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

(21) **PI0901458-6 A2**

BRPI0901458A2

(22) Data de Depósito: 27/02/2009
(43) Data da Publicação: 23/08/2011
(RPI 2120)

(51) Int.Cl.:
E21B 7/12 2006.01

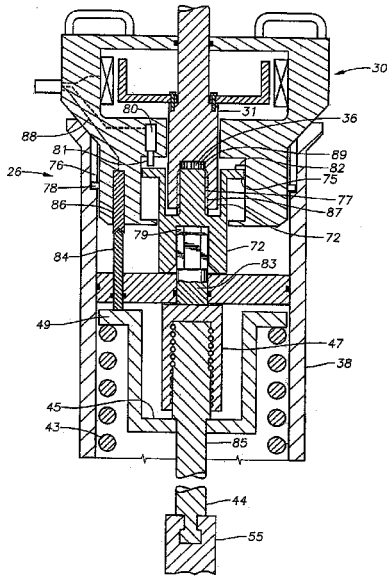
(54) Título: **ATUADOR ELÉTRICO REMOVÍVEL**

(30) Prioridade Unionista: 27/02/2008 US 61/031,847

(73) Titular(es): Vetco Gray, Inc.

(72) Inventor(es): Robert K. Voss

(57) Resumo: ATUADOR ELÉTRICO REMOVÍVEL Um módulo removível para elementos de acionamento, tais como válvulas, dentro de uma arvore de produção submarina. O módulo pode incluir um motor, um eixo de acionamento, e um parafuso de esfera. Existem modalidades onde apenas o motor é removível, opcionalmente o motor e o eixo de acionamento e/ou todos os elementos de módulo são removíveis. Um sistema à prova de falhas éincluído para deslocar o elemento de árvore de produção para uma posição pré-designada à prova de falhas.



PI0901458-6

"ATUADOR ELÉTRICO REMOVÍVEL"

REFERÊNCIA CRUZADA AOS PEDIDOS RELACIONADOS

Esse pedido reivindica prioridade para o, e o benefício do, Pedido Provisório Copendente dos Estados Unidos 61/031.847 depositado em 27 de fevereiro de 2008, cuja descrição completa é aqui incorporada como referência.

1. Campo da Invenção

Esta invenção se refere em geral à produção de poços de óleo e gás e, especificamente, a um atuador elétrico modular para uso com uma cabeça de poço submarino.

2. Descrição da Técnica Anterior

Os sistemas para produção de óleo e gás a partir de poços submarinos incluem tipicamente um conjunto de cabeça de poço submarino, que inclui um alojamento de cabeça de poço preso a uma abertura de poço, onde o poço se estende através de uma ou mais formações de produção de hidrocarbonetos. Suspensores de revestimento e tubulação são assentados dentro do alojamento para sustentar a tubulação de produção e revestimento inseridos no poço. O revestimento reveste o poço, desse modo isolando o poço da formação circundante. A tubulação tipicamente está posicionada concêntrica dentro do revestimento e provê um conduto para produzir os hidrocarbonetos aprisionados dentro da formação.

Os conjuntos de cabeça de poço também incluem uma árvore de produção que se conecta à extremidade superior do alojamento de cabeça de poço. A árvore de produção controla e distribui os fluidos produzidos a partir do poço. Conjuntos de válvula são providos tipicamente dentro das árvores de produção de cabeça de poço para controlar o fluxo de óleo ou gás a partir de uma cabeça de poço e/ou para controlar o fluxo de fluido circulante para dentro e

para fora de uma cabeça de poço. Válvulas de gaveta e outras válvulas do tipo haste deslizante têm um elemento de válvula ou disco e operam mediante deslocamento seletivamente da haste para inserir/remover o elemento de válvula em/a partir do fluxo de fluido para parar/permitir o fluxo quando desejado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente descrição inclui um sistema submarino para produzir hidrocarbonetos compreendendo uma árvore de produção submarina em comunicação de fluido com um poço, um elemento na árvore de produção móvel entre pelo menos uma primeira posição e uma segunda posição, um módulo de acionamento seletivamente removível acoplado com a árvore de produção tendo um membro de acionamento acoplado seletivamente com o elemento na árvore de produção, e um sistema à prova de falhas em uma primeira configuração acoplado ao elemento em sua primeira posição e uma segunda configuração acoplada ao elemento em sua segunda posição. O acionamento pode compreender: um motor, um eixo de acionamento giratório se estendendo a partir do motor e um sistema de acoplamento preso em uma extremidade ao eixo de acionamento e na outra extremidade ao elemento. A ação de energizar o motor pode seletivamente mover o elemento entre a primeira e a segunda posição. O sistema à prova de falhas pode incluir uma mola conectada ao elemento que é compressível com o movimento do elemento para a segunda posição e não compressível para mover o elemento para uma posição à prova de falhas. O elemento pode ser um membro de válvula, um estrangulador, ou um pistão. Um detentor pode ser incluído o qual está em engate de ancoragem seletivo com o membro de acionamento. Também é incluído opcionalmente um prendedor no módulo de acionamento seletivamente fixável e desprendível com um elemento de

fixação na árvore de produção. O módulo de acionamento pode incluir um motor e um eixo de acionamento acoplado seletivamente com o motor. O sistema inclui uma configuração destacável onde o motor é destacado da árvore de produção, onde o motor e o eixo de acionamento são destacados da árvore de produção, e um conversor de movimento acoplado com o eixo de acionamento onde o motor, o eixo de acionamento, e o conversor de movimento são destacados da árvore de produção.

Também é incluído um método para operar uma árvore de produção submarina, onde a árvore inclui um elemento seletivamente móvel. Em uma modalidade um dispositivo de acionamento seletivamente removível é provido em cooperação mecânica com o elemento móvel; o dispositivo de acionamento é removido, e o elemento móvel é deslocado para uma posição à prova de falhas.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é uma vista lateral de uma árvore de produção submarina tendo atuadores modulares.

As Figuras 2a-2c ilustram em vista em corte transversal lateral a fixação e o desprendimento modular de uma modalidade de um atuador eletricamente acionado.

As Figuras 3a e 3b ilustram em vista em corte transversal lateral a fixação e o desprendimento modular de uma modalidade alternativa de um atuador eletricamente acionado.

As Figuras 4a e 4b ilustram em vista lateral em corte transversal a fixação e o desprendimento modular de outra modalidade de um atuador eletricamente acionado.

A Figura 5 é uma vista em corte parcial de uma modalidade de um atuador modular.

A Figura 6 é uma vista superior de uma porca de acionamento da Figura 5.

Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção será descrita agora mais completamente, em seguida, com referência aos desenhos anexos nos quais modalidades da invenção são apresentadas. Essa invenção pode, contudo, ser incorporada em muitas formas diferentes e não deve ser considerada como limitada às modalidades ilustradas aqui apresentadas; mais propriamente, essas modalidades são providas de modo que essa descrição será minuciosa e completa, e transmitirá completamente o escopo da invenção para aqueles versados na técnica. Números semelhantes se referem do princípio ao fim aos elementos semelhantes. Para conveniência ao se referir às figuras anexas, termos direcionais são usados apenas para referência e ilustração. Por exemplo, os termos direcionais tais como "superior", "inferior", "acima", "abaixo", e semelhantes estão sendo usados para ilustrar uma localização relacional.

Deve ser entendido que a invenção não é limitada aos detalhes exatos de construção, operação, materiais exatos, ou modalidades mostradas e descritas, uma vez que modificações e equivalentes serão evidentes para aqueles versados na técnica. Nos desenhos e relatório descritivo, foram descritas modalidades ilustrativas da invenção e, embora termos específicos sejam empregados, eles são usados apenas em um sentido genérico e descritivo e não com o propósito de limitação. Consequentemente, a invenção deve ser limitada, portanto, apenas pelo escopo das reivindicações anexas.

Com referência agora à Figura 1, uma árvore de produção submarina 20 é ilustrada esquematicamente em uma vista lateral. A árvore 20 é presa ao fundo do mar 3 sobre um poço de produção de hidrocarboneto 5. Os hidrocarbonetos produzidos a partir do poço 5 são dirigidos através da

árvore 20 para uma linha de fluxo de fornecimento 7 mostrada se estendendo a partir do alojamento 22 da árvore de produção submarina 20. Como mostrado, o alojamento 22 inclui uma pluralidade de orifícios de tubulação lateralmente dispostos 24. Válvulas são dispostas dentro dos orifícios de tubulação 24, assim como o furo de produção vertical principal. A árvore de produção 20 é mostrada adicionalmente compreendendo módulos atuadores 26 acoplados com cada um dos orifícios de tubulação 24 para acionar as válvulas no mesmo. Linhas 28 se conectam aos módulos atuadores 26 configurados para prover energia e/ou controle para os módulos atuadores 26. Conexões para as linhas 28 podem compreender um fio enroscado de cabo de fornecimento elétrico integral. Modalidades dos módulos atuadores 26 incluem uma fonte de energia, tal como um motor elétrico, e um sistema de transmissão para transmitir força a partir da saída do motor para as válvulas exigindo acionamento. Os módulos atuadores 26 são substituíveis dentro da árvore de produção 20, por exemplo, mediante um veículo remotamente operado (ROV) 50. Um cabo umbilical 52 é mostrado preso ao ROV 50 para prover energia e sinais de controle ao ROV 50. O ROV 50 pode também manipular a árvore 20 utilizando uma ferramenta hidráulica de anulação.

A Figura 2a mostra uma vista explodida de uma modalidade de módulo atuador 26 combinada com uma árvore de produção submarina 20a. A árvore 20a mostrada inclui uma válvula tendo um corpo 46 com um furo direto 23; que pode ser fechada pela gaveta 55 se deslocando entre a posição aberta e a posição fechada para alinhar a abertura 56 com o furo 23. A gaveta 55 pode ser movida linearmente por uma haste fixada 44, mostrada guiada por uma chapeleta 42. A extremidade oposta da haste 44 se estende para dentro de um alojamento 38 mostrado fixado à extremidade superior da

chapeleta 42. Um colar de parada descendente 40 é mostrado preso na extremidade superior da haste 44, o colar 40 limita o deslocamento da haste 44 no sentido para baixo e pode prover um ponto de fixação em sua extremidade superior. Um colar 25 no alojamento 38 inclui uma crista estendida no sentido para fora em sua extremidade superior e um friso estendido no sentido para dentro em sua extremidade inferior. Uma mola externa 29 é disposta coaxialmente no alojamento 38 cobrindo o espaço anular entre o colar 25 e o alojamento 38 até a parte inferior do alojamento 38. A extremidade superior da mola 29 contata a crista de colar 25. Uma mola interna 27 é mostrada assentada no alojamento 38 circunscrito pela mola externa 29 com sua extremidade superior limitada pelo friso de colar 25.

Um motor 30 com eixo anexado 35 e conversor de movimento 34 é incluído no módulo atuador da Figura 2a. A ação de energizar o motor 30 gira o eixo 35 dentro do conversor de movimento 34; o conversor de movimento 34, o qual é ilustrado esquematicamente, converte o movimento rotacional do eixo 35 em movimento linear. Um parafuso de esfera é um exemplo de um conversor de movimento 34 adequado para uso no dispositivo aqui descrito. Um detentor 41 é ilustrado esquematicamente com o motor 30 e o eixo 35. Conforme descrito em mais detalhe abaixo, o detentor 41 mantém seletivamente o eixo 35 estacionário na condição desligada. No recebimento (ou ausência dependendo da configuração do sistema de controle) de um sinal adequado, o detentor 41 pode ser configurado para liberar, permitindo contra-acionamento do motor 30. Um adaptador anular 37 é provido tendo uma extremidade superior adaptada para ser montada no alojamento de motor 35 circunscrevendo a base do eixo de acionamento 35. A extremidade inferior do adaptador

37 inclui um perfil de prendedor 57 se estendendo radialmente no sentido para fora e ao longo da periferia do adaptador 37.

Com referência agora à Figura 2b, uma modalidade montada do módulo atuador 26 é mostrada em uma vista em corte lateral ilustrando um acoplamento de empuxo 69 conectado mecanicamente à haste 44 por intermédio do colar de parada descendente 40. O acoplamento de empuxo 69 inclui pernas estendidas no sentido para cima 71 com contas ampliadas mostradas coaxialmente dentro do friso de colar 25. Nessa configuração, o acoplamento de empuxo 69 é seguro com o colar 25. Uma luva 39 tem uma porção superior contorneada para encaixar dentro do colar 25, e uma porção de diâmetro menor, inferior que se estende no sentido para baixo até o colar de parada descendente 40. A luva 39 inclui detentores 67 em sua extremidade inferior cobrindo radialmente no sentido para dentro em direção ao acoplamento de empuxo 69. Uma região aberta entre o conversor de movimento 34 e a luva 39 pode ser lavada a jato após conjugar para substituir a água do mar potencialmente prejudicial com um fluido benigno. A região aberta também pode ser conectada a um sistema de compensação de pressão hiperbárica e de volume de atuador.

O conjunto de motor 30 pode ser acoplado ao conjunto de válvula 42 mediante casamento da luva 39 e adaptador 37 em conjunto mediante adição de prendedores 48 em seus perfis de prendedor respectivos 57, 59. O prendedor 48 pode ser ajustado sobre e acoplar os perfis 57, 59, desse modo prendendo a luva 39 e o adaptador 37 que por sua vez acopla mecanicamente o conversor de movimento 34 e o conjunto de válvula 42. A ação de energizar a configuração de conjunto de motor 30 da Figura 2b aciona o conversor de movimento 34 para abrir ou fechar a válvula de gaveta 55

dentro do corpo de válvula 46. O conjunto atuador não é limitado às válvulas de operação, mas pode acionar qualquer tipo de ferragem usada agora ou posteriormente dentro de um conjunto de árvore de produção submarina. Também como observado anteriormente, energia e/ou controle para operar ou energizar o motor 30 pode ser provida por intermédio da linha 28 mostrada ligada ao conector 32.

Acoplar as molas 27, 29 com a haste de válvula 44 e seletivamente permitir contra-acionamento do motor 30 provê uma posição à prova de falhas para a válvula. Por exemplo, na modalidade das Figuras 2a-2c, a válvula é ilustrada em uma posição fechada com sua abertura 56 não-alinhada com o furo de válvula 23. A ação de energizar o motor 30 gira o eixo 35 dentro do parafuso de esfera para empurrar a haste de válvula 44 e gaveta 55, de modo que a abertura 56 é alinhada com o furo 23. Esse movimento também empurra para baixo o colar 25 para comprimir as molas 27, 29. O motor 30 é desativado quando a válvula é aberta e o detentor 41 ancora o eixo 35 e o conversor de movimento 34. Embora as molas comprimidas 27, 29 apliquem uma força ascendente contra a haste de válvula 44, a haste 44 é impedida de se deslocar para cima enquanto o conversor de movimento 34 também estiver travado pelo detentor 41. Contudo, liberar o detentor 41 enquanto o motor 30 está desativado remove a força restritiva sobre as molas 27, 29 permitindo que elas sejam comprimidas. Isso puxa a haste de válvula 44 e gaveta 55 para cima para fechar a válvula. Nesse cenário, o sistema provê uma opção fechada à prova de falhas. Uma vantagem de um sistema à prova de falhas empregando as molas 27, 29 mais propriamente do que baterias ou uma fonte de energia alternada é que a sua natureza passiva requer significativamente menos manutenção e/ou monitoração desse modo otimizando a confiabilidade.

A Figura 2c ilustra um exemplo de desacoplamento do motor 30 e conversor de movimento 34. O desacoplamento conforme ilustrado na Figura 2c pode ser realizado por intermédio de um ROV 50 que remove os prendedores 48 a partir dos perfis 57, 59. Sem os prendedores 48, o conversor de movimento 34 pode ser retirado do alojamento 38, também por intermédio de um ROV 50. A ação de retirar o motor 30 e o conversor de movimento 34, conforme mostrado remove as forças de acionamento adicionadas movendo o conjunto de válvula 42 para uma posição à prova de falhas conforme descrito acima. O alojamento 38 permanece preso à árvore 22 durante e após o processo de extração mantendo sua vedação de pressão em torno do conjunto de válvula 42.

As Figuras 3a e 3b ilustram em vista em corte transversal lateral uma modalidade alternativa de um módulo atuador 26a. Conforme mostrado, o módulo atuador 26a inclui um conjunto de motor 30a, um conversor de movimento 34a, um alojamento 38a, e um conjunto de válvula, todos mostrados acoplados juntos. Aqui, um conjunto de motor 30a é mostrado tendo um conector associado 32a para conectar o conjunto de motor 30a com a linha de energia/controle 28a. A Figura 3a ilustra uma modalidade montada do módulo atuador 26a fixado a uma árvore de produção submarina 20a. O módulo atuador 26a é adaptável para acionar os componentes dentro da árvore 20a, tal como uma válvula ou um conjunto de estrangulamento. Nessa modalidade, os detentores 41a são mostrados no conjunto de motor 30a e no conversor de movimento 34a. O conjunto de motor 30a mostrado inclui um acoplamento de saída 31 giratório com a operação do motor. O conversor de movimento 34a ilustrado é conectado a um eixo de acionamento 35a giratório dentro de um alojamento 53 tendo um acoplamento de eixo 33 configurado para engatar o acoplamento de saída 31, de modo que a rotação do

acoplamento de saída 31 gira o acoplamento de eixo 33 e o eixo de acionamento 35a. O conjunto de motor 30a inclui um perfil de prendedor 57a se estendendo radialmente no sentido para fora a partir de uma extremidade inferior de uma luva anular 54. A luva 54 é mostrada fixada à superfície inferior do conjunto de motor 30a circunscrevendo o acoplamento de saída 31. Se estendendo radialmente no sentido para fora a partir da extremidade superior do alojamento 53 está um perfil de prendedor 58a. O engate do acoplamento de saída 31 e acoplamento de eixo 33 alinham adjacentemente os perfis de prendedor 57a, 58a onde eles são mostrados seguros juntos com um prendedor 48a. Uma luva 39a fixada dentro de um alojamento de mola 38a inclui um perfil de prendedor 59a em sua extremidade superior mostrado preso a um perfil 61 provido na extremidade inferior do alojamento de acionamento 53.

Um conjunto de válvula 42a é mostrado nas Figuras 3a e 3b, o conjunto de válvula 42a inclui um corpo 46a com um furo direto 23a. A ação de mover uma gaveta 55a tendo uma abertura 56a entre a posição aberta e a posição fechada pode alinhar a abertura 56a com o furo 23a. A gaveta 55a pode ser deslocada linearmente por intermédio de uma haste fixada 44a mostrada guiada por uma chapeleta 42a. Um acoplamento de empuxo 69, mostrado, é fixado à haste 44a por intermédio de um colar de parada descendente 40a disposto dentro do alojamento 38a. Desse modo similar à modalidade do módulo atuador 26 nas Figuras 2a-2c, a ação de energizar o conjunto de motor 30a aciona o conjunto de válvula 42a para mover seletivamente a gaveta 55a para dentro e/ou para fora do furo de fluxo 23a.

A Figura 3b ilustra uma vista desmontada do módulo 26a ilustrando o conjunto de motor 30a separado de seu conversor de movimento correspondente 34a. Prendedores

48 são mostrados removidos dos perfis 57a, 58a e 61, 59a, desse modo permitindo o desprendimento do conversor de movimento 34a a partir do conjunto de motor 30a e a partir do alojamento 38a. Essa modalidade do módulo 26a provê remoção seletiva e/ou substituição do conjunto de motor 30a com ou sem remover o conversor de movimento 34a. Opcionalmente ambos podem ser removidos assim como substituídos. As ações de acoplamento, e de desacoplamento, do módulo 26a podem ser realizadas por um ROV conforme discutido anteriormente.

As Figuras 4a e 4b ilustram outra modalidade alternativa de um módulo atuador 26b mostrado em vista em corte lateral. Nessa modalidade, o módulo atuador 26b inclui um conjunto de motor 30b, um conversor de movimento 34b e um alojamento de mola 38b. Os perfis 57b e 58b, similares aos perfis 57a e 57b na Figura 3b, são providos respectivamente no conjunto de motor 30b e no conversor de movimento 34b. Um prendedor 48b pode ser usado para acoplar seletivamente os perfis 57b e 58b. Nessa modalidade, contudo, o conversor de movimento 34b não é seguro ao alojamento 38b utilizando prendedores externamente acessíveis. Consequentemente, apenas o conjunto de motor 30b é seletivamente removível nessa modalidade. Conforme mostrado na Figura 4b, o conjunto de eixo de acionamento 35b permanece no alojamento 38b quando o motor 30b é desprendido.

Um conjunto de válvula 42b é mostrado nas Figuras 4a e 4b, o conjunto de válvula 42b inclui um corpo 46b com um furo direto 23b. Mover uma gaveta 55b tendo uma abertura 56b entre a posição aberta e a posição fechada pode alinhar a abertura 56b com o furo 23b. A gaveta 55b pode ser movida linearmente por intermédio de uma haste fixada 44b mostrada guiada por uma chapeleta 42b. Um acoplamento de empuxo 69,

mostrado, é afixado à haste 44b por intermédio de uma interface 40b disposta dentro do alojamento de mola 38b. Desse modo similar à modalidade do modo atuador 26 nas Figuras 2a até 2c, a ação de energizar o conjunto de motor 30b aciona o conjunto de válvula 42b para seletivamente mover a gaveta 55b para dentro e para fora do furo de fluxo 23b.

A Figura 5 ilustra uma vista em corte parcial de uma modalidade de um módulo atuador 26. Como mostrado, fendas-J 76 são providas na superfície interna de alojamento; detentores 78 engatam as fendas-J 76 para montagem do motor 30 no alojamento 38. As fendas-J 76 são ranhuras que se estendem longitudinalmente a partir da abertura de alojamento 38 por uma extensão então se estendem transversalmente ao longo da superfície interna do alojamento 38. Assim, a montagem do motor 30 no alojamento 38 pode envolver o alinhamento dos detentores 78 com as aberturas das fendas-J 76, no sentido para dentro induzindo o motor 30 até que os detentores 78 alcancem a porção transversal, e girando o motor 30, desse modo empurrando os detentores 78 para as extremidades de fenda 76.

O motor 30 inclui um acoplamento de saída 31 que se estende a partir do motor 30 tendo um receptáculo 36 provido em sua extremidade oposta ao motor 30. Um eixo 77, tendo estrias axiais 87 em sua superfície externa, é mostrado inserido no receptáculo 36. Estrias correspondentes 89 no receptáculo 36 engatam as estrias 87 do eixo 77 para acoplar giratoriamente o eixo 77 e o acoplamento de saída 31. Conforme mostrados, ambos os conjuntos de estrias 87, 89 são orientados axialmente em relação ao eixo 77 e acoplamento 31, desse modo o eixo 77 é deslizável dentro do receptáculo 36. O eixo 77 compreende uma porção de uma porca de acionamento 72, e é mostrado se

estendendo a partir da seção média da porca de acionamento 72. A porca de acionamento 72 é um membro geralmente anular com uma base semelhante a disco na seção média da porca 72, orientada perpendicular ao eixo. A extremidade superior da porca 72 inclui uma parede anular mostrada circunscrevendo o eixo 77 e um aro 75 que se estende radialmente no sentido para fora a partir da extremidade superior se afastando do eixo 77. Entalhes 74 (Figura 6) são formados ao longo da periferia externa do aro 75. Um solenóide 80 é mostrado ancorado no alojamento 38 tendo um êmbolo seletivamente extensível 81 que pode engatar um entalhe 74.

Uma extremidade inferior da porca de acionamento 72 inclui um soquete 79 mostrado tendo uma extremidade de um eixo de acionamento 83 inserida no mesmo. Similar ao acoplamento estriado entre o eixo 77 e o receptáculo 36, o eixo de acionamento 83 e soquete 78 são acoplados giratoriamente, mas podem se mover axialmente com relação um ao outro. Em uma modalidade, o eixo 83 e o soquete 79 têm lados perfilados planos. Uma mola (não mostrada) pode ser incluída para impedir o arredondamento inadvertido do perfil de eixo 83 devido a um desalinhamento de casamento inicial entre a porca 72 e o eixo de acionamento 83. A extremidade inferior do eixo de acionamento 83 é fixada a um conjunto de parafuso de esfera 47 para converter o movimento rotacional em movimento linear. Uma barra roscada 85 se estende a partir da extremidade inferior do conjunto de parafuso de esfera 47 e é fixada a uma haste de válvula 44. A haste de válvula 44 é conectada a uma gaveta 55 em sua extremidade oposta à barra roscada 85.

Conforme mostrado, a barra roscada 85 passa através da, e se conecta com uma, chapa de reação 45 embaixo do conjunto de parafuso de esfera 47. Mostrada em uma vista em corte, a chapa de reação 45 é geralmente

transversal ao alojamento 38 próximo à sua interseção com a barra 85. Afastada da barra 85, a chapa 45 inclui uma seção anular cuja seção transversal é orientada paralela à parede do alojamento 38 por uma distância, então se projeta radialmente no sentido para fora em direção à parede do alojamento 38 para formar uma borda 49. Uma mola 43 é disposta coaxialmente dentro do alojamento 38 com sua extremidade superior em engate com a superfície inferior da borda 49. Desse modo, quando a mola 43 é comprimida, ela aplicará uma força contra a chapa 45 empurrando a mesma no sentido contrário à gaveta 55.

A mola 43 e a chapa de reação 45 podem prover uma posição segura contra falha para a válvula. Isso poderia ser exigido quando ocorresse uma perda de energia. No exemplo da Figura 5, a força aplicada à haste roscada 85 a partir da combinação de mola 43 e chapa 45 exerce uma força giratória sobre o conjunto de parafuso de esfera 47. Com força suficiente a partir da mola 43, a força rotacional pode contra-acionar o motor 30, desse modo permitindo movimento de translação da haste de válvula 44 para puxar a gaveta 55 para a posição de falha. A posição de falha pode ser aberta ou fechada. Quando energia elétrica está disponível para o sistema de produção submarina, o solenóide 80 pode ser energizado para induzir o êmbolo 81 para dentro de um dos entalhes 74, desse modo travando a porca de acionamento 72 contra rotação e mantendo a gaveta 55 em sua posição atual. Contudo, o solenóide 80 não seria energizado durante uma perda de energia e o êmbolo 81 se desengataria da porca de acionamento 72, desse modo removendo os obstáculos que impedem que a mola 43 e a chapa 45 empurrem a haste 44 e a gaveta 55 para uma posição à prova de falhas. Opcionalmente, uma liga de memória modelada (SMA) 82 poderia ser empregada com ou em vez do

solenóide 80 para frear a porca de acionamento 72. Em uma modalidade, um atuador ativado por uma mudança em energia elétrica ou temperatura é empregado para ativar ou desativar a SMA 82 e seletivamente engatar ou desengatar a SMA 82 com/a partir da porca de acionamento 72. Um pino opcional 84 é provido na chapa de reação 45 mostrado engatável com um receptáculo 86. A indicação do pino 84 e receptáculo 86 engatando ou desengatando pode ser transmitida por um fio 88, mostrado conectado ao receptáculo 86.

A presente invenção aqui descrita, portanto, é adaptada adequadamente para realizar os objetivos e realizar as finalidades e vantagens mencionadas, assim como outras inerentes na presente invenção. Embora uma modalidade presentemente preferida da invenção tenha sido fornecida com o propósito de descrição, várias alterações existem nos detalhes de procedimentos para realizar os resultados desejados. Essas e outras modificações similares serão facilmente sugeridas por si próprias àqueles versados na técnica, e pretendem ser abrangidas pelo espírito da presente invenção aqui descrito e pelo escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema submarino para produção de hidrocarbonetos, caracterizado por compreender:

um membro de produção submarina em comunicação de fluido com um poço;

um elemento no membro de produção linearmente móvel entre pelo menos uma primeira posição e uma segunda posição;

um módulo de acionamento seletivamente removível tendo,

um membro de acionamento giratório eletricamente acionado tendo uma saída giratória, e

um conversor de movimento tendo uma extremidade giratória ligada com a saída giratória do membro de acionamento e uma extremidade oposta linearmente móvel conectada com o elemento no membro de produção; e

um sistema à prova de falhas em uma primeira configuração acoplado ao elemento em sua primeira posição e em uma segunda configuração acoplado ao elemento em sua segunda posição.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de acionamento compreende um motor, um eixo de acionamento giratório se estendendo a partir do motor e um sistema de acoplamento fixado em uma extremidade ao eixo de acionamento e na outra extremidade ao membro, de modo que a energização do motor seletivamente move o elemento entre a primeira e a segunda posição.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema à prova de falhas compreende adicionalmente uma mola conectada ao elemento que é compressível com o movimento do elemento para a segunda posição e não-compressível para mover o elemento

para uma posição à prova de falhas.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento é selecionado da lista consistindo de um membro de válvula, um estrangulador e um pistão.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um retentor em engate de ancoragem seletiva com o membro de acionamento.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreende adicionalmente um prendedor no módulo de acionamento fixável e destacável seletivamente a um elemento de fixação no membro de produção.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de acionamento compreende um motor e um eixo de acionamento seletivamente acoplado com o motor.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por compreender adicionalmente uma configuração desprendível onde o motor é desprendido do membro de produção.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por compreender adicionalmente uma configuração destacável onde o motor e o eixo de acionamento são destacados do membro de produção.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por compreender adicionalmente uma configuração destacável onde o motor, o eixo de acionamento, e o conversor de movimento são destacados do membro de produção.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o membro de produção é selecionado a partir da lista consistindo em uma árvore de produção e um oleoduto.

12. Conjunto de cabeça de poço submarino para produzir hidrocarbonetos a partir de um poço submarino, caracterizado por compreender:

um alojamento de cabeça de poço em comunicação de fluido com o poço;

uma árvore de produção fixada ao alojamento de cabeça de poço;

uma válvula linearmente móvel na árvore de produção; e

um atuador tendo,

um alojamento,

um motor elétrico tendo um eixo giratório e uma armação seletivamente fixável com o alojamento;

uma ligação com uma extremidade acoplada giratoriamente com o eixo giratório a partir do motor elétrico e uma extremidade linearmente móvel conectada à válvula;

uma chapa de reação conectada à extremidade linearmente móvel, e

um membro compressível em contato com a chapa de reação tendo uma configuração comprimida quando a válvula está em uma posição aberta e uma configuração expandida quando a válvula está em uma posição fechada.

13. Conjunto, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a ligação compreende um parafuso de esfera.

14. Método para operar um membro de produção submarina tendo um elemento seletivamente móvel no mesmo, o método sendo caracterizado por compreender:

prover um dispositivo de acionamento seletivamente removível em cooperação mecânica com o elemento móvel;

energizar o dispositivo de acionamento para girar

um eixo;

converter o movimento giratório do eixo em movimento linear;

mover linearmente o elemento móvel com o movimento linear convertido;

remover o dispositivo de acionamento; e

seletivamente mover o elemento móvel para uma posição à prova de falhas.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente mover seletivamente o elemento móvel para uma posição à prova de falhas em resposta a um evento.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o evento é selecionado a partir da lista consistindo em uma perda de energia para o membro de produção e um sinal de comando.

17. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o elemento móvel é selecionado a partir da lista consistindo em uma válvula, um estrangulador, e um pistão.

18. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente mover seletivamente o elemento móvel para uma posição utilizando o dispositivo de acionamento e ancorando o elemento móvel na posição.

19. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de acionamento compreende um motor, o método compreendendo adicionalmente destacar o motor do membro de produção.

20. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de acionamento compreende um motor acoplado com um eixo de acionamento, o método compreendendo adicionalmente destacar o motor e o

eixo de acionamento a partir do membro de produção.

21. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de acionamento compreende uma conexão de motor para um eixo de acionamento e um dispositivo de conversão de movimento conectado ao eixo de acionamento, o método compreendendo adicionalmente destacar o motor, o eixo de acionamento, e o dispositivo de conversão de movimento a partir do membro de produção.

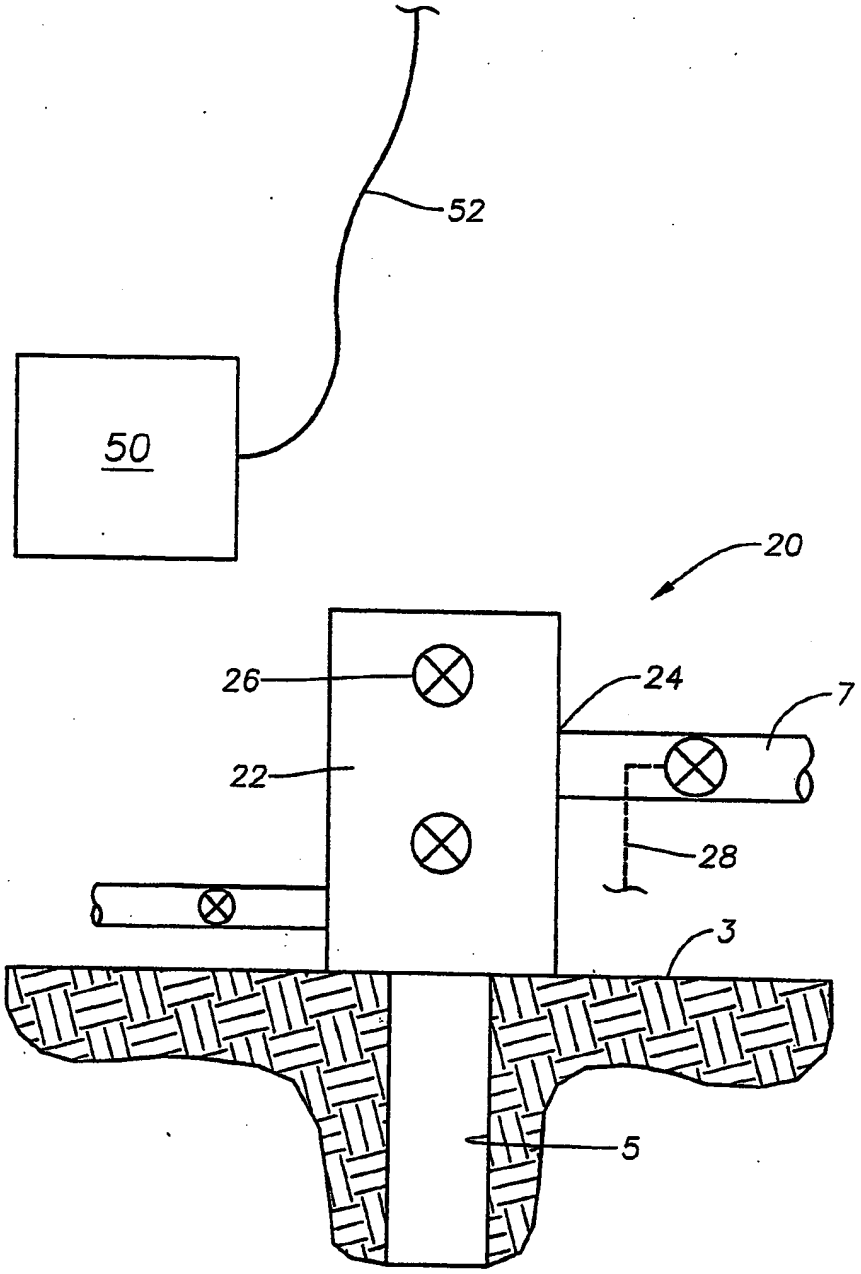


Fig. 1

Fig. 2A

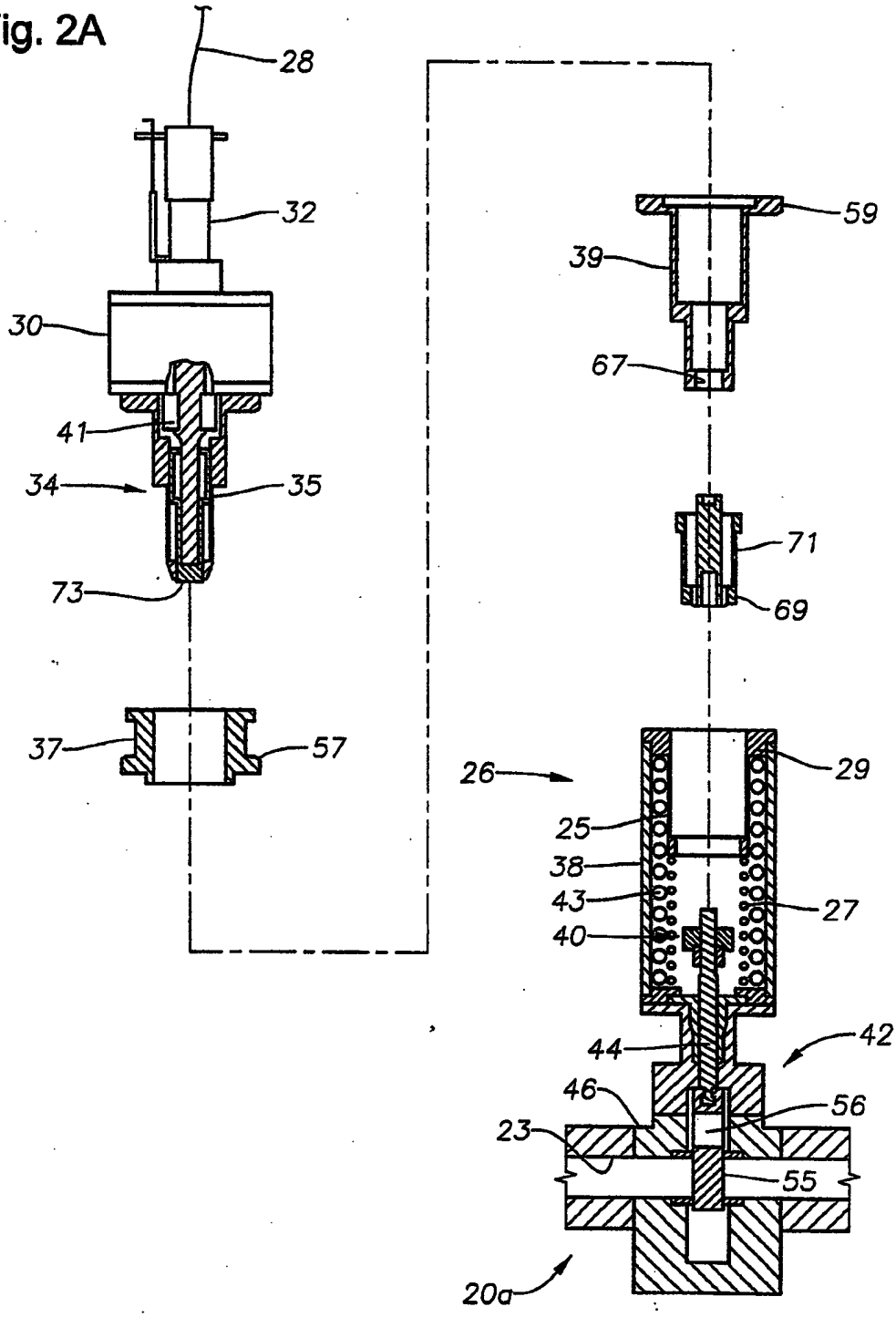

28
32
30
41
34
35
73
37
57
59
39
67
71
69
26
29
25
38
43
27
40
44
42
46
56
23
55
20a

Fig. 2B

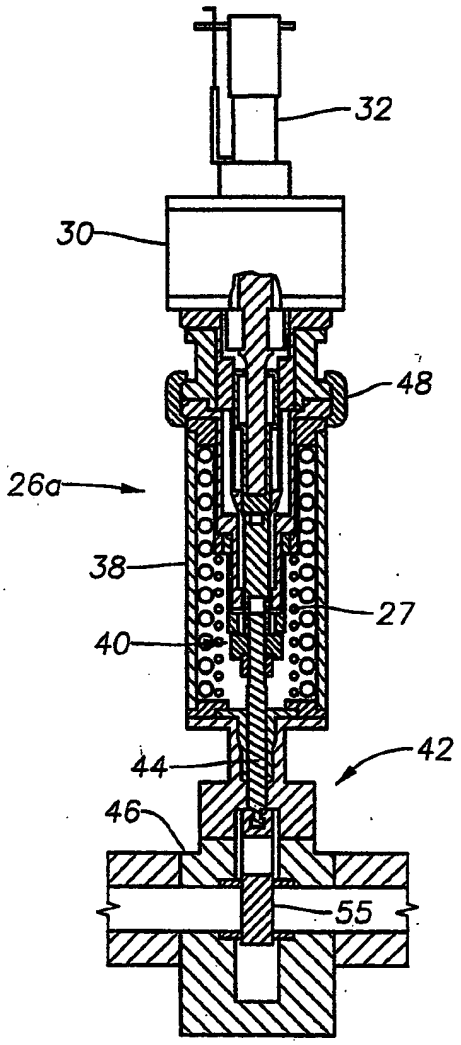


Fig. 2C

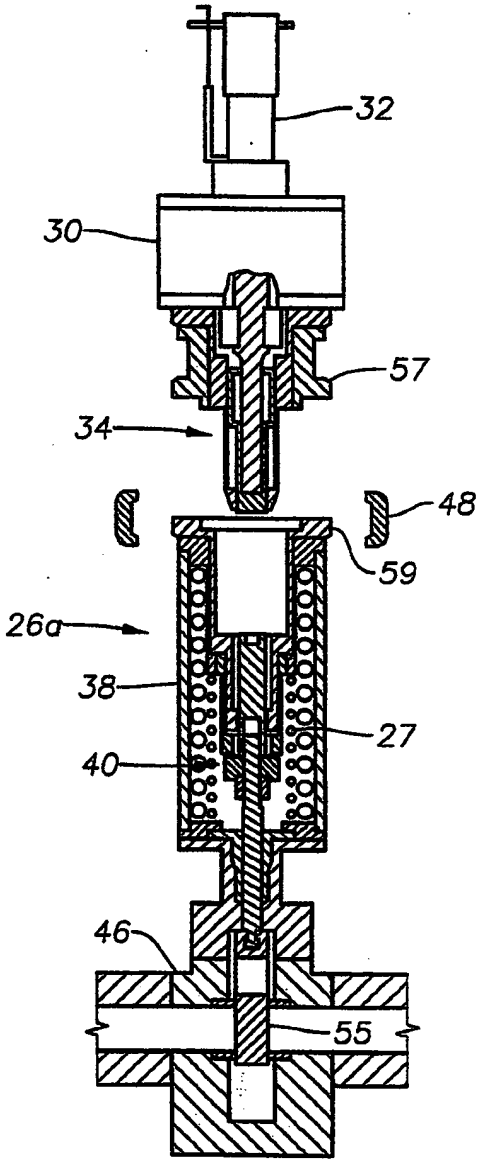


Fig. 3A

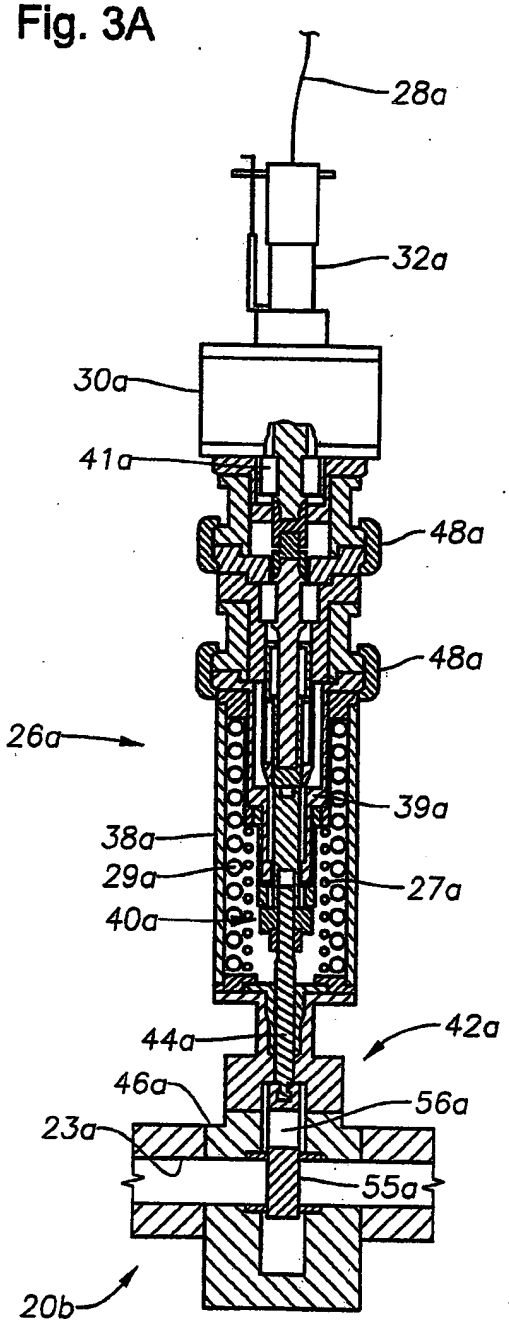

28a
32a
30a
41a
48a
48a
26a
39a
38a
29a
27a
40a
44a
42a
46a
56a
23a
55a
20b

Fig. 3B

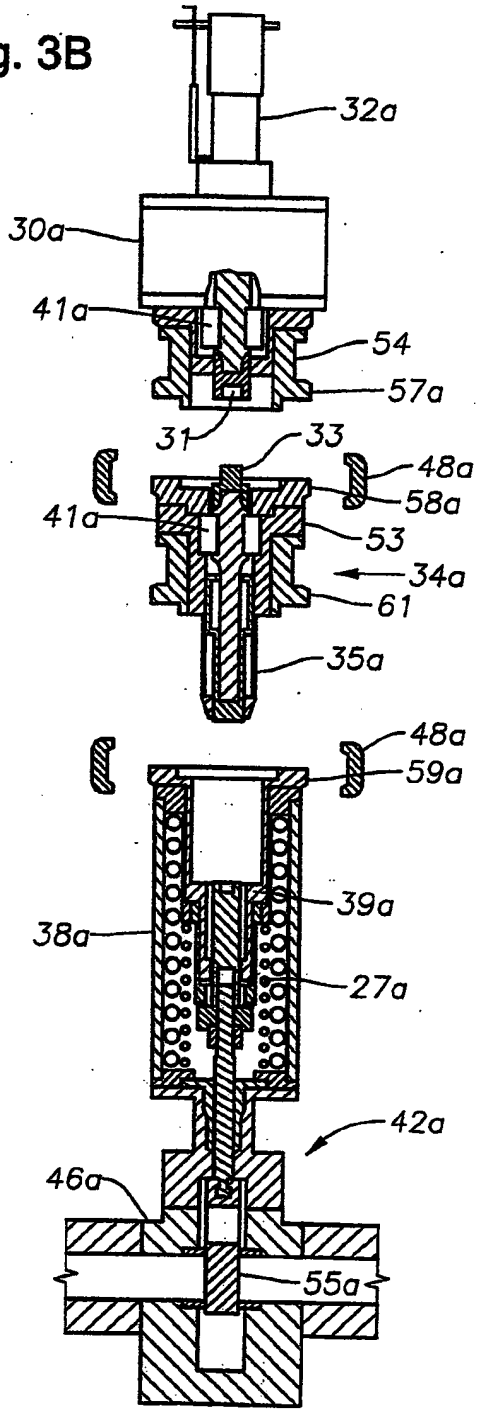

32a
30a
41a
54
57a
31
33
48a
58a
41a
53
34a
61
35a
48a
59a
39a
38a
27a
42a
46a
55a

Fig. 4A

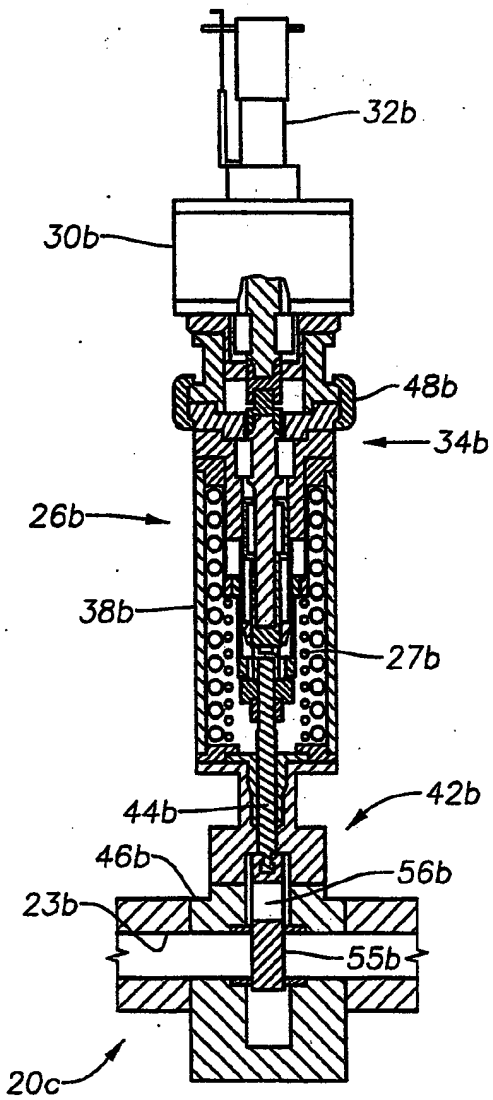
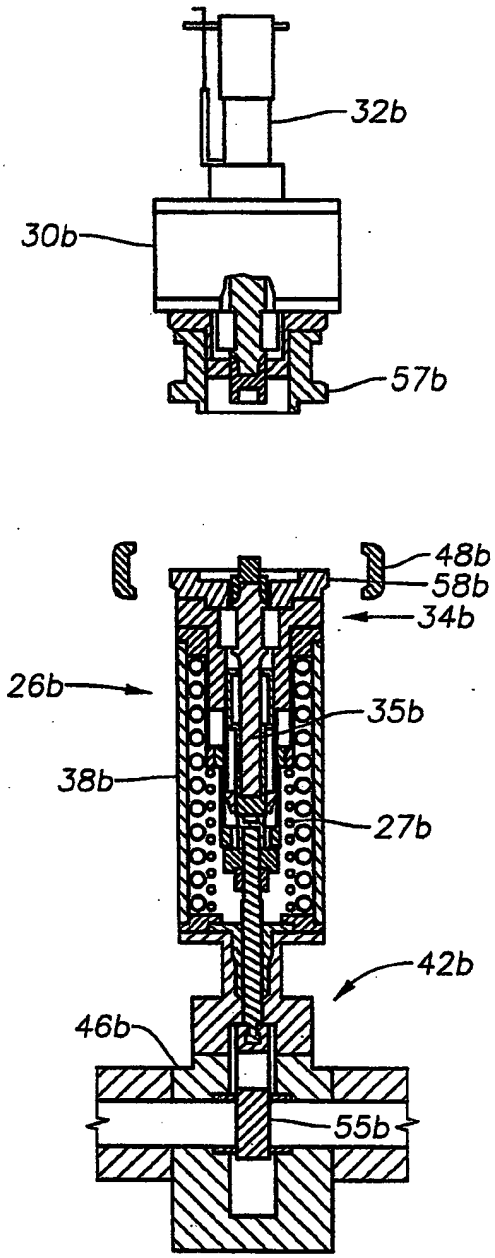

32b
30b
48b
34b
26b
38b
27b
44b
42b
46b
56b
23b
55b
20c

Fig. 4B


32b
30b
57b
48b
58b
34b
26b
35b
38b
27b
42b
46b
55b

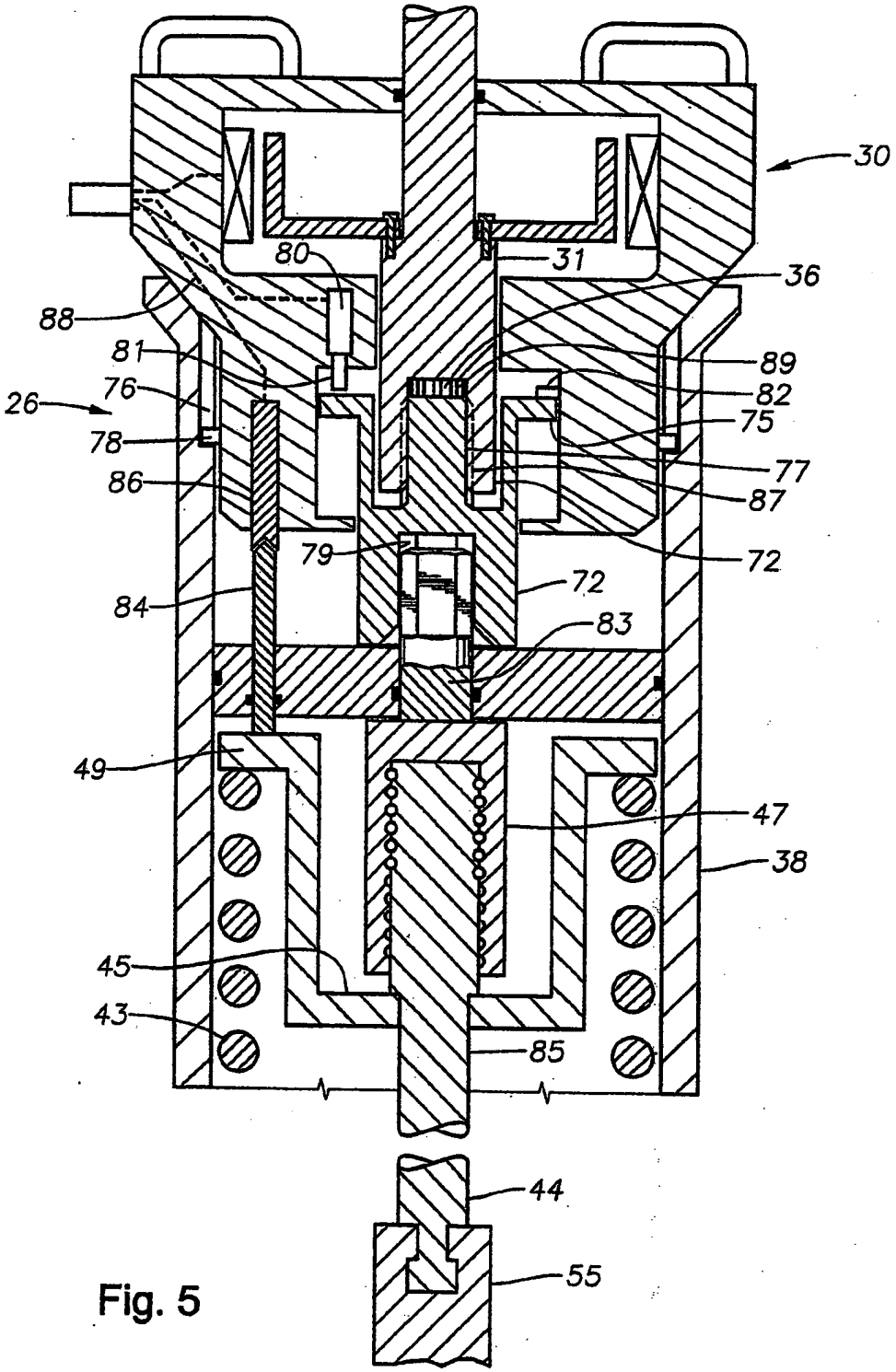

30
80
31
36
88
89
81
82
76
26
75
78
77
86
87
79
72
72
84
83
49
47
38
45
43
85
44
55

Fig. 5

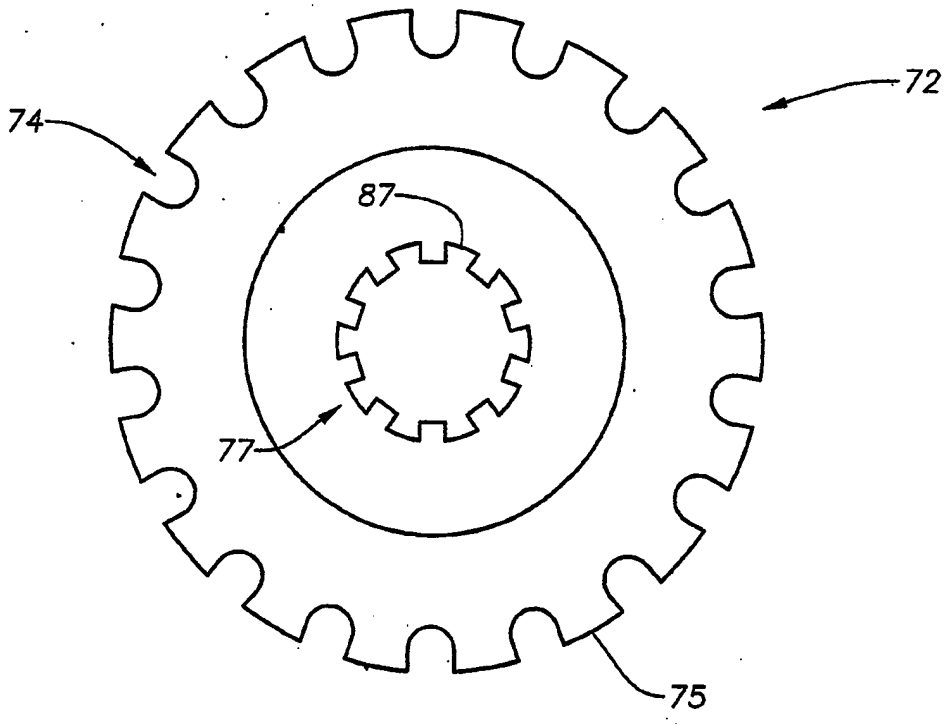


Fig. 6

PI0901458-6

RESUMO

"ATUADOR ELÉTRICO REMOVÍVEL"

Um módulo removível para elementos de acionamento, tais como válvulas, dentro de uma árvore de produção submarina. O módulo pode incluir um motor, um eixo de acionamento, e um parafuso de esfera. Existem modalidades onde apenas o motor é removível, opcionalmente o motor e o eixo de acionamento e/ou todos os elementos de módulo são removíveis. Um sistema à prova de falhas é incluído para deslocar o elemento de árvore de produção para uma posição pré-designada à prova de falhas.