

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

(21) **PI 0621048-1 A2**



* B R P I 0 6 2 1 0 4 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 24/01/2006
(43) Data da Publicação: 12/06/2012
(RPI 2162)

(51) *Int.Cl.:*
E21B 34/10

(54) **Título:** MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLE POSICIONAL DE PELO MENOS UM PRIMEIRO ATUADOR DE FURO ABAIXO

(73) **Titular(es):** Welldynamics, INC.

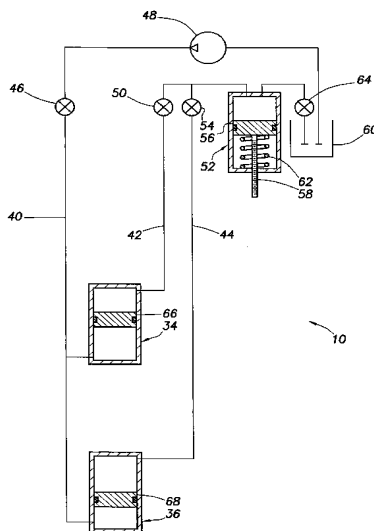
(72) **Inventor(es):** Corrado Giuliani, Mitchell C. Smithson , Timothy R. Tips

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006002304 de 24/01/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/086837 de 02/08/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLE POSICIONAL DE PELO MENOS UM PRIMEIRO ARJADOR DE FURO ABAIXO Controle posicional de atuadores de furo abaixo. Um método para controle posicional de um atuador inclui as etapas de: aplicar pressão a ambas, uma linha de entrada e uma linha de saída conectadas ao atuador; e então liberar um volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída, deslocando com isto um pistão do atuador por uma distância predeterminada correspondente. Um sistema para controle posicional de um atador inclui oatador incluído em uma ferramenta a de poço posicionada em um poço; a linha de, entrada conectada ao atador e se entendendo até uma localização remota; a linha de saída conectada ao atador e se estendendo até a localização remota; e um dispositivo de medição de volume de fluido conectado à linha' de saída na localização remota, o dispositivo de medição de volume de fluido sendo operacional para medir o volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída.



“MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLE POSICIONAL DE PELO MENOS UM PRIMEIRO ATUADOR DE FURO ABAIXO”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção é relativa genericamente a equipamento
5 utilizado e a operações realizadas em conjunto com poços subterrâneos e, em
uma configuração aqui descrita fornece, de maneira mais particular, controle
posicional para atuadores de furo abaixo

FUNDAMENTO

Um atuador de furo abaixo atuado por pressão é operado
10 tipicamente aplicando pressão a uma linha para deslocar um pistão do
atuador. Contudo, algumas ferramentas de poço, tais como estranguladores
de furo abaixo e outros tipos de dispositivos de controle de escoamento, são
operadas utilizando um tipo de atuador no qual o pistão não é apenas
solicitado a deslocar, mas é também solicitado a deslocar por uma certa
15 distância ou para uma certa posição, para produzir uma mudança desejada na
ferramenta de poço. Por exemplo, um certo deslocamento do pistão pode
produzir uma mudança correspondente na vazão por meio de um
estrangulador de furo abaixo.

Infelizmente, a pressão é geralmente aplicada a uma linha de
20 entrada do atuador a partir de uma localização remota, tal como uma
localização de superfície que pode estar a milhares de metros do atuador.
Compressibilidade do fluido, atrito, expansão da linha de entrada devido à
pressão aplicada, e a expansão térmica da linha de entrada e do fluido, etc.,
fazem com que seja muito difícil determinar como o pistão desloca em
25 resposta à pressão aplicada à linha de entrada.

Diversos métodos foram imaginados para superar este
problema, porém cada um destes métodos tem seus próprios inconvenientes.
Um método é utilizar um sensor de deslocamento no atuador para sensorar
diretamente o movimento do pistão. Contudo, este método requer que o

sensor seja acomodado na ferramenta de poço e que um sistema de comunicação seja fornecido para transmitir sinais a partir do sensor para a superfície. Em adição, o sensor não só deve ser capaz de suportar o ambiente furo abaixo (temperaturas/pressões elevadas, vibração, etc.).

5 Um outro método é utilizar um certo número de desenhos de aplicações de pressão à linha de entrada para produzir um deslocamento correspondente do pistão. Contudo, este método requer que a ferramenta de poço seja projetada com um sistema de controle capaz de decodificar as aplicações de pressão, e que um operador na superfície seja capaz de
10 determinar quando as aplicações de pressão apropriadas foram recebidas e decodificadas no sistema de controle. Quanto mais complexo o sistema de controle, menos probabilidade que ele venha a sobreviver por longo prazo no ambiente furo abaixo.

Portanto, pode ser visto que melhoramentos são necessários na
15 técnica de controle posicional de atuadores de furo abaixo. Preferivelmente, sistemas e métodos para controlar a posição de um pistão em um atuador de furo abaixo deveriam ser confiáveis e relativamente econômicos, porém deveriam proporcionar controle de posição muito preciso.

SUMÁRIO

20 Ao realizar os princípios da presente invenção, um sistema e método associado são fornecidos, os quais solucionam, pelo menos, um problema na técnica. Um exemplo está descrito abaixo, no qual linhas de entrada e saída de atuadores de furo abaixo são pressurizadas simultaneamente e então fluido é liberado de uma linha de saída para deslocar
25 um pistão de um atuador selecionado. Um outro exemplo está descrito abaixo, no qual um volume de fluido liberado a partir da linha de saída é medido utilizando diversas técnicas.

Em um aspecto da invenção um método para controle posicional de pelo menos um atuador de furo abaixo é fornecido. O método

inclui as etapas de: aplicar pressão a ambas, a uma linha de entrada e uma linha de saída conectadas ao atuador; e então liberar um volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída, deslocando com isto um pistão do atuador de furo abaixo, por uma distância predeterminada correspondente.

Em um outro aspecto da invenção, um método para controle posicional de um atuador de furo abaixo inclui as etapas de: aplicar pressão a uma linha de entrada conectada ao atuador; transmitir a pressão a partir da linha de entrada através do atuador e até uma linha de saída conectada ao atuador, a pressão sendo impedida de escapar da linha de saída por meio de uma válvula; e então a abrir a válvula liberando com isto um volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída, e deslocando um pistão do atuador por uma distância predeterminada correspondente.

Em ainda um outro aspecto da invenção, um sistema para controle posicional de um atuador de furo abaixo é fornecido. O sistema inclui o atuador de furo abaixo como a partir de uma ferramenta de poço posicionada em um poço. Uma linha de entrada é conectada ao atuador de furo abaixo e se estende até uma localização remota. Uma linha de saída é conectada ao atuador de furo abaixo e se estende até a localização remota. Um dispositivo de medição de volume de fluido é conectado à linha de saída na localização remota. O dispositivo de medição de volume de fluido é operacional para medir um volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída, para com isto deslocar um pistão do atuador de furo abaixo por uma distância predeterminada correspondente.

Estes e outros aspectos, vantagens, benefícios e objetivos da presente invenção se tornarão evidentes a alguém de talento ordinário na técnica quando de consideração cuidadosa da descrição detalhada de configurações representativas da invenção aqui abaixo e dos desenhos que acompanham, nos quais elementos similares estão indicados nas diversas

Figuras utilizando os mesmos numerais de referência.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista esquemática, parcialmente em seção transversal, de um sistema e método associado, que configura princípios da presente invenção;

A Figura 2 é um diagrama esquemático de circuito hidráulico para o sistema da Figura 1; e

As Figuras 3 a 6 são configurações alternativas do circuito hidráulico da Figura 2.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Na Figura 1 está ilustrado de maneira representativa um sistema 10 e método associado que configuram princípios da presente invenção. Na descrição a seguir do sistema 10 e de outros aparelhos e métodos descritos aqui, os termos de direção tais como “acima”, “abaixo”, “superior”, “inferior” etc., são utilizados para conveniência ao se referirem aos desenhos que acompanham. Adicionalmente deve ser entendido que, as diversas configurações da presente invenção aqui descritas podem ser utilizadas em diversas orientações, tais como “inclinada”, “invertida”, “horizontal”, “vertical”, etc., e em diversas configurações sem se afastar dos princípios da presente invenção. As configurações são descritas meramente como exemplos de aplicações úteis dos princípios da invenção, a qual não está limitada a quaisquer detalhes específicos destas configurações.

Como delineado na Figura 1, uma coluna tubular 12, tal como uma coluna de tubulação de produção, foi transportada para o interior de um furo de poço 14. A coluna tubular 12 inclui duas ferramentas de poço 16, 18 e um obturador 20 posicionado entre as ferramentas de poço. O obturador 20 isola dois segmentos anulares 22, 24 formados entre a coluna tubular 12 e o furo de poço 14.

O segmento anular superior 22 está em comunicação com uma

zona superior 26 interceptada pelo furo de poço 14. O segmento anular inferior 24 está em comunicação com uma zona inferior interceptada pelo furo de poço 14. As ferramentas de poço 16, 18 incluem, cada uma, um dispositivo de controle de escoamento 30, 22 (tais como um estrangulador, válvula, regulador de escoamento etc.), para controlar escoamento entre o interior da coluna tubular 12 e os respectivos segmentos anulares 22, 24.

Para operar os dispositivos de controle de escoamento 30, 32, cada uma das ferramentas de poço 16, 18 inclui ainda um atuador operado por pressão 34, 36. Linhas 38 são conectadas aos atuadores 34, 36 para conduzir fluido e pressão entre os atuadores e uma localização remota tal como a superfície da terra ou uma outra localização de superfície (por exemplo, uma cabeça de poço submarino, equipamento flutuante ou estacionário, etc.), ou uma localização remota no furo de poço 14.

Deveria ser entendido claramente que os princípios da invenção não estão limitados aos detalhes do sistema 10 aqui descrito. Por exemplo, as ferramentas de poço 16, 18 poderiam incluir dispositivos diferentes de dispositivos de controle de escoamento, não é necessário que diversas ferramentas de poço sejam utilizadas, não é necessário que as ferramentas de poço sejam interconectadas na coluna tubular 12, qualquer número de ferramentas de poço e/ou de atuadores pode ser utilizado. O sistema 10 é descrito meramente como um exemplo de como a invenção poderia ser utilizada.

Fazendo referência adicionalmente agora à Figura 2, um diagrama de circuito hidráulico esquemático do sistema 10 está ilustrado de maneira representativa. Os atuadores 34, 36 são delineados separados do restante das ferramentas de poço 16, 18 para simplicidade e clareza de descrição.

Observar que as linhas 38 ilustradas na Figura 1 estão representadas na Figura 2 por meio de uma linha de entrada 40 conectada a

cada um dos atuadores 34, 36, e linhas de saída 40, 42 conectadas a linhas respectivas dos atuadores. Uma linha de entrada separada poderia ser conectada a cada um dos atuadores 34, 36 se desejado, porém somente a única linha de entrada 40 é utilizada no sistema representativo 10 para confiabilidade aprimorada e despesa reduzida. De maneira similar, uma única linha de saída poderia ser conectada a ambos os atuadores 34, 36 se desejado, com um distribuidor furo abaixo para comunicação seletiva entre os atuadores e a localização remota, por meio da linha de saída.

Uma válvula 46 é conectada entre a linha de entrada 40 e uma fonte de pressão 48 na localização remota. Como delineado na Figura 2, a fonte de pressão 48 é uma bomba, porém outras fontes de pressão tais, como um acumulador, gás comprimido, etc., poderiam ser utilizadas, mantendo os princípios da invenção.

Uma outra válvula 50 é conectada entre a linha de saída 42 e um dispositivo de medição de volume de fluido 52. O dispositivo de medição de volume 52 é utilizado para medir um volume de fluido descarregado da linha de saída 42 ou da linha de saída 44 como descrito em maior detalhe abaixo.

Ainda uma outra válvula 54 é conectada entre a linha de saída 44 e o dispositivo de medição de volume 52. Será apreciado que abrindo qualquer das válvulas 50 ou válvula 54 uma das linhas respectivas de saída 42, 44 pode ser colocada em comunicação com o dispositivo de medição de volume 52. Quando uma das válvulas 50, 54 é aberta, fluido escoará a partir da respectiva linha de saída 42, 44 para um novo dispositivo de medição de volume 52, com isto deslocando um pistão 56. O deslocamento do pistão 56 pode ser medido diretamente, tal como por meio de um indicador graduado 58, para com isto medir diretamente o volume de fluido descarregado da linha de saída 42 ou 44.

Depois da descarga de um volume predeterminado de fluido da

linha de saída 42 ou 44, a válvula respectiva 50, 54 é fechada. O fluido no dispositivo de medição de volume 52 pode então ser descarregado para um reservatório 60 através de uma outra válvula 64, por exemplo, utilizando uma força de deslocamento exercida sobre o pistão 56 por meio de uma mola 62.

5 Diversos dispositivos de medição de volume de fluido diferentes podem ser utilizados em lugar do dispositivo 52 delineado na Figura 2. Alguns dispositivos alternativos de medição de volume estão ilustrados de maneira representativa nas Figuras 3 a 6, porém deveria estar claramente entendido que qualquer tipo de dispositivo de medição de volume
10 pode ser utilizado, mantendo os princípios da invenção.

 Cada um dos atuadores 34, 36 inclui um respectivo pistão 66, 68. Deslocamento de cada um dos pistões 66, 68 é utilizado para operar as respectivas ferramentas de poço 16, 18. Por exemplo, deslocamento do pistão 66 poderia ser utilizado para deslocar um elemento de fechamento ou
15 elemento estrangulador do dispositivo de controle de escoamento 30. Observar que deslocamento dos pistões 66, 68 poderia ser utilizado para operar as respectivas ferramentas de poço 16, 18 para provocar uma mudança na operação das respectivas ferramentas de poço, de qualquer maneira mantendo os princípios da invenção.

20 Em operação, pressão é aplicada à linha de entrada 40 e a ambas as linhas de saída 42, 44 abrindo a válvula 46 e aplicando pressão à linha de entrada a partir da fonte de pressão 48. A pressão é transmitida através da linha de entrada 40, através dos atuadores 34, 36 até as linhas de saída 42, 44. As válvulas 50, 54 são fechadas neste ponto para impedir que a
25 pressão escape das linhas de saída 42, 44.

 Quando a pressão aplicada estabiliza na linha de entrada 40 e linhas de saída 42, 44, uma das válvula 50, 54 é aberta. Um volume de fluido predeterminado é então deixado escoar a partir da respectiva linha de saída 42 ou 44 para o dispositivo de medição de volume 52.

Esta descarga de um volume predeterminado de fluido para o dispositivo de medição de volume 52 provoca um deslocamento predeterminado do respectivo pistão 66 ou 68. O deslocamento do respectivo pistão 66 ou 68 provoca uma operação desejada ou mudança em operação da respectiva ferramenta de poço 16 ou 18.

A válvula 50 ou 54 é então fechada e a válvula 64 é aberta para descarregar o fluido a partir do dispositivo de medição de volume 52 para o reservatório 60. A outra das válvulas 50, 54 poderia então ser aberta para produzir um deslocamento desejado do outro dos pistões 66, 68 ou a mesma das válvulas poderia novamente ser aberta para produzir um outro deslocamento do mesmo modo dos pistões.

Se nenhum deslocamento de qualquer dos pistões 66, 68 é desejado, então a válvula 46 pode ser fechada. A pressão aplicada à linha de entrada 40 e às linhas de saída 42, 44 pode permanecer nestas linhas ou a pressão pode ser sangrada (aliviada). Sangramento da pressão pode produzir algum deslocamento mínimo dos pistões 66, 68, porém, isto pode ser predito e levado em consideração quando os respectivos pistões são deslocados abrindo as válvulas 50, 54 como descrito acima.

É um aspecto importante do sistema 10 que a pressão seja aplicada a ambas, à linha de entrada 40 e cada uma das linhas de saída 42, 44 antes da abertura de uma das válvulas 50, 54. Desta maneira, as linhas 40, 42, 44 são pressurizadas até uma pressão de referência conhecida, na qual as linhas expandiram até uma certa extensão, o fluido nas linhas foi comprimido até uma certa extensão, e as linhas e fluido estão em uma temperatura de equilíbrio aproximada no poço, etc.

Para compensar a temperatura no poço, a expansão das linhas 40, 42, 44, compressibilidade do fluido nas linhas, etc., a pressão de referência pode ser aplicada às linhas e deixada estabilizar. A válvula 50 pode então ser aberta e o pistão 66 deslocado em seu curso completo no atuador 34.

O volume de fluido descarregado no dispositivo de medição de volume 52 irá então representar o curso completo do pistão 66. Então será conhecido que proporção deste volume de fluido é requerida para produzir um deslocamento proporcional correspondente do pistão 66.

5 Por exemplo, para deslocar o pistão 66 somente metade de seu curso no atuador 34, cinquenta por cento do volume de fluido de curso completo deveria ser descarregado para o dispositivo de medição de volume 52. O mesmo procedimento pode ser utilizado para compensar temperatura, expansão, compressibilidade, etc., em operação do outro atuador 36.

10 Será apreciado que o sistema 10 produz diversos benefícios sobre métodos precedentes de operação de atuadores de furo abaixo. Um benefício é que os cálculos complexos não precisam ser utilizados para compensar temperatura, expansão, compressibilidade e etc., na determinação de que volume de fluido deveria ser bombeado para uma linha de entrada para
15 produzir um deslocamento desejado de um pistão em um atuador de furo abaixo. Um outro benefício é que o sistema 10 é relativamente descomplicado e não se apóia em mecanismos complexos furo abaixo ou sensores e seus sistemas de comunicação associados para determinar deslocamento de um pistão furo abaixo. Ainda um outro benefício é aquele em que estas vantagens
20 são obtidas de maneira econômica com apenas as linhas 40, 42, 44 sendo instaladas furo abaixo para operar as ferramentas de poço 16, 18. Preferivelmente as válvulas 46, 50, 54, 64 a fonte de pressão 48 e dispositivo de medição de volume 52 são instalados em uma localização de superfície onde eles são operados e mantidos de maneira conveniente.

25 Fazendo referência adicionalmente agora às Figuras 3 a 6, formas alternativas de dispositivos de medição de volume de fluido estão ilustradas de maneira representativa para o sistema 10. Somente uma porção do diagrama de circuito hidráulico da Figura 2 está mostrada em cada uma das Figuras 3 a 6, porém será apreciado que o restante do diagrama de circuito

hidráulico é preferivelmente o mesmo como delineado na Figura 2.

Na Figura 3 um dispositivo para medição de volume de fluido 70 inclui um sensor interconectado entre as válvulas 50, 54 e o reservatório 60. O sensor poderia ser um medidor de volume que mede diretamente o volume de fluido que escoar através do sensor. O sensor poderia, ao invés disto, ser um medidor de escoamento que mede uma vazão de fluido através do sensor. Neste caso, a vazão de fluido pode ser integrada com o tempo para determinar o volume de fluido que escoar através do sensor. Outros tipos de sensores poderiam ser utilizados mantendo os princípios da invenção.

Na Figura 4 um dispositivo de medição de volume de fluido 72 inclui um regulador de vazão que preferivelmente mantém uma vazão relativamente constante de fluido sobre uma ampla faixa de diferenciais de pressão. Se a vazão é conhecida, por exemplo, utilizando um medidor de vazão, então a duração do escoamento pode ser determinada, a qual irá produzir um volume desejado de escoamento de fluido. Assim, o dispositivo 72 pode incluir um temporizador para ajustar uma duração do escoamento através do dispositivo.

Na Figura 5 um dispositivo de medição de volume de fluido 74 inclui uma válvula para controlar a descarga de escoamento para o reservatório 60. Ao calibrar um sistema 10 (compensação para temperatura, expansão, compressibilidade, etc.) como descrito acima, depois que a pressão de referência tenha sido aplicada às linhas 40, 42, 44 e uma selecionada das válvulas 50, 54 tenha sido aberta, a válvula do dispositivo 74 pode ser aberta e o tempo que leva para deslocar o respectivo dos pistões 66, 68 por seu curso completo pode ser medido. Daí em diante quando for desejado deslocar o respectivo dos pistões 66, 68 uma certa proporção de seu curso completo, a válvula do dispositivo 74 pode ser aberta por uma proporção correspondente do tempo de curso completo medido. Assim o dispositivo 74 também pode incluir um temporizador para ajustar uma duração do escoamento através do

dispositivo.

Na Figura 6 um dispositivo de medição de volume 76 inclui um estrangulador de escoamento. O estrangulador de escoamento é preferivelmente calibrado de modo que para um certo fluido, temperatura, diferencial de pressão etc., uma vazão de fluido através do estrangulador é conhecida. Desta maneira, um volume predeterminado de fluido pode ser escoado através do estrangulador, por exemplo, integrando a vazão com o tempo ou limitando uma duração de uma vazão constante, etc. Para estas finalidades o dispositivo 76 também pode incluir um temporizador para estabelecer uma duração do escoamento através do dispositivo.

Naturalmente uma pessoa versada na técnica poderia, quando de consideração cuidadosa da descrição acima das configurações representativas da invenção, apreciar facilmente que diversas modificações, adições substituições, cancelamentos, e outras mudanças, podem ser feitas às configurações específicas, e que tais mudanças estão consideradas pelos princípios da presente invenção. Conseqüentemente, a descrição detalhada precedente deve ser claramente entendida como sendo fornecida à guisa de ilustração e exemplo somente, o espírito e escopo da presente invenção sendo unicamente limitados pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controle posicional de pelo menos um primeiro atuador de furo abaixo, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 aplicar pressão a ambas, uma linha de entrada e uma primeira linha de saída conectadas ao primeiro atuador; e

 então liberar um primeiro volume predeterminado de fluido a partir da primeira linha de saída deslocando com isto um pistão do primeiro atuador de furo abaixo por uma primeira distância correspondente predeterminada.

10 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de aplicar pressão ainda compreender aplicar pressão a linhas de entrada e de saída de diversos atuadores de furo abaixo.

 3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a linha de entrada ser conectada a um segundo atuador de furo abaixo.

15 4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de ainda compreender a etapa de liberar um segundo volume predeterminado de fluido a partir de uma segunda linha de saída conectada ao segundo atuador de furo abaixo, com isto deslocando um pistão do segundo atuador de furo abaixo por uma segunda distância correspondente
20 predeterminada.

 5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a etapa de aplicar pressão ainda compreender aplicar pressão à segunda linha de saída.

 6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
25 fato de o primeiro atuador estar conectado a um dispositivo de controle de escoamento, e no qual a etapa de liberar ainda compreender trocar uma vazão de fluido através do dispositivo de controle de escoamento.

 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de liberar ainda compreender medir diretamente o primeiro

volume predeterminado de fluido descarregado a partir da primeira linha de saída.

5 8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de liberar ainda compreender sensorear uma vazão de fluido a partir da primeira linha de saída.

9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de liberar ainda compreender regular uma vazão de fluido a partir da primeira linha de saída.

10 10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de liberar ainda compreender abrir uma válvula por um período de tempo predeterminado para permitir que o primeiro volume predeterminado de fluido escoe a partir da primeira linha de saída.

15 11. Método para controle posicional de pelo menos um primeiro atuador de furo abaixo, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

aplicar pressão a uma linha de entrada conectada ao primeiro atuador;

20 transmitir a pressão a partir da linha de entrada através do primeiro atuador de furo abaixo até uma primeira linha de saída conectada ao primeiro atuador de furo abaixo, a pressão sendo impedida de escapar da primeira linha de saída por meio de uma primeira válvula; e

25 então abrir a primeira válvula, com isto liberando um primeiro volume predeterminado de fluido a partir da primeira linha de saída, e deslocar um pistão do primeiro atuador de furo abaixo por uma primeira distância predeterminada correspondente.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a etapa de abrir ainda compreender abrir a primeira válvula por um período de tempo predeterminado para permitir que o primeiro volume predeterminado de fluido escoe a partir da primeira linha de saída.

13. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a etapa de aplicar pressão ainda compreender aplicar pressão a linhas de entrada e de saída de diversos atuadores de furo abaixo.

5 14. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a linha de saída ser conectada a um segundo atuador de furo abaixo.

10 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de ainda compreender a etapa de liberar um segundo volume de fluido predeterminado a partir de uma segunda linha de saída conectada ao segundo atuador de furo abaixo, com isto deslocando um pistão do segundo atuador de furo abaixo por uma segunda distância predeterminada correspondente.

15 16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de a etapa de aplicar pressão ainda compreender aplicar pressão à segunda linha de saída.

20 17. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o primeiro atuador ser conectado a um dispositivo de controle de escoamento e no qual a etapa de abrir a válvula ainda compreender trocar uma vazão de fluido através do dispositivo de controle de escoamento.

20 18. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a etapa de abrir a válvula ainda compreender medir diretamente o primeiro volume predeterminado de fluido descarregado a partir da primeira linha de saída.

25 19. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a etapa de abrir a válvula ainda compreender sensorear uma vazão de fluido a partir da primeira linha de saída.

20. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a etapa de abrir a válvula ainda compreender regular uma vazão de fluido a partir da primeira linha de saída.

21. Sistema para controle posicional de pelo menos um primeiro atuador de furo abaixo, caracterizado pelo fato de compreender:

o primeiro atuador de furo abaixo incluído em uma ferramenta de poço posicionada em um poço;

5 uma linha de entrada conectada ao primeiro atuador de furo abaixo e que se estende até uma localização remota;

uma primeira linha de saída conectada ao primeiro atuador de furo abaixo e que se estende até a localização remota; e

10 um dispositivo de medição de volume de fluido conectado à primeira linha de saída na localização remota, o dispositivo de medição de volume de fluido sendo operacional para medir um primeiro volume predeterminado de fluido a partir da primeira linha de saída, para com isto deslocar um pistão do primeiro atuador de furo abaixo por uma primeira distância predeterminada correspondente.

15 21. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de o dispositivo de medição de volume de fluido incluir um sensor que mede diretamente o primeiro volume predeterminado de fluido.

20 22. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de o dispositivo de medição de volume de fluido incluir um temporizador para limitar uma duração de descarga de fluido a partir da primeira linha de saída.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de o dispositivo de medição de volume de fluido incluir um sensor de vazão.

25 24. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de o dispositivo de medição de volume de fluido incluir um regulador de vazão.

25. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de ainda compreender um segundo atuador de furo abaixo e uma

segunda linha de saída conectada ao segundo atuador de furo abaixo, e no qual o dispositivo de medição de volume de fluido é operacional para medir um segundo volume predeterminado de fluido a partir da segunda linha de saída, para com isto deslocar um pistão do segundo atuador de furo abaixo por uma segunda distância predeterminada correspondente.

26. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de a ferramenta de poço incluir um dispositivo de controle de escoamento e no qual deslocamento do pistão do primeiro atuador de furo abaixo muda uma vazão através do dispositivo de controle de escoamento.

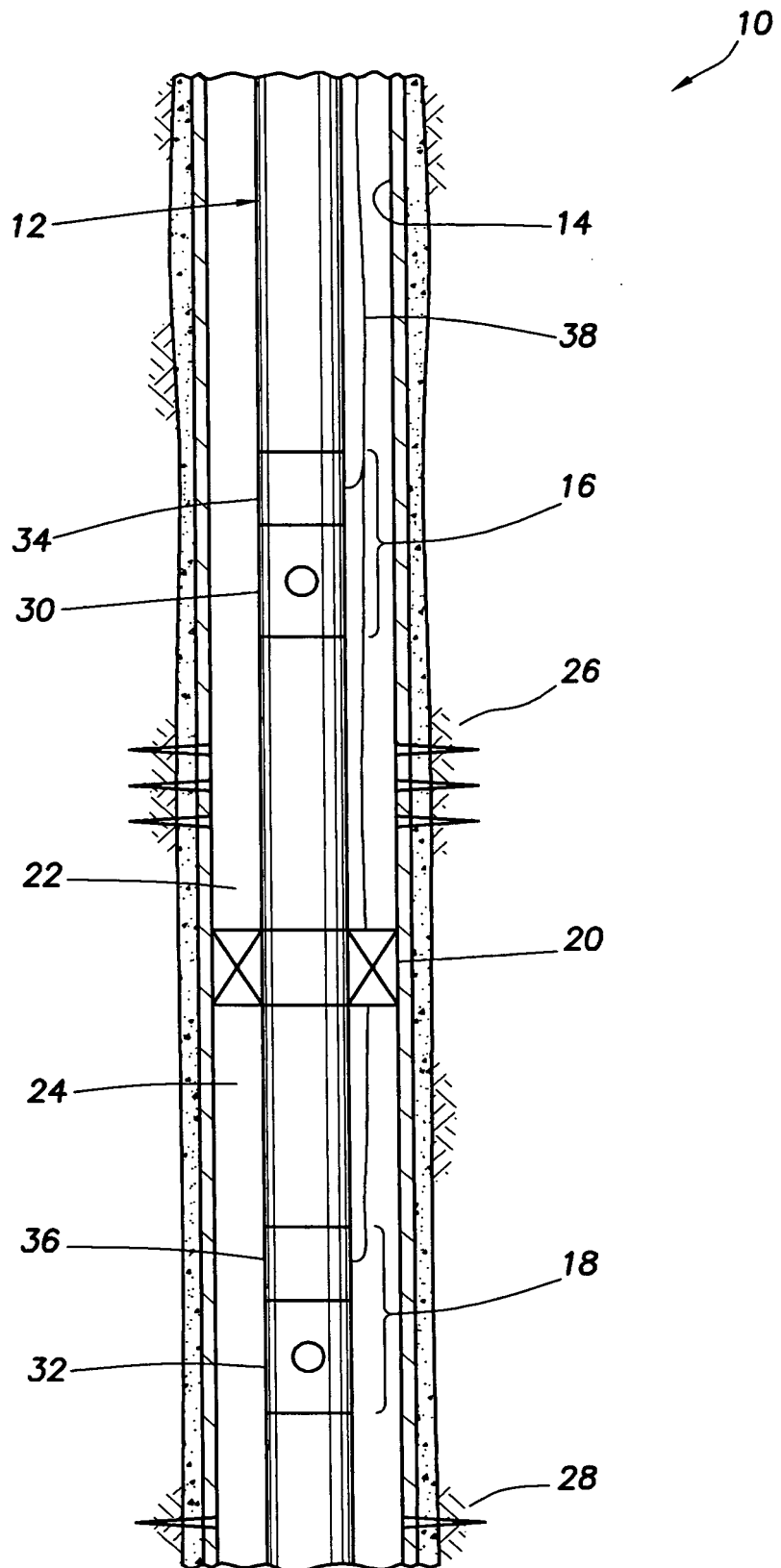


FIG. 1

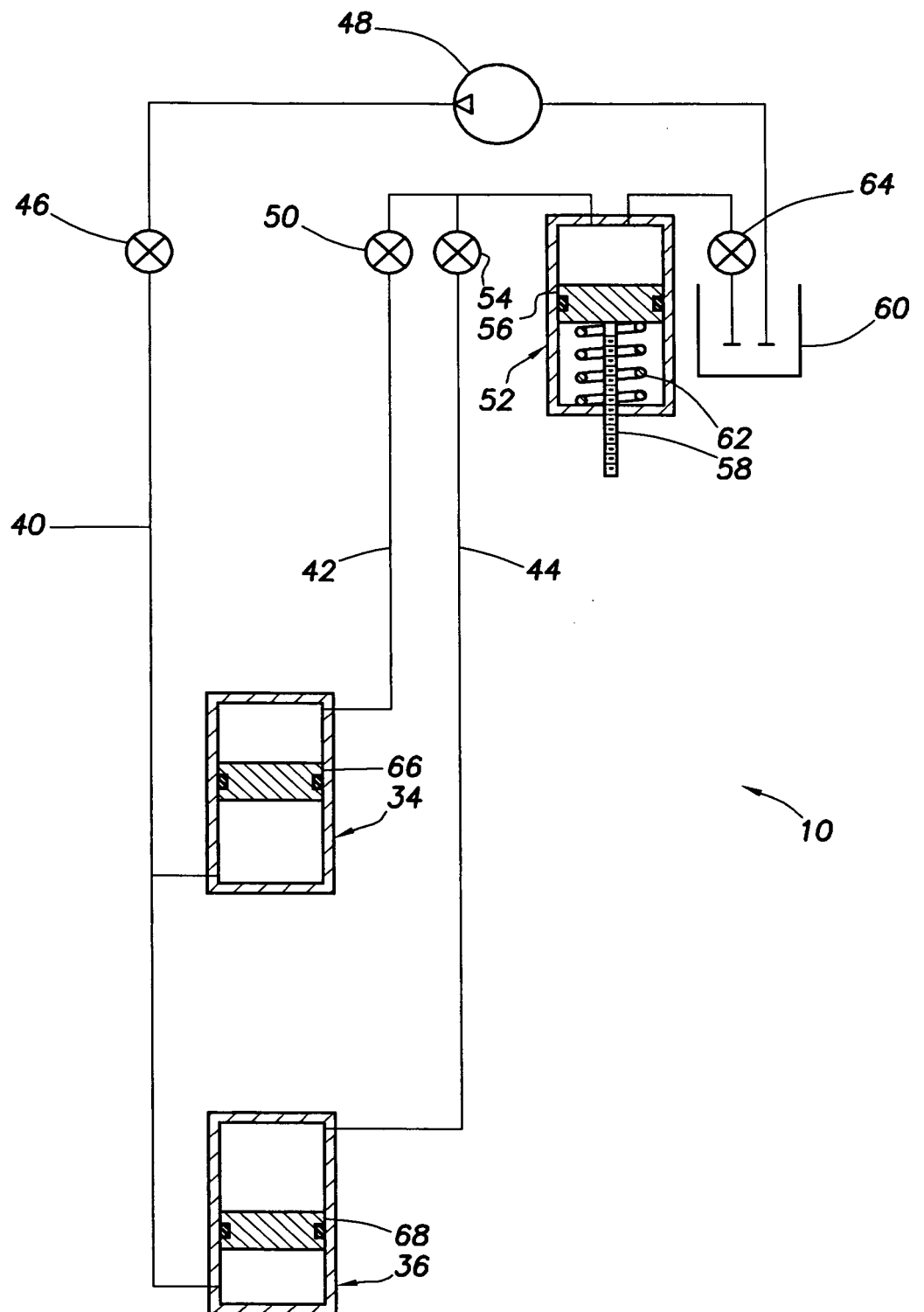


FIG.2

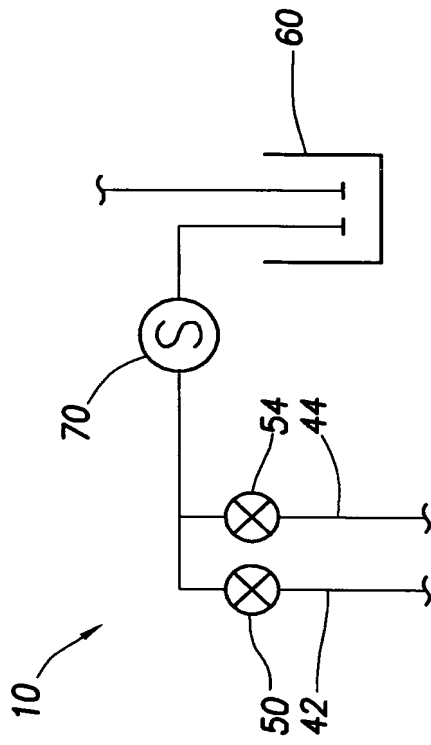


FIG. 3

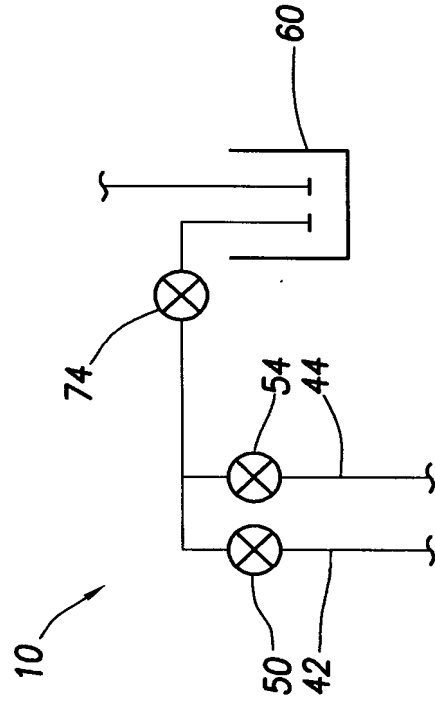


FIG. 4

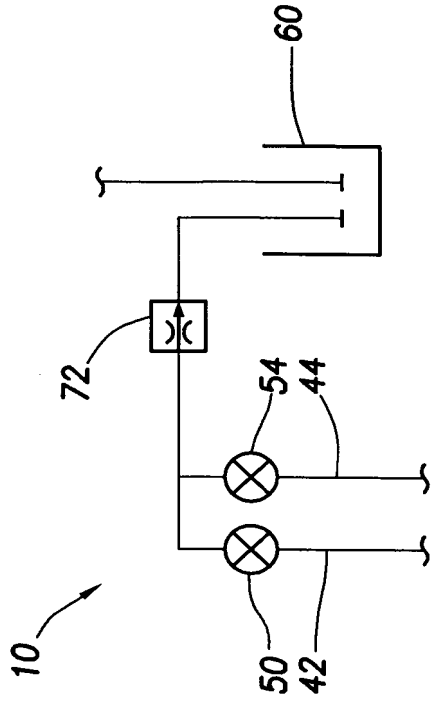


FIG. 5

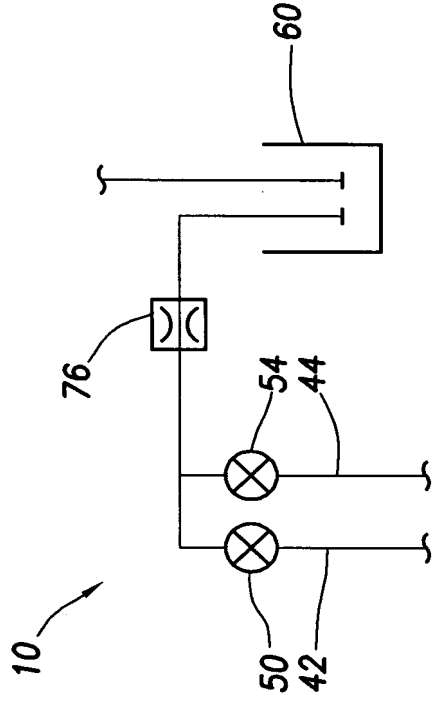


FIG. 6

RESUMO

“MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLE POSICIONAL DE PELO MENOS UM PRIMEIRO ATUADOR DE FURO ABAIXO”

Controle posicional de atuadores de furo abaixo. Um método para controle posicional de um atuador inclui as etapas de: aplicar pressão a ambas, uma linha de entrada e uma linha de saída conectadas ao atuador; e então liberar um volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída, deslocando com isto um pistão do atuador por uma distância predeterminada correspondente. Um sistema para controle posicional de um atuador inclui o atuador incluído em uma ferramenta a de poço posicionada em um poço; a linha de entrada conectada ao atuador e se estendendo até uma localização remota; a linha de saída conectada ao atuador e se estendendo até a localização remota; e um dispositivo de medição de volume de fluido conectado à linha de saída na localização remota, o dispositivo de medição de volume de fluido sendo operacional para medir o volume predeterminado de fluido a partir da linha de saída.