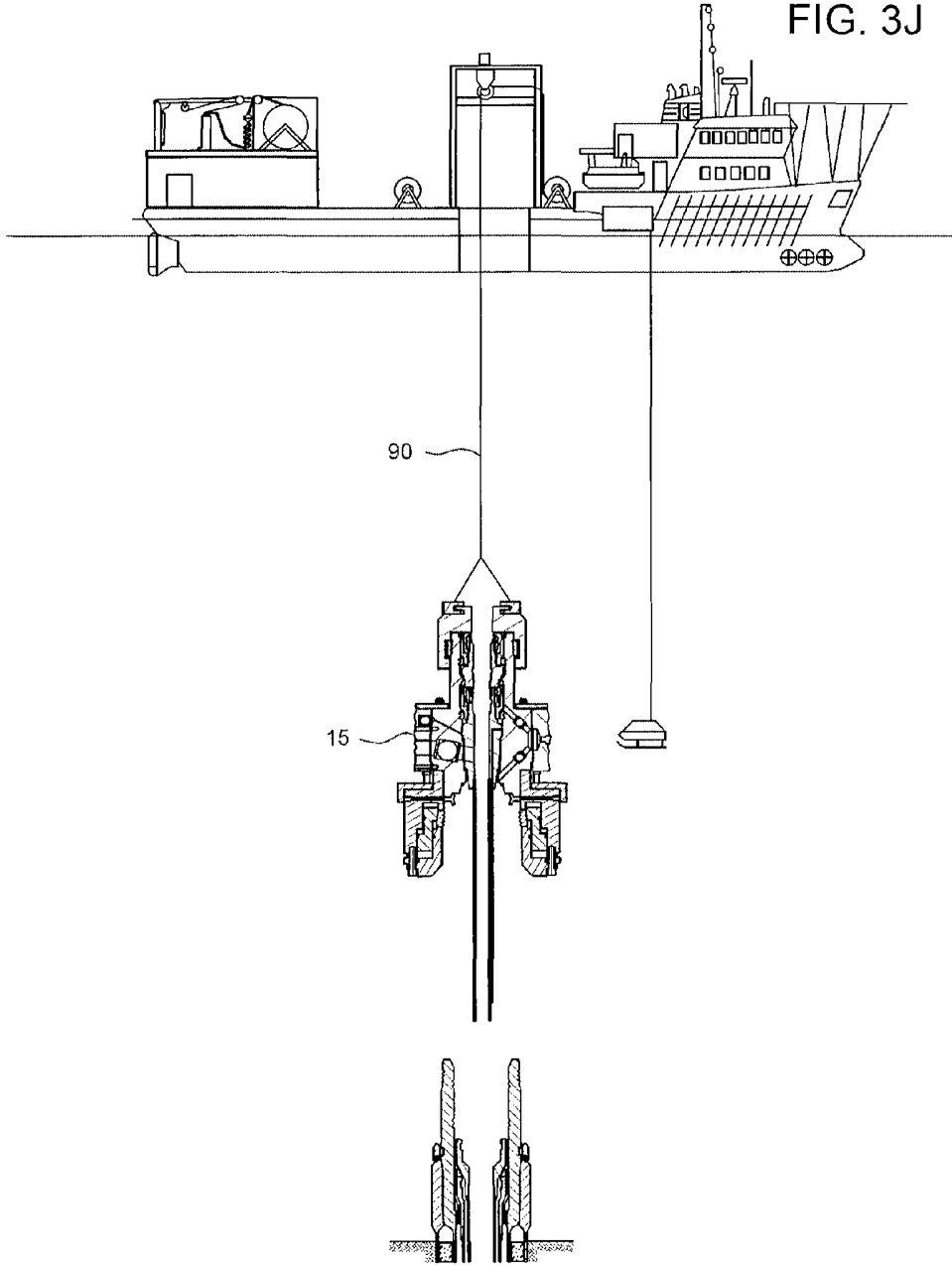


FIG. 3J



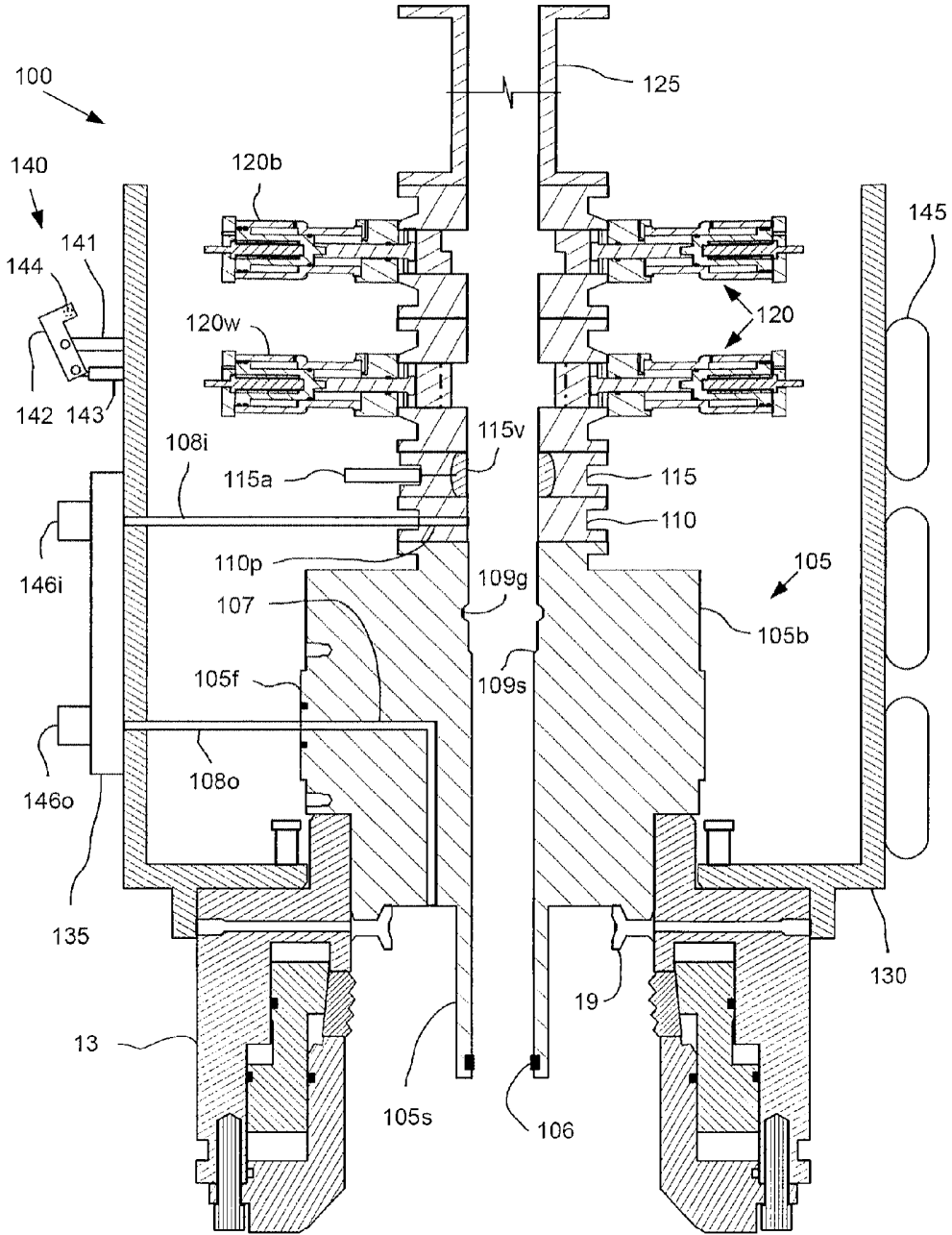
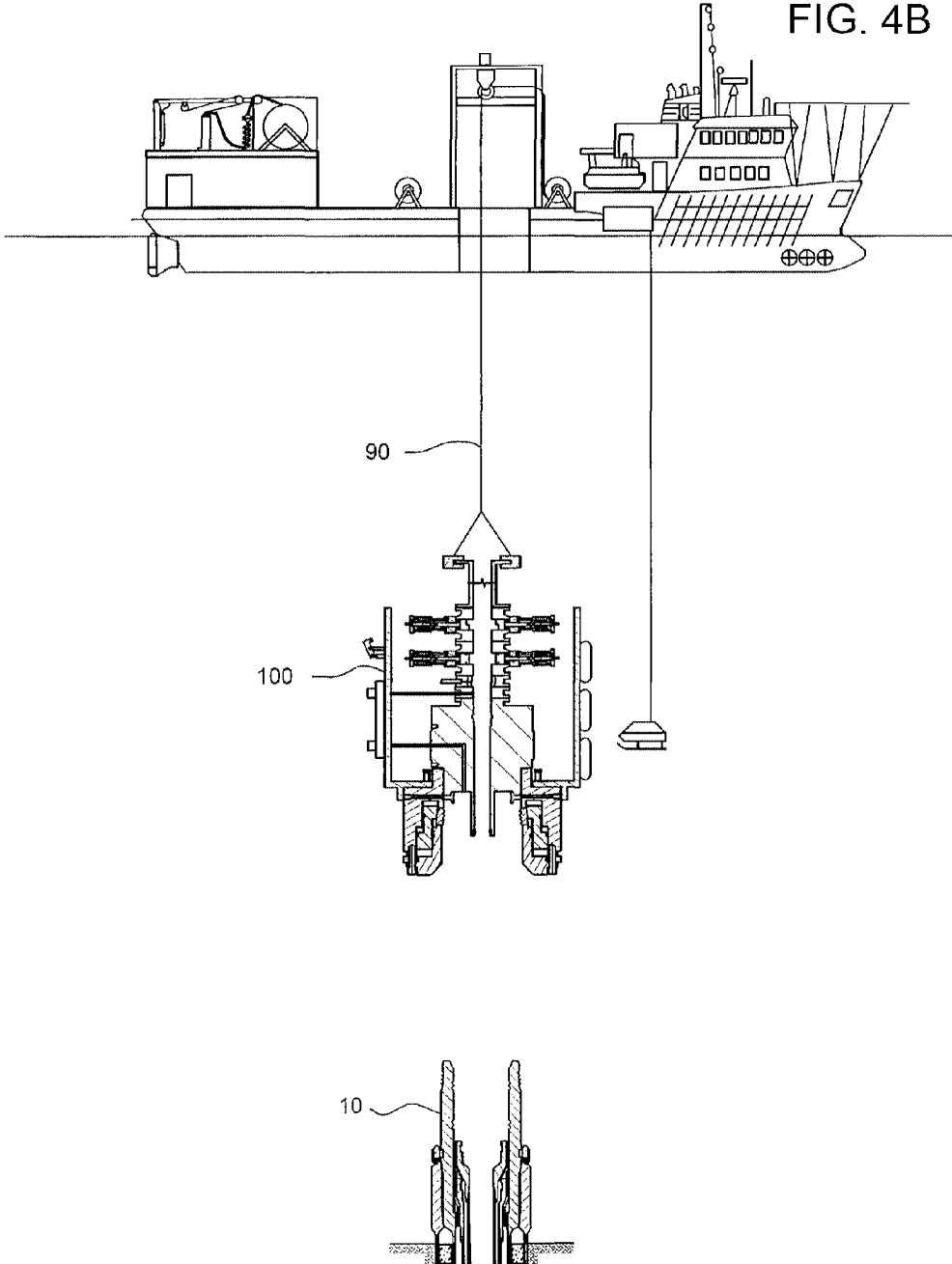
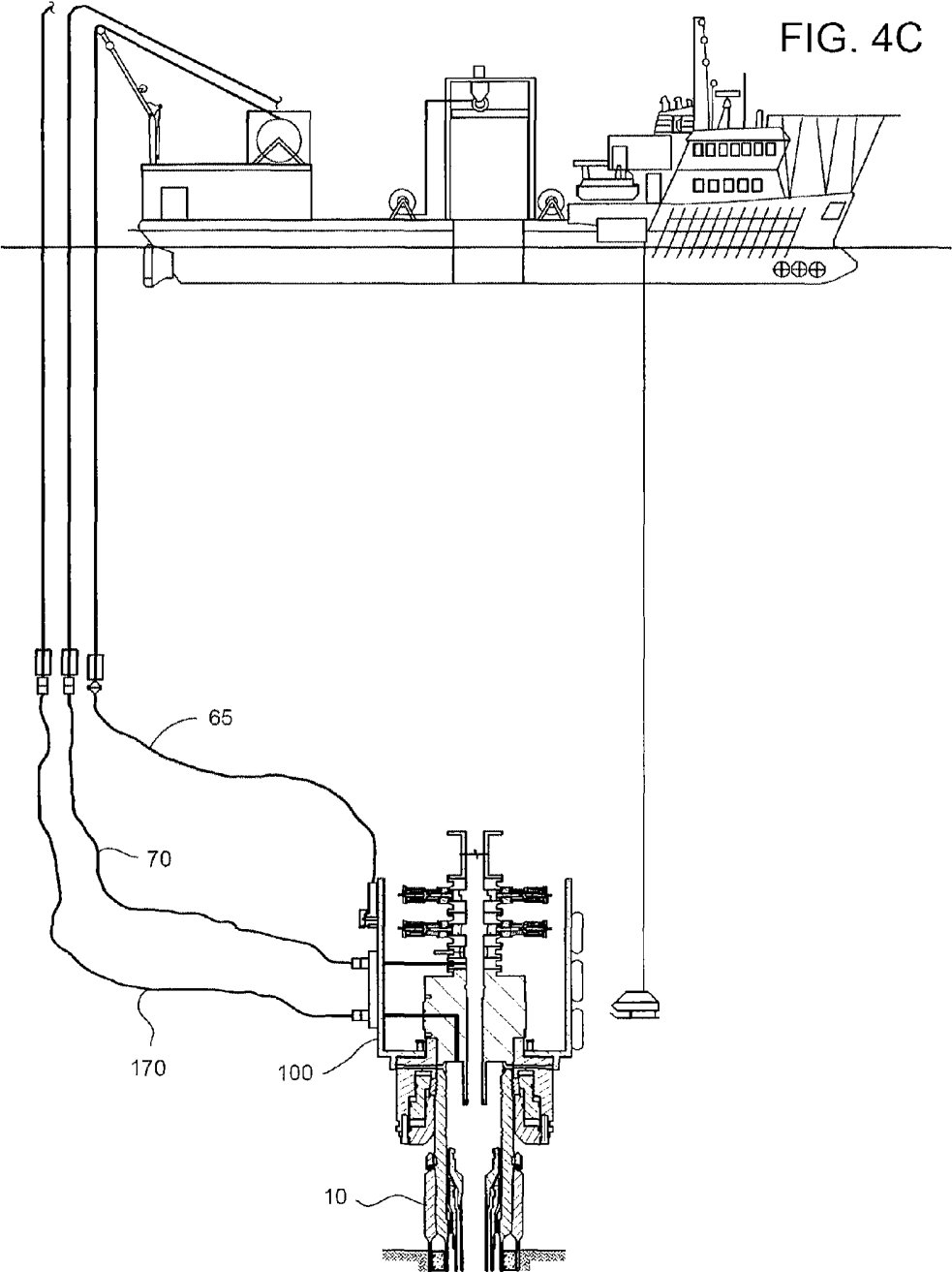
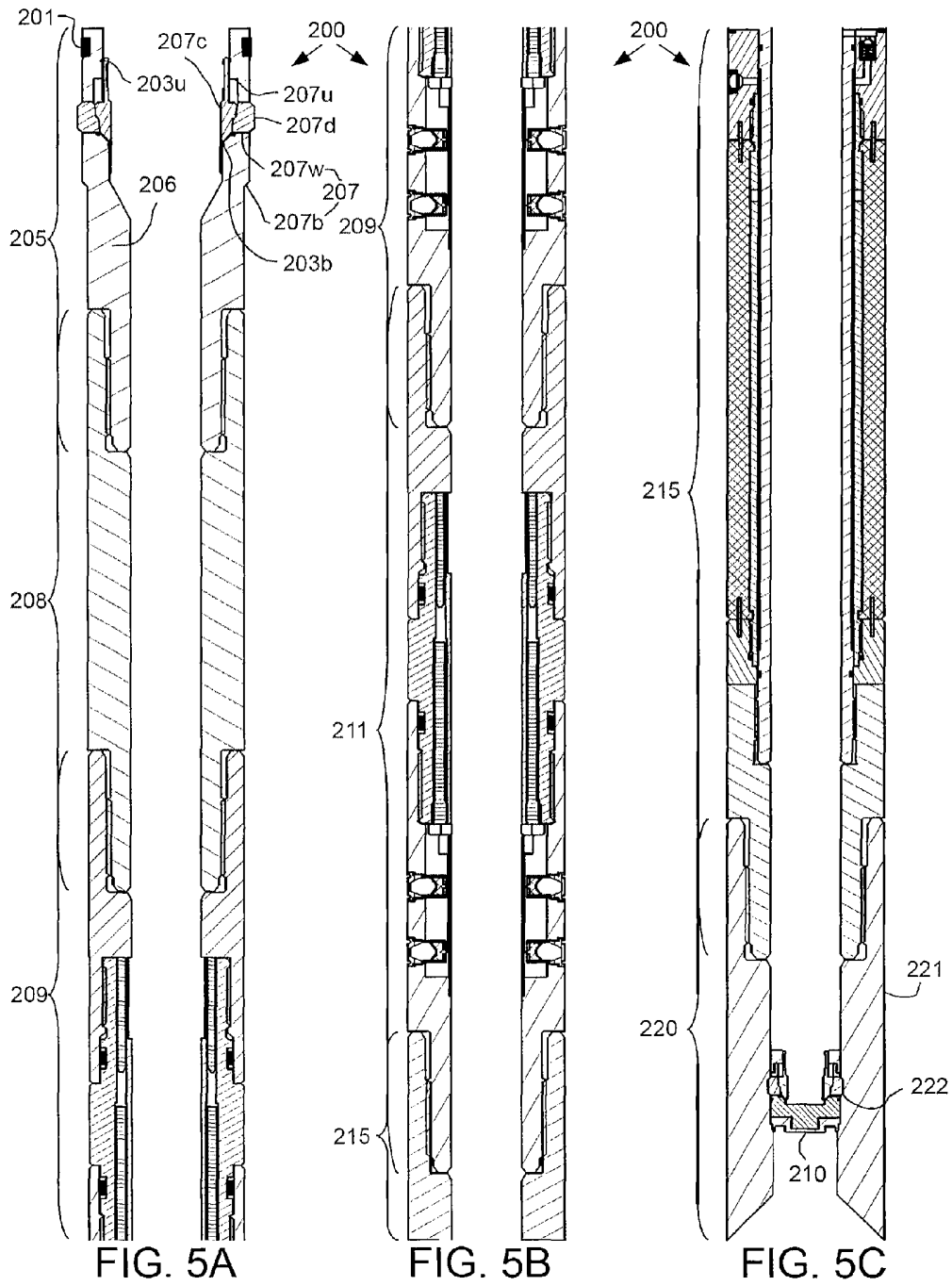


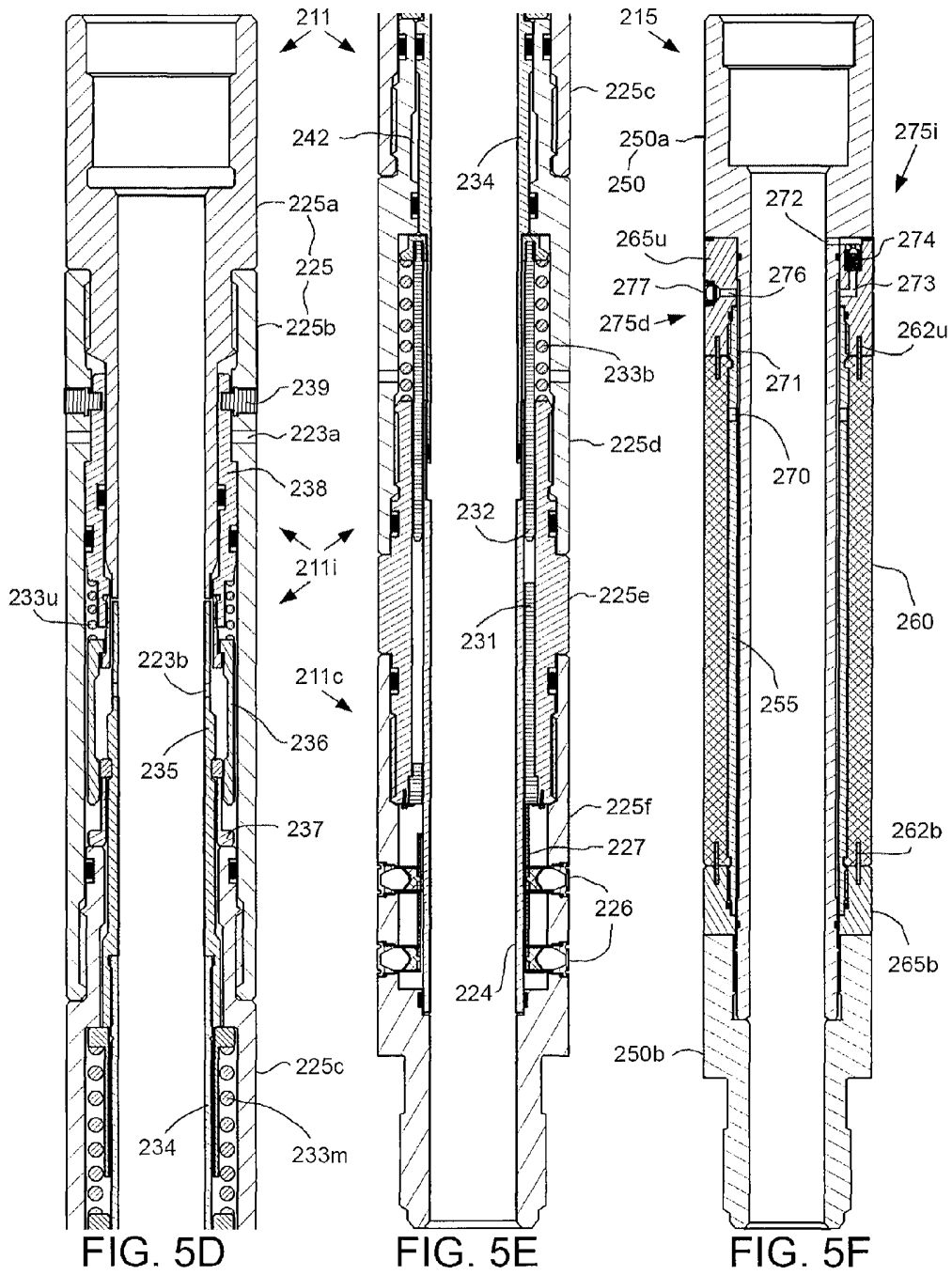
FIG. 4A

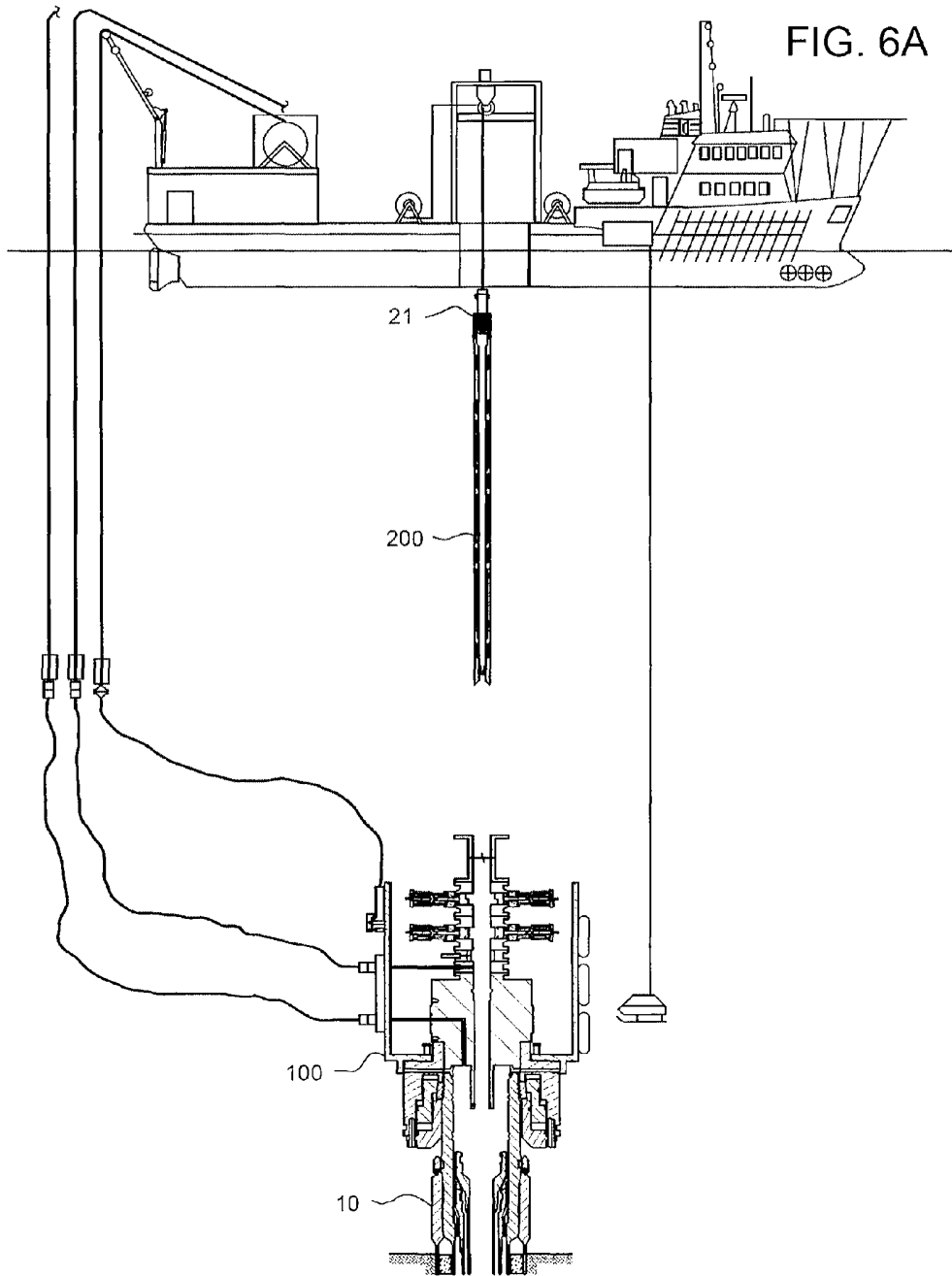
FIG. 4B











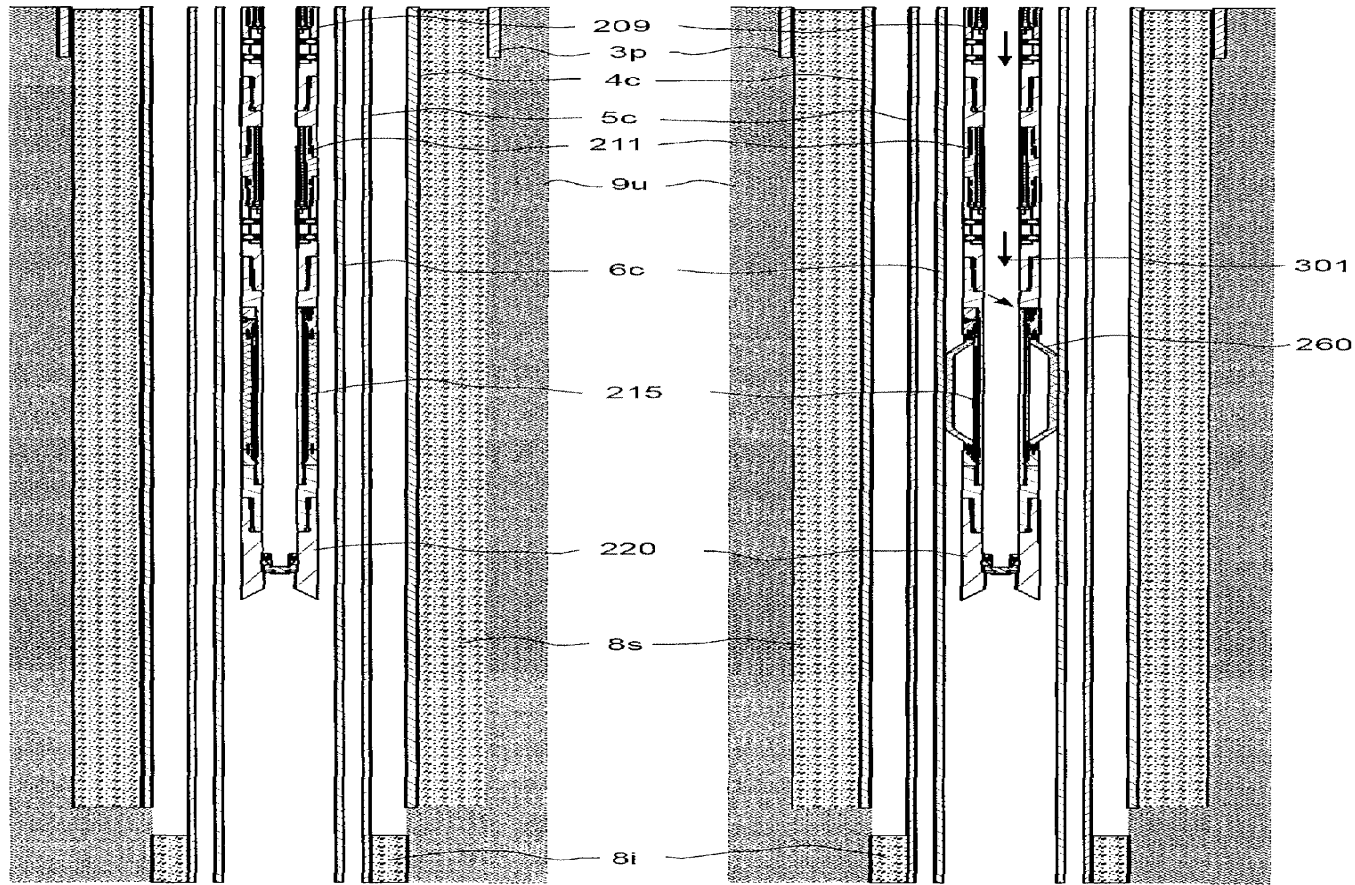
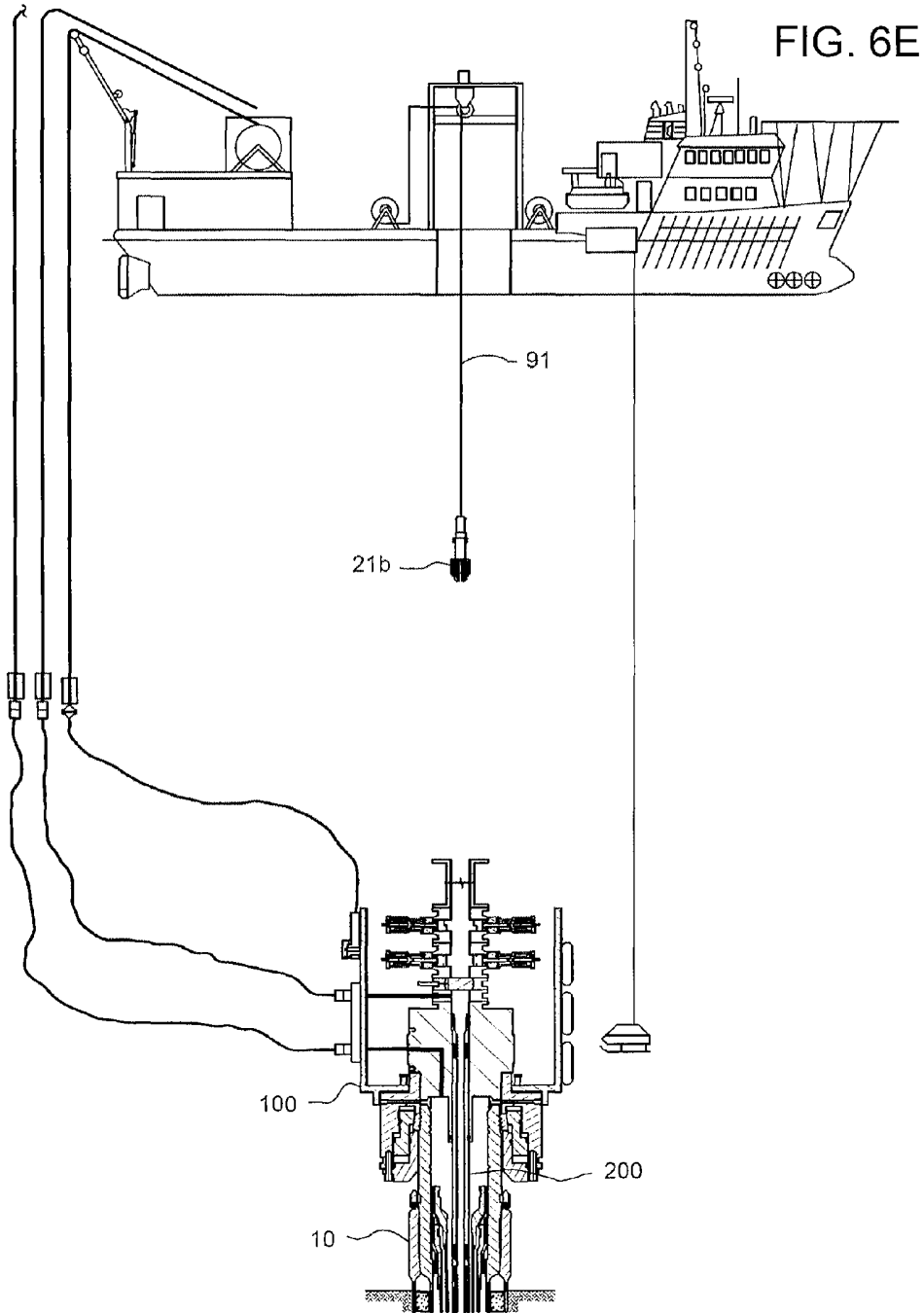


FIG. 6C

FIG. 6D



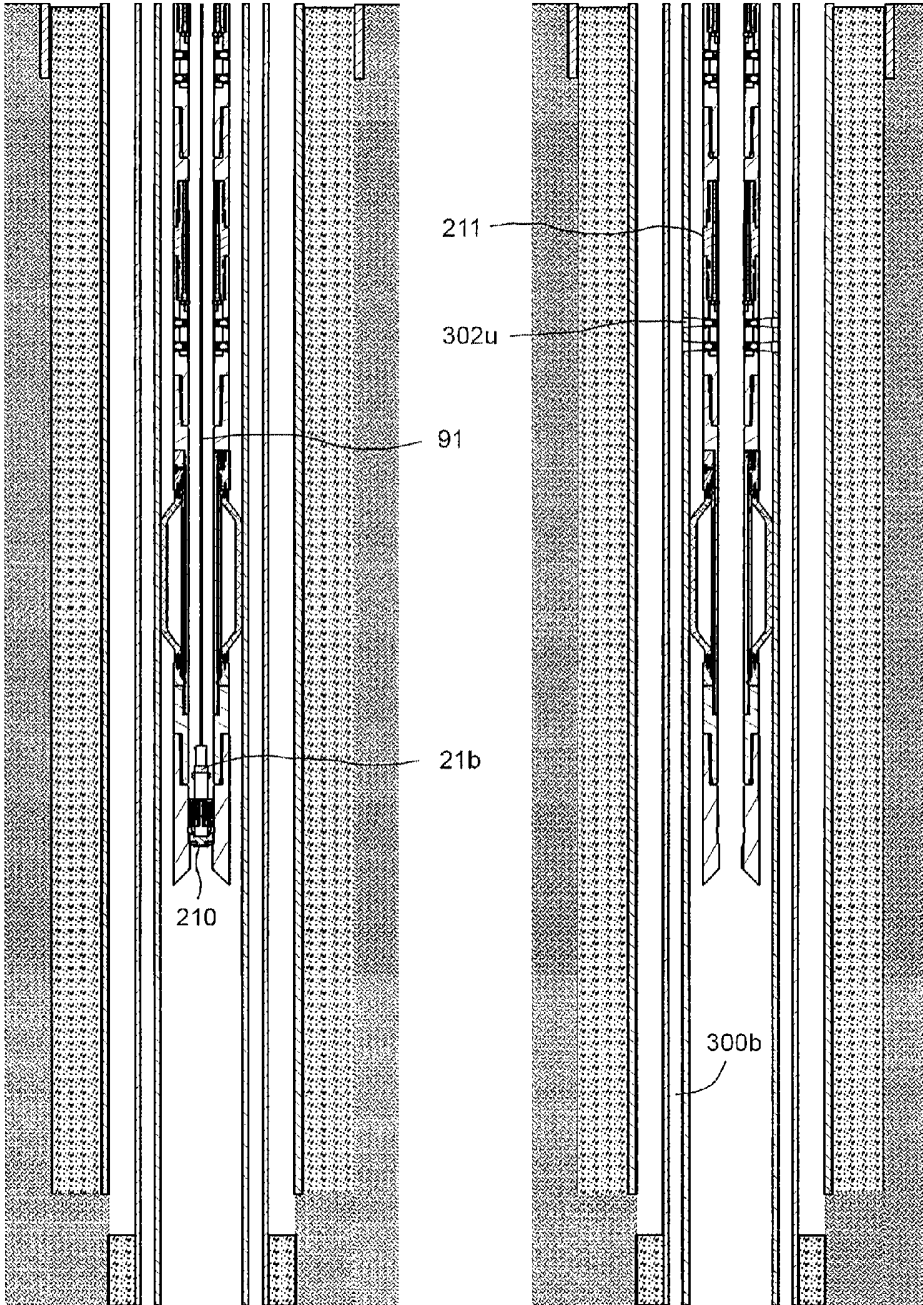


FIG. 6F

FIG. 7A

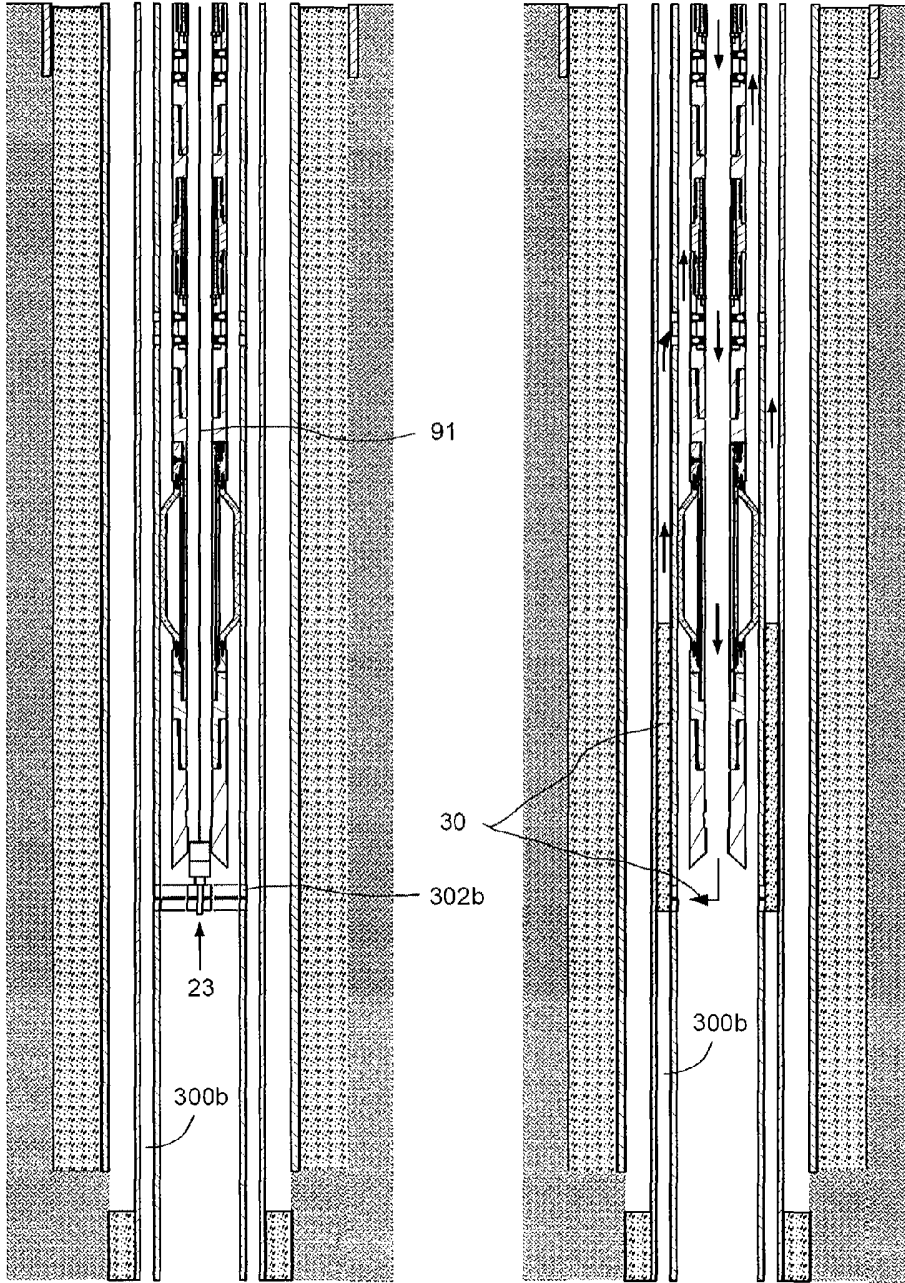


FIG. 7B

FIG. 7C

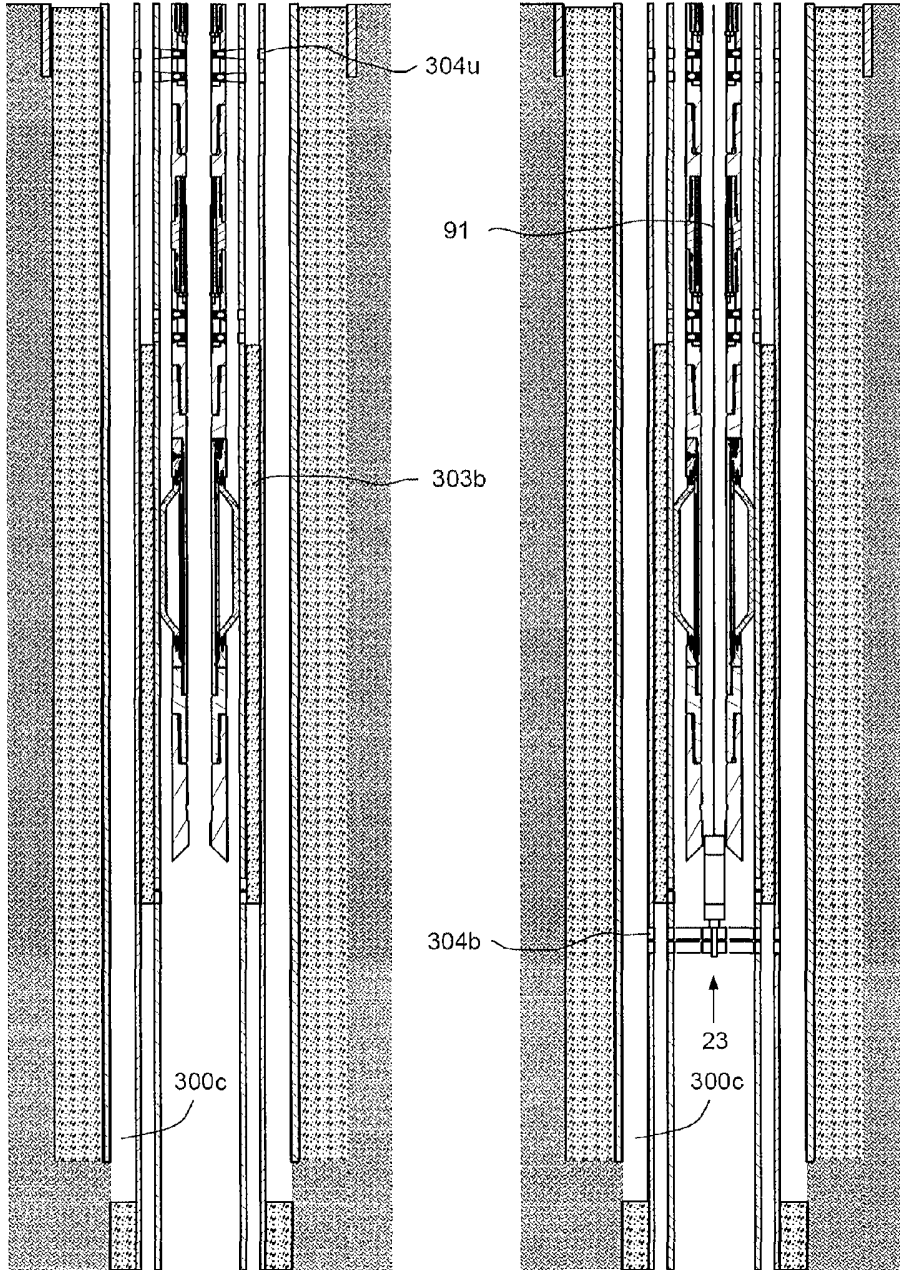


FIG. 7D

FIG. 7E

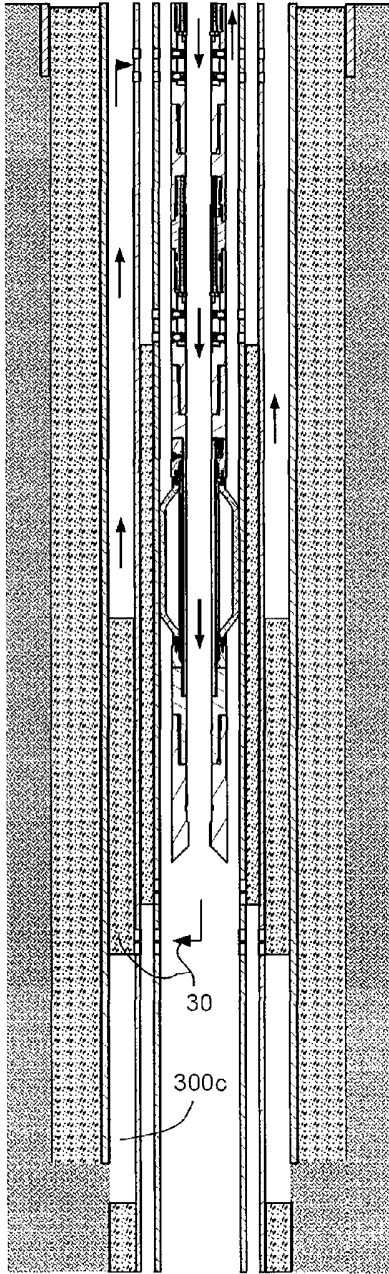


FIG. 7F

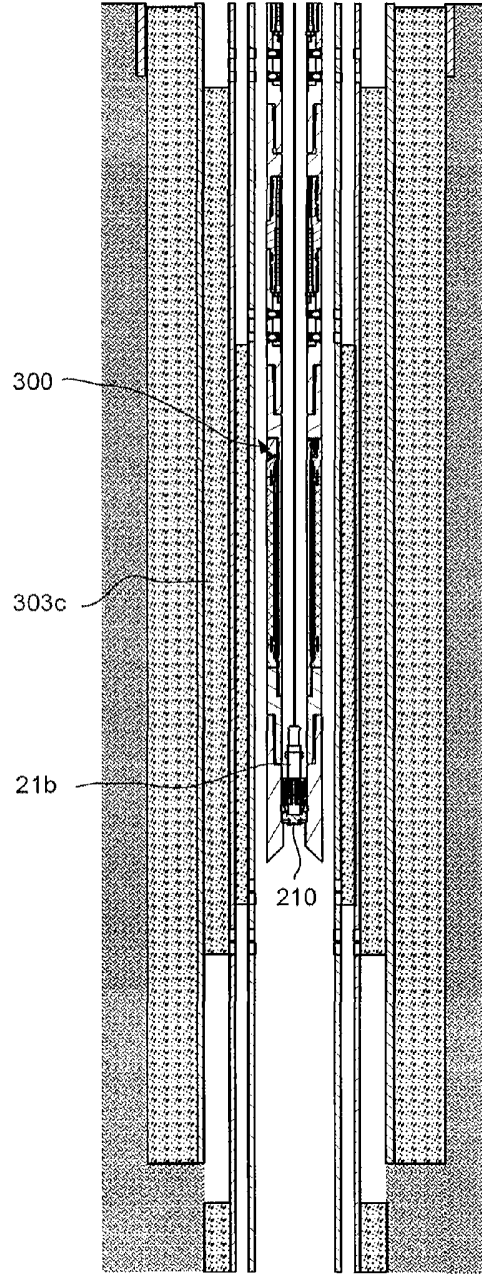


FIG. 7G

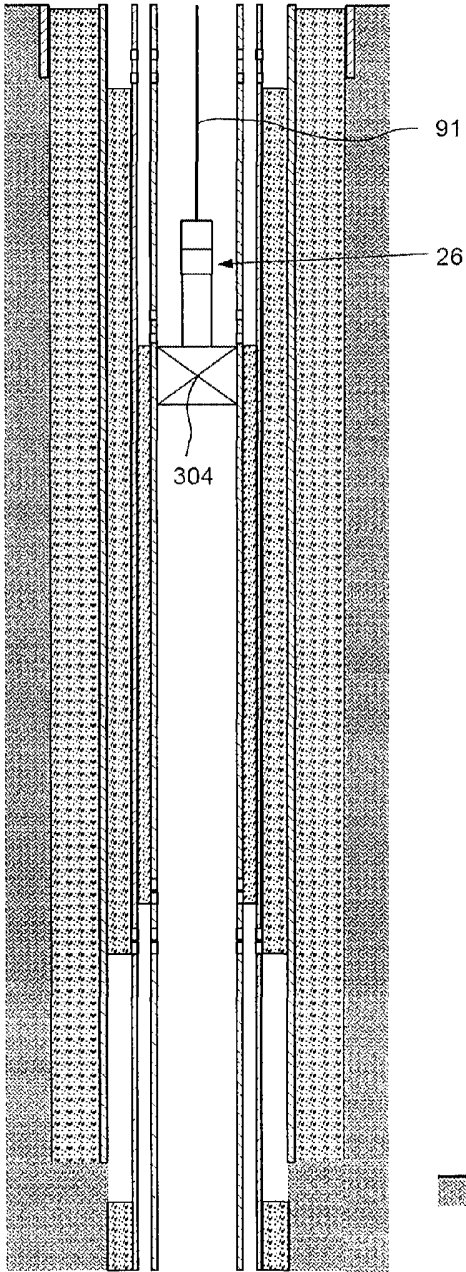


FIG. 8A

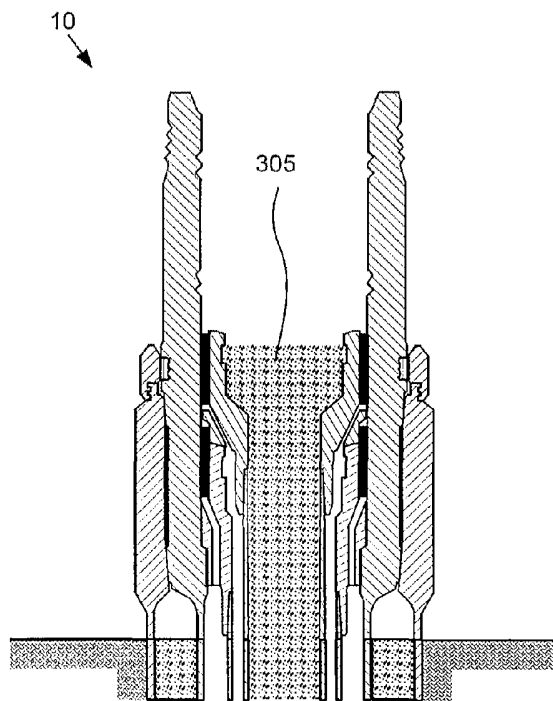
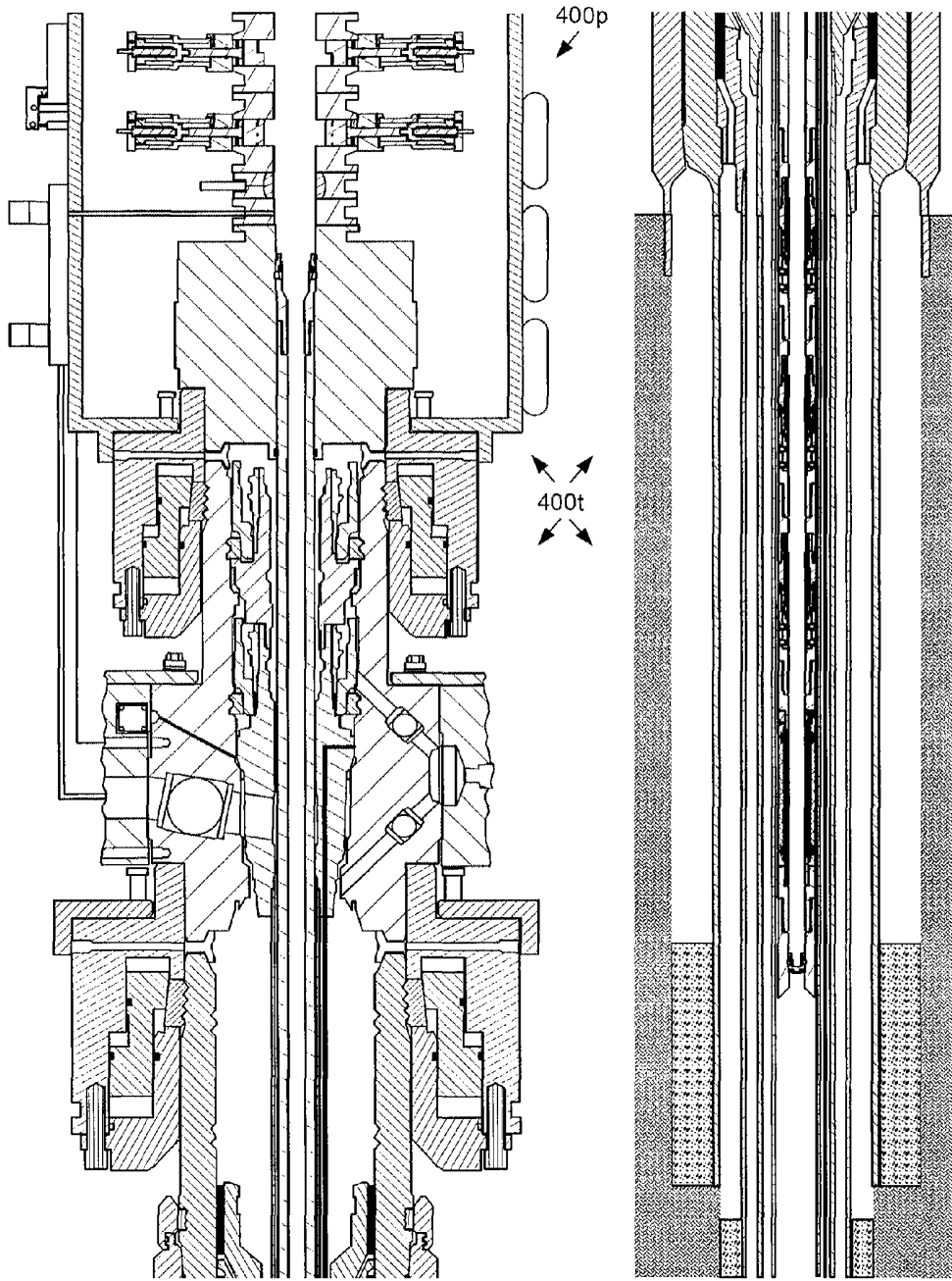
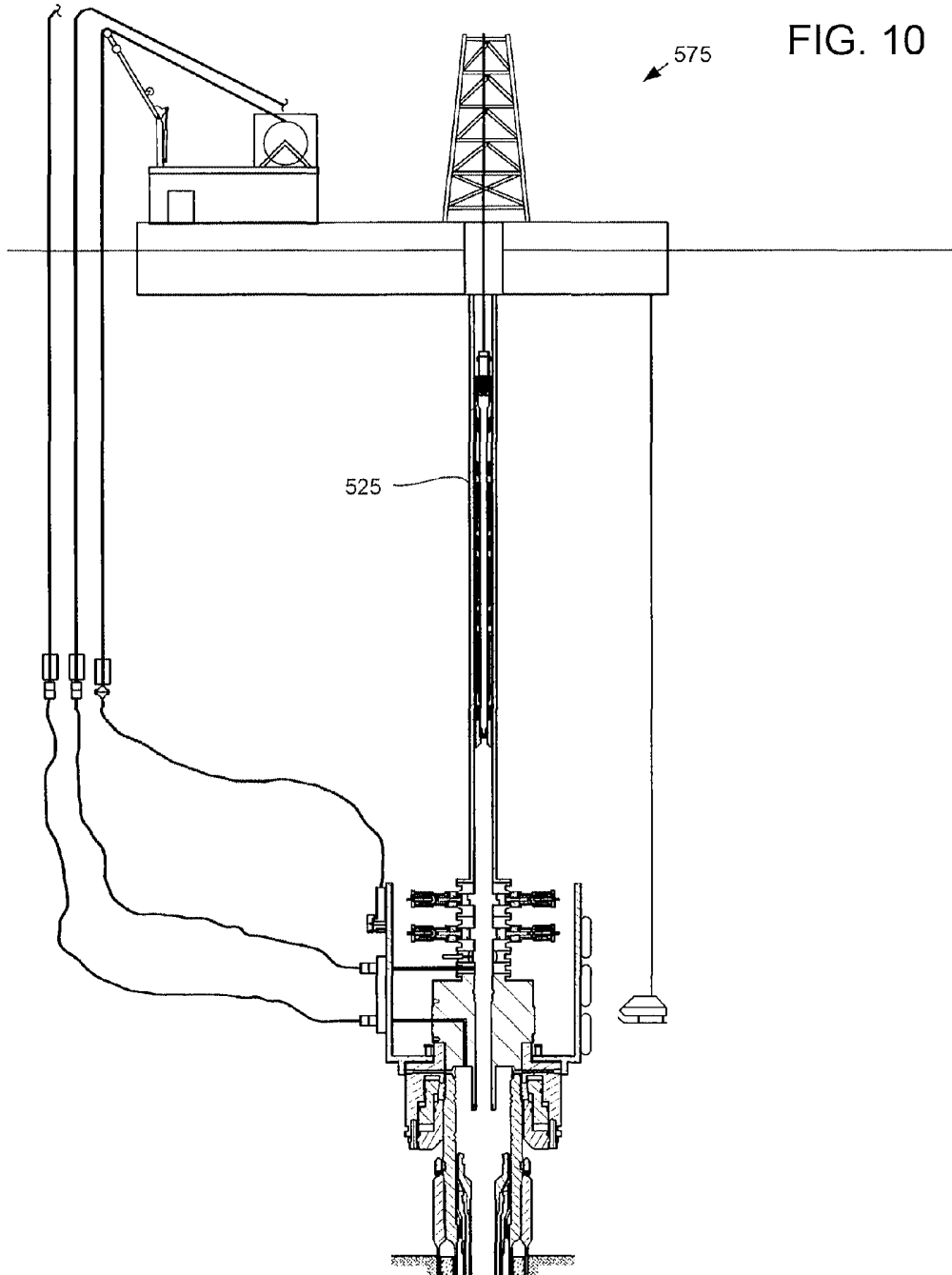


FIG. 8B





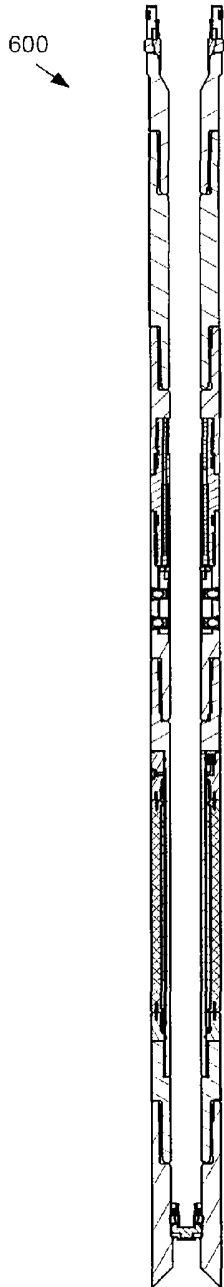


FIG. 11

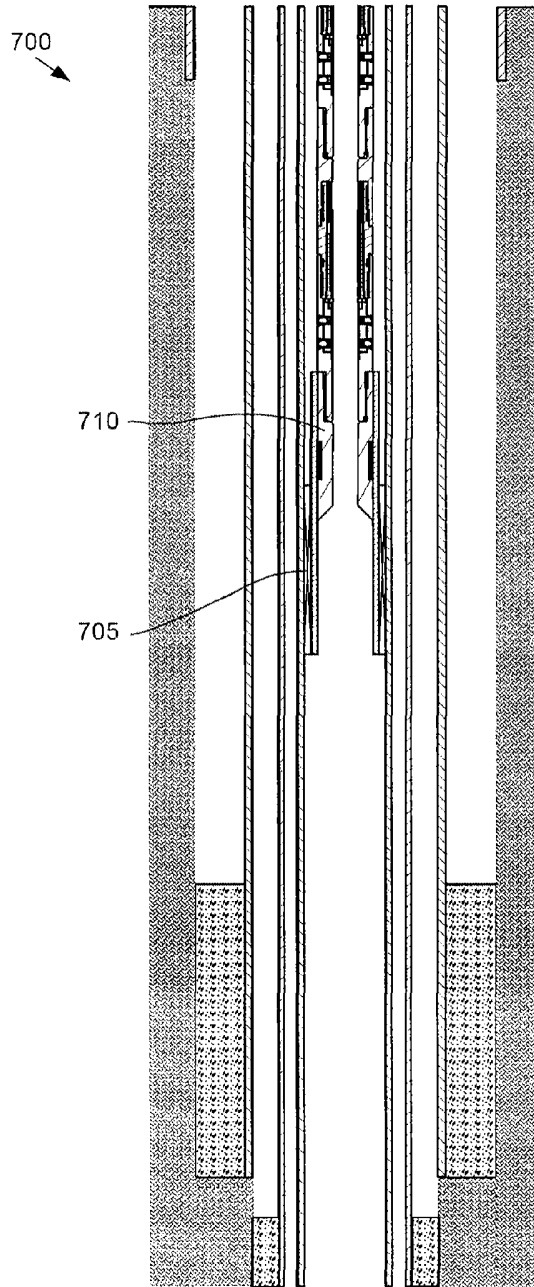


FIG. 12

RESUMO

Patente de Invenção: **"FERRAMENTA DE CIMENTAÇÃO DE ESPAÇO ANULAR PARA OPERAÇÃO DE ABANDONO DE POÇO SUBMARINO"**.

A presente invenção refere-se a método para abandono de um
5 poço submarino que inclui: fixação de um conjunto de controle de pressão (PCA) a uma cabeça de poço submarino; e emprego de uma coluna de ferramenta no PCA. A coluna de ferramenta inclui um obturador e uma perfuratriz superior localizada acima do obturador. O método ainda inclui: fechamento de um furo do PCS acima da coluna de ferramenta com uma barreira sólida e colocando o obturador contra um revestimento interno suspenso da
10 cabeça de poço submarino. O método ainda inclui, enquanto o furo de PCA é fechado, perfuração de uma parede do contra um revestimento interno através de operação da perfuratriz superior. O método ainda inclui a injeção de pasta de cimento em um espaço anular interno formado entre o revestimento
15 interno e um revestimento externo suspenso da cabeça de poço submarino.