



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

**(11) PI 0816089-9 B1**

**(22) Data do Depósito: 18/08/2008**

**(45) Data de Concessão: 15/05/2018**



---

**(54) Título:** FERRAMENTA DE FRATURAMENTO E MÉTODO DE FRATURAMENTO E PRODUÇÃO DE FLUIDOS DE UM POÇO

**(51) Int.Cl.:** E21B 43/16

**(30) Prioridade Unionista:** 27/08/2007 US 11/895,714

**(73) Titular(es):** BAKER HUGHES INCORPORATED

**(72) Inventor(es):** YANG XU

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"FERRAMENTA DE FRATURAMENTO E MÉTODO DE FRATURAMENTO E PRODUÇÃO DE FLUIDOS DE UM POÇO"**.

ANTECEDENTES

Campo da invenção

[001] A presente invenção refere-se a ferramentas de fraturamento para uso em poços de petróleo e de gás, e em particular, a ferramentas de fraturamento tendo uma camisa que pode ser movida de uma primeira posição operacional para uma segunda posição operacional, de modo que a ferramenta de fraturamento pode fraturar a formação na primeira posição operacional e a seguir ser movida, sem intervenção no poço, para a segunda posição operacional para produzir fluidos de retorno do poço.

Descrição da técnica

[002] Sistemas ou ferramentas de fraturamento ou "frac" são usadas em poços de petróleo e de gás para completar e aumentar a taxa de produção do poço. Nos furos do poço desviados, particularmente esses tendo comprimentos mais longos, pode ser esperado que os fluidos de fraturamento sejam introduzidos na porção de extremidade linear, ou horizontal, do poço para fraturar a zona de produção para abrir fissuras de produção e poros através dela. Por exemplo, o fraturamento hidráulico é um método de uso da taxa de bomba e pressão hidráulica criadas pelos fluidos de fraturamento para fraturar ou fissurar uma formação subterrânea.

[003] Além de fissurar a formação, o material de escoramento de fratura de alta permeabilidade, quando comparado com a permeabilidade da formação pode ser bombeado para dentro da fratura para escorar abertas as fissuras causadas por uma primeira etapa de fraturamento hidráulico. Para finalidades dessa revelação, o material de escoramento de fratura é incluído na definição de "fluidos de fraturamen-

to" e como parte das operações de fraturamento do poço. Quando as taxas de bomba e as pressões aplicadas são reduzidas ou removidas da formação, a fissura ou fratura não pode fechar ou curar completamente porque o material de escoramento de fratura de alta permeabilidade mantém a fissura aberta. A fissura ou fratura escorada proporciona uma trajetória de alta permeabilidade conectando o furo do poço da produção em uma área de formação mais larga para aumentar a produção de hidrocarbonetos.

[004] Um resultado do fraturamento de um poço é que os fluidos de retorno, por exemplo, óleo, gás, água, que precisam ser removidos do poço são misturados com areia e outros detritos soltos na formação. Como resultado, depois do fraturamento, uma etapa de intervenção é executada para reorientar uma ferramenta dentro do poço tal como uma ferramenta de fraturamento, de modo que os fluidos de retorno são passados através de uma tela ou outro dispositivo para filtrar a areia e os detritos. Essa etapa de intervenção geralmente envolve descer uma esfera ou outro elemento de tampão dentro do poço para isolar uma porção do poço ou para acionar a ferramenta de fraturamento para mover um atuador para abrir uma trajetória de fluxo de fluido através da tela e fechar uma trajetória de fluxo do fluido através da qual o fluido de fraturamento foi previamente injetado dentro do poço ou formação de poço.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[005] Depois de ser inserida no poço em uma posição de "inserção" não-operacional e movida para uma primeira posição operacional, as ferramentas de fraturamento reveladas aqui são capazes de se orientar para uma segunda posição operacional sem a necessidade de uma etapa de intervenção para mover as ferramentas de fraturamento de uma primeira posição operacional para a segunda posição operacional. O termo "posição operacional" significa que a ferramenta de fra-

turamento é orientada dentro de um poço em uma tal maneira de modo que a completação do poço, produção do poço ou outros métodos podem ser executados no poço pela ferramenta de fraturamento. Em outras palavras, "posição operacional" significa que a ferramenta de fraturamento é orientada dentro de um poço de modo que a ferramenta de fraturamento pode executar a função (ou funções) para a qual ela foi projetada.

[006] Amplamente, as ferramentas de fraturamento incluem um alojamento tendo um furo definido por uma superfície da parede interna. O alojamento inclui uma série de orifícios, por exemplo, pelo menos dois orifícios, um dos quais pode incluir um elemento de controle de fluxo de fluido tal como uma tela ou filtro usado para impedir que os detritos entrem na ferramenta de fraturamento ou um dispositivo para controlar a taxa de fluxo do fluido através do orifício. Esse orifício com "fluxo de fluido controlado" é disposto acima do outro orifício que carece do elemento de controle de fluxo do fluido.

[007] Uma camisa fica em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento e inclui um atuador e um orifício de camisa na parede lateral da camisa. Um elemento retentor, tal como um parafuso de cisalhamento ou anel operativamente associado com o diâmetro interno da ferramenta de fraturamento, mantém a camisa na posição de inserção até acionada. Enquanto na posição de inserção, ambos os orifícios no alojamento ficam fechados.

[008] Depois que a ferramenta de fraturamento é disposta dentro do poço na localização desejada, um atuador, tal como uma sede de esfera, pode ser ativado para soltar a camisa do elemento retentor e para forçar a camisa para a primeira posição operacional de modo que o orifício da camisa fica alinhado com um primeiro orifício no alojamento da ferramenta de fraturamento. Enquanto isso, o segundo orifício no alojamento permanece fechado. Esse primeiro orifício no alojamento

não inclui um elemento de restrição de fluxo do fluido, de modo que o fluido de fraturamento pode ser injetado através do primeiro orifício para dentro do poço ou formação de poço sem qualquer impedância de fluxo do fluido. Como resultado do alinhamento do primeiro orifício com o orifício da camisa, o fluido de fraturamento pode fluir do furo da ferramenta de fraturamento e para dentro do poço para fraturar o poço ou a formação.

[009] Depois que o poço é fracionado, a pressão do fluxo do fluido de fraturamento é reduzida. Como resultado, um elemento de retorno, tal como uma mola, força a camisa a se mover da primeira posição operacional para a segunda posição operacional de modo que o orifício da camisa fica agora alinhado com o segundo orifício no alojamento. Enquanto isso, o primeiro orifício no alojamento fica agora fechado. Como mencionado acima, esse segundo orifício no alojamento pode incluir um elemento de controle de fluxo do fluido. Como resultado do alinhamento do orifício da camisa com esse segundo orifício, os fluidos de retorno do poço ou formação podem fluir para dentro do furo do alojamento e até a superfície do poço. Ao fazer isso, pelo menos um pouco do detrito nos fluidos de retorno é impedido pela tela de entrar no furo do alojamento e/ou a taxa de fluxo do fluido de retorno é controlada.

[0010] Em uma modalidade, uma ferramenta de fraturamento tendo uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional é revelada. A ferramenta de fraturamento pode compreender um alojamento tendo uma superfície da parede interna definindo um furo, um primeiro orifício e um segundo orifício disposto acima do primeiro orifício; uma camisa em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa tendo um orifício de camisa e um atuador para mover a camisa da posição de inserção para a primeira posição operacional; e um elemento de retor-

no em engate deslizante com a superfície da parede interna e operativamente associado com a camisa, o elemento de retorno tendo um elemento orientado, o elemento orientado sendo energizado quando a ferramenta de fraturamento está na primeira posição operacional e o elemento orientado não sendo energizado quando a ferramenta de fraturamento está na segunda posição operacional, sendo que o orifício da camisa fecha o primeiro e o segundo orifícios no alojamento quando a ferramenta de fraturamento está na posição de inserção, o orifício da camisa fica alinhado com o primeiro orifício no alojamento e o segundo orifício é fechado pela camisa quando a ferramenta de fraturamento está na primeira posição operacional e o orifício da camisa fica alinhado com o segundo orifício no alojamento e o primeiro orifício é fechado pela camisa quando a ferramenta de fraturamento está na segunda posição operacional.

[0011] Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que o atuador pode compreender uma sede disposta em um furo da camisa, a sede sendo acionável por um elemento de tampão de modo que a camisa pode ser movida da posição de inserção para a primeira posição operacional pela pressão do fluido forçando o elemento de tampão para dentro da sede. Outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que a sede pode compreender uma sede de esfera e o elemento de tampão pode compreender uma esfera. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que a superfície da parede interna pode incluir um ressalto operativamente associado com o elemento orientado e um ressalto de parada operativamente associado com o elemento de retorno. Ainda outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que o elemento de retorno pode compreender uma camisa de retorno, a camisa de retorno tendo uma porção de cabeça, uma porção de haste e o furo do elemento de retorno longitudinalmente disposto através delas. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que a por-

ção de cabeça, porção de haste, superfície da parede interna e ressalto podem formar uma câmara na qual o elemento orientado é disposto. Um outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que o elemento orientado pode compreender uma mola espiral. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que a camisa pode incluir um elemento retentor remível para manter a camisa na posição de inserção. Ainda outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que o elemento de retenção remível pode compreender um flange disposto na camisa, o flange ser operativamente associado com um recesso disposto ao longo da superfície da parede interna do alojamento. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que o elemento de retorno pode ser disposto abaixo da camisa e inclui uma superfície de engate para engatar a camisa na primeira e segunda posições operacionais.

[0012] Em uma outra modalidade, uma ferramenta de fraturamento tem uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional e compreende um alojamento que tem um furo, uma superfície da parede interna, a superfície da parede interna definindo o furo, uma superfície da parede externa, um primeiro orifício e um segundo orifício, cada um do primeiro orifício e do segundo orifício proporcionando comunicação de fluido com o furo através da superfície da parede interna e da superfície da parede externa, o primeiro orifício sendo disposto abaixo do segundo orifício e o segundo orifício tendo uma tela disposta nele; uma camisa em engate deslizando com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa tendo um orifício de camisa e uma sede disposta dentro de um furo da camisa, a sede tendo uma superfície de engate de sede para receber um elemento de tampão para restringir o fluxo do fluido através do furo da camisa, de modo que a camisa fica móvel da posição de inserção para a primeira posição operacional pela pressão do fluido forçando o elemento de tampão para dentro da sede e um elemento de retorno em

engate deslizante com a superfície da parede interna e operativamente associado com a camisa, o elemento de retorno tendo um elemento orientado, o elemento orientado sendo energizado pelo movimento da camisa da posição de inserção para a primeira posição operacional, sendo que o orifício da camisa fecha o primeiro e o segundo orifícios no alojamento quando a ferramenta de fraturamento está na posição de inserção, o orifício da camisa fica alinhado com o primeiro orifício no alojamento e o segundo orifício é fechado pela camisa quando a ferramenta de fraturamento está na primeira posição operacional e o orifício da camisa fica alinhado com o segundo orifício no alojamento e o primeiro orifício é fechado pela camisa quando a ferramenta de fraturamento está na segunda posição operacional.

[0013] Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que o elemento de retorno pode ser disposto abaixo da camisa e inclui uma superfície de engate para engatar a camisa na primeira e segunda posições operacionais. Outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que a superfície da parede interna pode incluir um ressalto operativamente associado com o elemento orientado e um ressalto de parada operativamente associado com o elemento de retorno e o elemento de retorno compreende uma camisa de retorno, a camisa de retorno tendo uma porção de cabeça, uma porção de haste e furo de elemento de retorno longitudinalmente disposto através delas. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que a porção de cabeça, porção de haste, superfície da parede interna e ressalto podem formar uma câmara na qual o elemento orientado é disposto. Ainda outro aspecto da ferramenta de fraturamento é que o elemento orientado compreende um elemento elástico. Um aspecto adicional da ferramenta de fraturamento é que o elemento elástico compreende uma mola espiral.

[0014] Em uma modalidade adicional, um método de fraturamento e produção de fluidos de um poço é revelado. O método pode com-

preender as etapas de: (a) dispor uma ferramenta de fraturamento em uma coluna, a ferramenta de fraturamento compreendendo um alojamento tendo um furo definido por uma superfície da parede interna, uma superfície da parede externa, um primeiro orifício e um segundo orifício, cada um do primeiro orifício e do segundo orifício proporcionando comunicação de fluido com o furo através da superfície da parede interna e da superfície da parede externa, o primeiro orifício sendo disposto abaixo do segundo orifício, uma camisa em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa tendo um orifício de camisa, uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional, sendo que o orifício da camisa fica alinhado com o primeiro orifício na primeira posição operacional e o orifício da camisa fica alinhado com o segundo orifício na segunda posição operacional, e um elemento de retorno operativamente associado com a camisa e em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento; (b) baixar a coluna dentro do poço; (c) mover a camisa da posição de inserção para a primeira posição operacional, dessa maneira energizando o elemento de retorno; (d) fraturar o poço na primeira posição operacional bombeando um fluido de fraturamento através do furo, através do orifício da camisa, através do primeiro orifício e para dentro do poço; (e) reduzir o fluxo do fluido de fraturamento através do furo, através do orifício da camisa e através do primeiro orifício; (f) mover a camisa da primeira posição operacional para a segunda posição operacional liberando a energia armazenada no elemento de retorno para mover a camisa da primeira posição operacional para a segunda posição operacional e (g) produzir os fluidos do poço fluindo os fluidos do poço, através do segundo orifício, através do orifício da camisa e para dentro do furo do alojamento.

[0015] Um aspecto adicional do método é que a camisa pode ser

movida da posição de inserção para a primeira posição operacional dispondo um elemento de tampão em uma sede disposta dentro de um furo da camisa, de modo que a pressão do fluido se forma acima do elemento de tampão para forçar a camisa da posição de inserção para a primeira posição operacional. Outro aspecto do método é que o elemento de retorno pode ser energizado comprimindo um elemento elástico. Um aspecto adicional do método é que o elemento de retorno pode ser energizado pelo movimento do elemento de retorno de uma posição estática para uma posição energizada pela camisa engatando o elemento de retorno e forçando o elemento de retorno para um ressalto disposto ao longo da superfície da parede interna do alojamento.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0016] A figura 1 é uma vista da seção transversal de uma modalidade específica da ferramenta de fraturamento revelada aqui mostrada na posição de inserção.

[0017] A figura 2 é uma vista da seção transversal parcial da ferramenta de fraturamento de múltiplas posições da figura 1 mostrada na primeira posição operacional ou de fraturamento.

[0018] A figura 3 é uma vista da seção transversal da ferramenta de fraturamento de múltiplas posições da figura 1 mostrada na segunda posição operacional ou de produção.

[0019] Embora a invenção seja descrita em conjunto com as modalidades preferidas, será entendido que não é planejado limitar a invenção a essa modalidade. Ao contrário, é planejado abranger todas as alternativas, modificações e equivalentes conforme possam ser incluídos dentro do espírito e do escopo da invenção como definida pelas reivindicações anexas.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0020] Com referência agora às figuras 1-3, a ferramenta de fraturamento ou frac 30 inclui o alojamento externo 32 tendo a superfície da

parede interna 34, superfície da parede externa 36, furo 38, primeiro orifício ou de fraturamento 40 e segundo orifício ou de produção 42. O segundo orifício 42 pode incluir um elemento de controle de fluxo do fluido ou dispositivo como uma tela (não mostrada) que permite que os líquidos fluam através do segundo orifício 42, mas impede que certa matéria particulada de certo tamanho flua através do segundo orifício 42. O segundo orifício 42 pode também incluir um segundo elemento de controle de fluxo de fluido tal como um estrangulador (não-mostrado), que é capaz de controlar a queda de pressão e a taxa de fluxo através do segundo orifício 42. Em uma modalidade particular, o segundo orifício 42 inclui a tela e um estrangulador.

[0021] A camisa 50 fica em engate deslizante com a superfície da parede interna 34. A camisa 50 inclui o furo 52 e o elemento retentor 53 mostrado como um flange 55 que é disposto dentro do recesso 35 na superfície da parede interna 35. A camisa 50 também inclui o orifício de camisa 54 e um atuador para mover a camisa 50 da posição de inserção (figura 1) para a primeira posição operacional (figura 2). O atuador pode ser qualquer dispositivo ou método conhecido para pessoas versadas na técnica. Como mostrado nas figuras 1-3, o atuador é uma sede tal como a sede da esfera 60 capaz de receber o elemento de tampão tal como a esfera 62. Embora as figuras 1-3 mostrem a sede da esfera 60 e a esfera 62, é para ser entendido que a sede não precisa ser uma sede de esfera e o elemento de tampão não precisa ser uma esfera. Ao contrário, a sede pode ter qualquer outra forma desejada ou necessária para receber um elemento de tampão reciprocamente formado.

[0022] A camisa 50 inclui vedações dinâmicas 56 (numeradas somente na figura 1) para auxiliar a camisa 50 no deslizamento ao longo da superfície da parede interna 34 e para reduzir a probabilidade de vazamentos entre a superfície da parede interna 34 e a superfície da

parede externa da camisa 50.

[0023] Também disposto ao longo da superfície da parede interna 34 está o elemento de retorno 70. O elemento de retorno 70 compreende uma camisa de retorno 71 tendo o furo 73 e o elemento orientado 74. Embora o elemento orientado 74 seja mostrado como um elemento elástico, tal como uma mola nas figuras 1-3, é para ser entendido que o elemento orientado 74 pode ser um outro dispositivo elástico que é capaz de ser energizado para exercer uma força ascendente ou contra o fluxo do fluido contra a camisa 50 quando a camisa 50 está na primeira posição operacional (figura 2). Elementos elásticos adequados para utilização como elemento orientado 74 incluem molas belleville (também conhecidas como arruelas belleville), molas capilares e elastômeros e polímeros deformáveis.

[0024] A camisa de retorno 71 fica em engate deslizante com a superfície da parede interna 34. Como mostrado nas figuras 1-3, a superfície da parede interna 34 inclui ressaltos 33 e 35 e a camisa de retorno 71 compreende uma porção de cabeça 75 e uma porção de haste 76. Vedações dinâmicas 77 (numeradas somente na figura 1) dispostas na camisa de retorno 71 auxiliam a camisa de retorno 71 no deslizamento ao longo da superfície da parede interna 34 e a reduzir a probabilidade de vazamentos entre a superfície da parede interna 34 e a superfície da parede externa da camisa de retorno 71.

[0025] A porção de cabeça 75 e o ressalto 33 formam a câmara 37 na qual o elemento orientado 74 é disposto. O ressalto 35 produz uma parada para impedir o deslizamento da camisa de retorno 71 em uma localização predeterminada ao longo da superfície da parede interna 34.

[0026] O elemento orientado 74 é disposto dentro da câmara 37 e no ressalto 33, de modo que o elemento orientado 74 pode impelir a porção de cabeça 75 e, dessa maneira, a camisa de retorno 71 para

cima.

[0027] Como ilustrado na figura 2, a esfera 62 engata a sede da esfera 60 para restringir o fluxo do fluido através do furo 52. A pressão do fluido, tal como pelo bombeamento do fluido de fraturamento (não-mostrado) para baixo através do furo 38, é exercida sobre a esfera 62 fazendo o elemento retentor 53 se libertar da superfície da parede interna 34, de modo que a camisa 50 é forçada para baixo para o elemento de retorno 70. A camisa 50 continua a ser forçada para baixo, energizando o elemento orientado 74, até que a camisa de retorno 71 engata o ressalto 35. Nessa posição, o orifício da camisa 54 fica alinhado com o primeiro orifício 40 do alojamento 32 e, dessa maneira, a ferramenta de fraturamento 30 fica na primeira posição operacional como mostrado na figura 2. Dessa maneira, o fluido de fraturamento pode ser bombeado do furo 38, através do orifício da camisa 54, através do primeiro orifício 40 e para dentro do poço ou formação de poço para fraturar a formação.

[0028] Como mostrado na figura 3, depois que fluido de fraturamento suficiente é injetado no poço ou formação de furo aberto, a esfera 62 é removida da sede da esfera 60 através de qualquer método conhecido para pessoas versadas na técnica. Por exemplo, a esfera 62 pode ser removida da sede da esfera 60 aumentando a pressão de fluido do fluido de fraturamento sendo bombeado para baixo através do furo 38 até que a esfera 62 é forçada através da sede da esfera 60, de modo que ela possa cair para o fundo do poço. Alternativamente, a esfera 62 pode ser removida da sede da esfera 60 diminuindo a pressão de fluido do fluido de fraturamento sendo bombeado para baixo através do furo 38, de modo que a esfera possa flutuar de volta para a superfície do poço.

[0029] A redução da pressão de fluido do fluido de fraturamento, depois de forçar a esfera 62 através da sede da esfera 60 ou de permi-

tir que a esfera 62 flutua para a superfície do poço, permite que o elemento orientado energizado 74 supere a força descendente do fluido sendo, ou previamente sendo, bombeado para baixo através do furo 38. Quando a força ascendente do elemento orientado 74 supera a força descendente do fluido sendo, ou previamente sendo, bombeado para baixo através do furo 38, o elemento de retorno 70 começa a se mover para cima e, dessa maneira, força a camisa 50 para cima da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3). Nessa posição, o orifício da camisa 54 fica alinhado com o segundo orifício 42 do alojamento 32 e, dessa maneira, a ferramenta de fraturamento 30 fica na segunda posição operacional como mostrado na figura 3. Dessa forma, os fluidos de retorno, tais como óleo, gás e água podem fluir do poço ou formação do poço e para dentro do furo 38, de modo que os fluidos de retorno podem ser coletados na superfície do poço.

[0030] Em operação, a ferramenta de fraturamento 30 é disposta em uma tubagem ou coluna de revestimento através de elementos de fixação (não-mostrados) dispostos nas extremidades superior e inferior do alojamento 32. A coluna é então abaixada dentro do poço para a localização desejada. Durante essa etapa de inserção, a camisa 50 e, dessa maneira a ferramenta de fraturamento 30, fica na posição de inserção (figura 1), de modo que o primeiro e o segundo orifícios 40, 42 são fechados.

[0031] O furo 52 é restrito e a camisa 50 é movida da primeira posição operacional para a segunda posição operacional. Em uma modalidade específica, o furo 52 é restrito descendo um elemento de tampão tal como a esfera 60 dentro do furo 38 e colocando o elemento de tampão em uma sede. O fluido de fraturamento é bombeado para baixo do furo 38 para libertar a camisa 50 e forçar a camisa 50 para baixo. A camisa 50 engata o elemento de retorno 70 e força o elemento

de retorno 70 para baixo até que o elemento de retorno 70 engata uma parada disposta ao longo da superfície da parede interna 34, por exemplo, ressalto de parada 35. Ao fazer isso, o elemento de retorno 70 fica energizado.

[0032] Quando o elemento de retorno 70 é energizado, a camisa 50 e, dessa forma, a ferramenta de fraturamento 30, fica na primeira posição operacional (figura 2), tal que o orifício da camisa 54 fica alinhado com o primeiro orifício 40 do alojamento 32. O fluido de fraturamento, portanto, pode fluir do furo 38 para dentro do poço ou formação do poço para fraturar a formação. Depois que um intervalo de tempo passou para fraturar a formação como desejado ou necessário para estimular a produção de hidrocarboneto do poço, o fluido de fraturamento não é mais bombeado para baixo através do furo 38. Em uma modalidade, o furo 52 fica completamente aberto, isto é, não é mais restrito, antes de ou durante o movimento da camisa da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3). Devido à redução na pressão do fluido agindo para forçar a camisa 50 para dentro do elemento de retorno 70, o elemento de retorno energizado 70 move a camisa 50 para cima da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3). Como resultado, o orifício da camisa 54 fica agora alinhado com o segundo orifício 42 no alojamento 32 e o primeiro orifício 40 é isolado.

[0033] Depois de orientados na segunda posição operacional (figura 3), os fluidos de retorno podem fluir do poço ou formação do poço através do segundo orifício 42 e para dentro do furo 38, de modo que os fluidos de retorno podem fluir para a superfície do poço para a coleta.

[0034] Como será reconhecido por pessoas versadas na técnica, o movimento da ferramenta de fraturamento 30 da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3) não

exigiu qualquer intervenção no poço usando outra ferramenta ou dispositivo. Tudo o que foi necessário foi a redução da pressão do fluido forçando a camisa 50 para dentro do elemento de retorno 70 para facilitar ambos a remoção da restrição no furo 52 e o movimento da camisa 50 da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3), ou para facilitar o movimento da camisa 50 da primeira posição operacional (figura 2) para a segunda posição operacional (figura 3) depois que a restrição no furo 52 foi removida por outro recurso sem intervenção, por exemplo, forçando a esfera 62 através da sede da esfera 60. Em outra modalidade, a restrição do furo 52 não é necessária durante as operações de fraturamento, isto é, quando a ferramenta de fraturamento 30 está na primeira posição operacional (figura 2). Em uma modalidade adicional, o furo 52 pode permanecer restrito durante as operações de produção, isto é, quando a ferramenta de fraturamento 30 está na segunda posição operacional.

[0035] Nas modalidades discutidas aqui com relação às figuras 1-3, para cima, para a superfície do poço (não-mostrado), é para o topo das figuras 1-3, e para baixo ou dentro do furo (a direção partindo da superfície do poço) é para o fundo das figuras 1-3. Em outras palavras, "para cima" e "para baixo" são usados com relação às figuras 1-3 como descrevendo a orientação vertical ilustrada nas figuras 1-3. Entretanto, é para ser entendido que a ferramenta de fraturamento 30 pode ser disposta dentro de um poço horizontal ou outro desviado de modo que "para cima" e "para baixo" não sejam orientados verticalmente.

[0036] É para ser entendido que a invenção não é limitada aos detalhes exatos de construção, operação, materiais exatos ou modalidades mostradas e descritas, já que modificações e equivalentes serão evidentes para alguém versado na técnica. Por exemplo, o elemento de retorno pode incluir uma mola belleville (também conhecida como arruelas belleville) ou um elastômero deformável ou elemento embor-

rachado. Além do mais, o elemento de retorno pode ser um atuador energizado por pressão hidráulica, pressão hidrostática ou potência elétrica tal como de pacotes de bateria tendo reguladores elétricos. Adicionalmente, o atuador para mover a camisa da primeira posição operacional para a segunda posição operacional pode ser um pistão que é acionado usando pressão hidrostática ou outra. Dessa maneira, a invenção é para ser limitada, portanto, somente pelo escopo das reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de fraturamento (30) tendo uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional, a ferramenta de fraturamento (30) compreendendo:

um alojamento (32) tendo uma superfície da parede interna definindo um furo, um primeiro orifício e um segundo orifício disposto acima do primeiro orifício;

uma camisa (50) em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa (50) tendo um orifício de camisa (52) e um atuador para mover a camisa (50) da posição de inserção para a primeira posição operacional, **caracterizada pelo fato de que** o atuador compreende uma sede disposta em um furo da camisa, a sede sendo acionável por um elemento de tampão de modo que a camisa (50) pode ser movida da posição de inserção para a primeira posição operacional pela pressão do fluido forçando o elemento de tampão para dentro da sede; e

um elemento de retorno (70) em engate deslizante com a superfície da parede interna e operativamente associado com a camisa, o elemento de retorno (70) tendo um elemento orientado (74), o elemento orientado (74) sendo energizado quando a ferramenta de fraturamento (30) está na primeira posição operacional e o elemento orientado (74) não sendo energizado quando a ferramenta de fraturamento (30) está na segunda posição operacional,

em que o orifício de camisa (52) fecha o primeiro e o segundo orifícios no alojamento (32) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na posição de inserção, o orifício de camisa (52) fica alinhado com o primeiro orifício no alojamento (32) e o segundo orifício é fechado pela camisa (50) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na primeira posição operacional e o orifício de camisa (52) fica alinhado com o segundo orifício no alojamento (32) e o primeiro orifício

é fechado pela camisa (50) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na segunda posição operacional.

2. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a sede compreende uma sede de esfera e o elemento de tampão compreende uma esfera.

3. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a superfície da parede interna inclui um ressalto operativamente associado com o elemento orientado (74) e um ressalto de parada operativamente associado com o elemento de retorno (70).

4. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada pelo fato de que** o elemento de retorno (70) compreende uma camisa (50) de retorno, a camisa (50) de retorno tendo uma porção de cabeça, uma porção de haste e o furo do elemento de retorno (70) longitudinalmente disposto através delas.

5. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada pelo fato de que** a porção de cabeça, porção de haste, superfície da parede interna e ressalto formam uma câmara na qual o elemento orientado (74) é disposto.

6. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo fato de que** o elemento orientado (74) compreende uma mola espiral.

7. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a camisa (50) inclui um elemento retentor (53) removível para manter a camisa (50) na posição de inserção.

8. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada pelo fato de que** o elemento de retenção removível compreende um flange disposto na camisa, o flange sendo operativamente associado com um recesso disposto ao longo da su-

perfície da parede interna do alojamento.

9. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o elemento de retorno (70) é disposto abaixo da camisa (50) e inclui uma superfície de engate para engatar a camisa (50) na primeira e segunda posições operacionais.

10. Ferramenta de fraturamento (30) tendo uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional, a ferramenta de fracionamento compreendendo:

um alojamento (32) que tem um furo, uma superfície da parede interna, a superfície da parede interna definindo o furo, uma superfície da parede externa, um primeiro orifício e um segundo orifício, cada um do primeiro orifício e do segundo orifício proporcionando comunicação de fluido com o furo através da superfície da parede interna e da superfície da parede externa, o primeiro orifício sendo disposto abaixo do segundo orifício e o segundo orifício tendo uma tela disposta nele;

uma camisa (50) em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa (50) tendo um orifício de camisa (52) **caracterizada por** uma sede disposta dentro de um furo da camisa, a sede tendo uma superfície de engate de sede para receber um elemento de tampão para restringir o fluxo do fluido através do furo da camisa, de modo que a camisa (50) fica móvel da posição de inserção para a primeira posição operacional pela pressão do fluido forçando o elemento de tampão para dentro da sede e

um elemento de retorno (70) em engate deslizante com a superfície da parede interna e operativamente associado com a camisa, o elemento de retorno (70) tendo um elemento orientado (74), o elemento orientado (74) sendo energizado pelo movimento da camisa (50) da posição de inserção para a primeira posição operacional,

em que o orifício de camisa (52) fecha o primeiro e o se-

gundo orifícios no alojamento (32) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na posição de inserção, o orifício de camisa (52) fica alinhado com o primeiro orifício no alojamento (32) e o segundo orifício é fechado pela camisa (50) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na primeira posição operacional e o orifício de camisa (52) fica alinhado com o segundo orifício no alojamento (32) e o primeiro orifício é fechado pela camisa (50) quando a ferramenta de fraturamento (30) está na segunda posição operacional.

11. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo fato de que** o elemento de retorno (70) é disposto abaixo da camisa (50) e inclui uma superfície de engate para engatar a camisa (50) na primeira e segunda posições operacionais.

12. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo fato de que** a superfície da parede interna inclui um ressalto operativamente associado com o elemento orientado (74) e um ressalto de parada operativamente associado com o elemento de retorno (70) e o elemento de retorno (70) compreende uma camisa (50) de retorno, a camisa (50) de retorno tendo uma porção de cabeça, uma porção de haste e furo de elemento de retorno (70) longitudinalmente disposto através delas.

13. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada pelo fato de que** a porção de cabeça, porção de haste, superfície da parede interna e ressalto formam uma câmara na qual o elemento orientado (74) é disposto.

14. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 13, **caracterizada pelo fato de que** o elemento orientado (74) é um elemento elástico.

15. Ferramenta de fraturamento (30) de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada pelo fato de que** o elemento elástico é

uma mola espiral.

16. Método de fraturamento e produção de fluidos de um poço, **caracterizado por** compreender as etapas de:

(a) dispor uma ferramenta de fraturamento (30) em uma coluna, a ferramenta de fraturamento (30) compreendendo

um alojamento (32) tendo um furo definido por uma superfície da parede interna, uma superfície da parede externa, um primeiro orifício e um segundo orifício, cada um do primeiro orifício e do segundo orifício proporcionando comunicação de fluido com o furo através da superfície da parede interna e da superfície da parede externa, o primeiro orifício sendo disposto abaixo do segundo orifício,

uma camisa (50) em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento, a camisa (50) tendo um orifício de camisa, uma posição de inserção, uma primeira posição operacional e uma segunda posição operacional, em que o orifício de camisa (52) fica alinhado com o primeiro orifício na primeira posição operacional e o orifício de camisa (52) fica alinhado com o segundo orifício na segunda posição operacional e

um elemento de retorno (70) operativamente associado com a camisa (50) e em engate deslizante com a superfície da parede interna do alojamento;

(b) baixar a coluna dentro do poço;

(c) mover a camisa (50) da posição de inserção para a primeira posição operacional, dessa maneira energizando o elemento de retorno (70);

(d) fraturar o poço na primeira posição operacional bombeando um fluido de fraturamento através do furo, através do orifício da camisa, através do primeiro orifício e para dentro do poço;

(e) reduzir o fluxo do fluido de fraturamento através do furo, através do orifício de camisa (52) e através do primeiro orifício;

(f) mover a camisa (50) da primeira posição operacional para a segunda posição operacional liberando a energia armazenada no elemento de retorno (70) para mover a camisa (50) da primeira posição operacional para a segunda posição operacional e

(g) produzir os fluidos do poço fluindo os fluidos do poço, através do segundo orifício, através do orifício de camisa (52) e para dentro do furo do alojamento.

17. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** a camisa (50) é movida da posição de inserção para a primeira posição operacional dispondo um elemento de tampão em uma sede disposta dentro de um furo da camisa, de modo que a pressão do fluido se forma acima do elemento de tampão para forçar a camisa (50) da posição de inserção para a primeira posição operacional.

18. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de retorno (70) é energizado comprimindo um elemento elástico.

19. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de retorno (70) é energizado pelo movimento do elemento de retorno (70) de uma posição estática para uma posição energizada pela camisa (50) engatando o elemento de retorno (70) e forçando o elemento de retorno (70) para um ressalto disposto ao longo da superfície da parede interna do alojamento.

