



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0909357-5

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0909357-5

(22) Data do Depósito: 10/03/2009

(43) Data da Publicação do Pedido: 17/09/2009

(51) Classificação Internacional: E21B 33/12; E21B 33/124; E21B 43/08; E21B 43/12; E21B 43/14; E21B 43/30; E21B 34/08; E21B 41/00.

(30) Prioridade Unionista: NO 2008 1317 de 12/03/2008.

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA CONTROLAR O FLUXO DE FLUIDO EM UM POÇO RAMIFICADO

(73) Titular: STATOIL PETROLEUM AS, Pessoa Jurídica. Endereço: FORUSBEEN 50, N-4035 STAVANGER, NORUEGA, NORUEGA(NO), Norueguesa

(72) Inventor: VIDAR MATHIESEN; HAAVARD AAKRE.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 10/03/2009, observadas as condições legais

Expedida em: 15/01/2019

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“SISTEMA E MÉTODO PARA CONTROLAR O FLUXO DE FLUIDO EM UM POÇO RAMIFICADO”

[0001] A presente invenção diz respeito a um sistema e método para controlar o fluxo de um fluido em poços ramificados. Mais especificamente, a invenção diz respeito a um sistema e um método revelado no preâmbulo de acordo com a reivindicação 1 e 6, respectivamente.

[0002] Em uma modalidade preferida da invenção, uma pluralidade de válvulas ou dispositivos de controle de fluxo autônomos é substancialmente igual à descrita em WO 2008/004875 A1, pertencente ao requerente do presente pedido.

[0003] Dispositivos para recuperação de óleo e gás de poços horizontais e verticais compridos são conhecidos pelos relatórios descritivos de patentes US Nos. 4.821.801, 4.858.691, 4.577.691 e relatório descritivo de patente GB No. 2169018. Esses dispositivos conhecidos compreendem um tubo de drenagem perfurado com, por exemplo, um filtro para controle de areia em torno do tubo. Uma desvantagem considerável com os dispositivos conhecidos para produção de óleo e/ou gás em formações geológicas altamente permeáveis é que a pressão no tubo de drenagem aumenta exponencialmente na direção à montante, em decorrência do atrito do fluxo no tubo. Em virtude de a pressão diferencial entre o reservatório e o tubo de drenagem diminuir à montante em decorrência disto, a quantidade de óleo e/ou gás que escoar do reservatório para o tubo de drenagem diminuirá de forma correspondente. O óleo e/ou gás total produzidos desta maneira, portanto, serão baixos. Com zonas de óleo finas e formações geológicas altamente permeáveis, existe adicionalmente um alto risco de invasão ascendente, isto é, fluxo de água ou gás indesejado para o tubo de drenagem à jusante, onde a velocidade do fluxo de óleo do reservatório para o tubo é máxima.

[0004] Pela World Oil, vol. 212, N. 11 (11/91), páginas 73 - 80, é previamente conhecido dividir um tubo de drenagem em seções com um ou mais dispositivos de restrição de entrada tais como camisas corrediças ou dispositivos de estrangulamento. Entretanto, esta referência está lidando principalmente com o uso de controle de entrada para limitar a taxa de entrada para zonas acima no furo e

assim evitar ou reduzir invasão ascendente de água e/ou gás.

[0005] WO-A-9208875 descreve um tubo de produção horizontal compreendendo uma pluralidade de seções de produção conectada por câmaras de mistura com um maior diâmetro interno do que as seções de produção. As seções de produção compreendem um revestimento vedador fendado externo que pode-se considerar que realiza uma ação de filtração. Entretanto, as sequências de seções de diferentes diâmetros criam turbulência de fluxo e impede a descida de ferramentas de intervenção.

[0006] Durante extração de óleo e/ou gás de formações geológicas de produção, fluidos de diferentes qualidades, isto é, óleo, gás, água (e areia) são produzidos em diferentes quantidades e misturas dependendo da propriedade ou qualidade da formação. Nenhum dos dispositivos conhecidos mencionados é capaz de distinguir e controlar a entrada de óleo, gás ou água com base nas suas composições e/ou qualidades relativas.

[0007] Com a válvula autônoma descrita em WO 2008/004875 A1 é provido um dispositivo controle de fluxo de entrada que é autoajustável ou autônomo e pode facilmente ser adaptado na parede de um tubo de produção e que portanto permite o uso de ferramentas de intervenção. O dispositivo é projetado para "distinguir" o óleo e/ou gás e/ou água e é capaz de controlar o fluxo ou entrada de óleo ou gás, dependendo de em quais desses fluidos é necessário controlar o fluxo.

[0008] O dispositivo relevante em WO 2008/004875 A1 é robusto, pode suportar grandes forças e altas temperaturas, não precisa de fonte de alimentação, pode suportar produção de areia, é confiável, mas é ainda simples e muito barato.

[0009] Um problema com a tecnologia anterior é que um poço cobrirá uma área do reservatório limitada e, conseqüentemente, que a drenagem e produção de óleo de um único poço é limitada.

[0010] O sistema e método de acordo com a invenção procuram reduzir ou eliminar os problemas ou desvantagens revelados, e outros mais, provendo uma vazão volumétrica substancialmente constante e um filtro de fase ao longo dos poços, mesmo para um reservatório multicamadas.

[0011] O sistema e método de acordo com a invenção são caracterizados pelos recursos revelados na cláusula caracterizante de acordo com a reivindicação 1 e 6, respectivamente.

[0012] Modalidades vantajosas são apresentadas nas reivindicações dependentes.

[0013] A presente invenção será adicionalmente descrita a seguir por meio de exemplos e com referência aos desenhos, onde:

[0014] A figura 1 mostra uma vista esquemática de um tubo de produção com um dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1;

[0015] A figura 2 a) mostra, em escala ampliada, uma seção transversal do dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1, b) mostra o mesmo dispositivo em uma vista de topo;

[0016] A figura 3 é um diagrama mostrando o fluxo volumétrico através de um dispositivo de controle de acordo com a invenção em função da pressão diferencial em comparação com um dispositivo de entrada fixo;

[0017] A figura 4 mostra o dispositivo mostrado na figura 2, mas com a indicação de diferentes zonas de pressão influenciando o desenho do dispositivo para diferentes aplicações.

[0018] A figura 5 mostra um esboço principal de uma outra modalidade do dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1;

[0019] A figura 6 mostra um esboço principal de uma terceira modalidade do dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1;

[0020] A figura 7 mostra um esboço principal de uma quarta modalidade do dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1.

[0021] A figura 8 mostra um esboço principal de uma quinta modalidade de WO 2008/004875 A1 onde o dispositivo de controle é uma parte integral de um arranjo de fluxo.

[0022] A figura 9 mostra uma vista em elevação de parte de um poço principal completado com 5 ramificações não completadas.

[0023] A figura 9a mostra substancialmente uma vista ampliada da parte da

figura 9 constrita por um oval.

[0024] A figura 1 mostra, como anteriormente declarado, uma seção de um tubo de produção 1 na qual um dispositivo de controle 2 de acordo com WO 2008/004875 A1 é provido. O dispositivo de controle 2 é preferivelmente de forma circular, relativamente plana e pode ser provido com roscas externas 3 (vide figura 2) para ser aparafusadas em um furo circular com roscas internas correspondentes no tubo ou em um injetor. Controlando-se a espessura, o dispositivo 2, pode ser adaptado à espessura do tubo ou injetor e se encaixar na sua periferia externa e interna.

[0025] As figuras 2 a) e b) mostram o dispositivo de controle 2 da tecnologia anterior de WO 2008/004875 A1 em escala ampliada. O dispositivo consiste em um primeiro corpo do alojamento em forma de disco 4 com um segmento cilíndrico externo 5 e segmento cilíndrico interno 6 e com um furo ou abertura central 10, e um segundo corpo do suporte em forma de disco 7 com um segmento cilíndrico externo 8, bem como um disco preferivelmente plano ou corpo livremente móvel 9 provido em um espaço aberto 14 formado entre o primeiro 4 e segundo 7 corpos do alojamento e suporte em forma de disco. O corpo 9, para aplicações e ajustes particulares, pode fugir da forma plana e ter uma forma parcialmente cônica ou semicircular (por exemplo, em direção à abertura 10.) Como pode-se ver pela figura, o segmento cilíndrico 8 do segundo corpo do suporte em forma de disco 7 se encaixa e salienta-se na direção oposta do segmento cilíndrico externo 5 do primeiro corpo do alojamento em forma de disco 4 formando assim um caminho de fluxo, mostrado pelas setas 11, onde o fluido entra no dispositivo de controle através do furo ou abertura central (entrada) 10 e escoar em direção e radialmente ao longo do disco 9 antes de escoar através da abertura anular 12 formada entre os segmentos cilíndricos 8 e 6 e adicionalmente para fora através da abertura anular 13 formada entre os segmentos cilíndricos 8 e 5. Os dois corpos do alojamento e suporte em forma de disco 4, 7 são anexados um no outro por meio de uma conexão rosqueada, solda ou outros meios (não mostrados adicionalmente nas figuras) em uma área de conexão 15, como mostrado na figura 2b).

[0026] A presente invenção explora o efeito do preceito de Bernoulli de que a

soma da pressão estática, pressão dinâmica e atrito é constante ao longo de uma linha de fluxo:

$$p_{\text{estática}} + \frac{1}{2}\rho v^2 + \Delta p_{\text{fricção}}$$

[0027] Quando se submete o disco 9 a um fluxo de fluido, que é o caso com a presente invenção, a diferença de pressão no disco 9 pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\Delta p_{\text{superior}} = \left[p_{\text{superior}}(P_4) - p_{\text{inferior}}(f(p_1, p_2, p_3)) \right] = \frac{1}{2}\rho v^2$$

[0028] Por causa da menor viscosidade, um fluido tal como gás "fará uma volta depois" e seguirá adicionalmente ao longo do disco em direção à sua extremidade externa (indicada pelo número de referência 14). Isto produz uma maior pressão de estagnação na área 16 na extremidade do disco 9, que, por sua vez, produz uma maior pressão sobre o disco. E o disco 9, que é livremente móvel no espaço entre os corpos em forma de disco 4, 7, moverá para baixo e assim estreitarão o caminho de fluxo entre o disco 9 e o segmento cilíndrico interno 6. Assim, o disco 9 move-se para baixo ou para cima dependendo da viscosidade do fluido em movimento, por meio do que este princípio pode ser usado para controlar (abrir/fechar) o fluxo de fluido através do dispositivo.

[0029] Adicionalmente, a queda de pressão através de um dispositivo de controle de fluxo de entrada tradicional (ICD) com geometria fixa será proporcional à pressão dinâmica:

$$\Delta p = K \cdot \frac{1}{2} \rho v^2$$

onde a constante K é principalmente uma função da geometria e menos dependente do número de Reynolds. No dispositivo de controle de acordo com a presente invenção, a área de fluxo diminuirá quando a pressão diferencial aumentar, de maneira tal que o fluxo volumétrico através do dispositivo de controle não

aumenta, ou praticamente não aumenta, quando a queda de pressão aumenta. Uma comparação entre um dispositivo de controle de acordo com a presente invenção com disco móvel e um dispositivo de controle com abertura de fluxo direto fixa está mostrada na figura 3 e, como pode-se ver pela figura, o volume de fluxo direto para a presente invenção é constante acima de uma dada pressão diferencial.

[0030] Isto representa uma vantagem principal com a presente invenção, já que ela pode ser usada para garantir que o mesmo volume escoe através de cada seção em todo o poço horizontal, que não é possível com dispositivos de controle de fluxo de entrada fixos.

[0031] Durante a produção de óleo e gás, o dispositivo de controle de acordo com a invenção pode ter duas diferentes aplicações: usá-lo como dispositivo de controle de fluxo de entrada para reduzir a entrada de água, ou usá-lo para reduzir o fluxo de entrada de gás em situações de vazamento de gás. Quando se projeta o dispositivo de controle de acordo com a invenção para a aplicação diferente tal como água ou gás, como anteriormente mencionado, as diferentes áreas e zonas de pressão, mostradas na figura 4, terão impacto na eficiência e propriedades do fluxo do dispositivo. Referindo-se à figura 4, as diferentes áreas/zonas de pressão podem ser divididas em:

- A_1 , P_1 é a área e pressão de fluxo de entrada, respectivamente. A força (P_1-A_1) gerada por esta pressão tentará abrir o dispositivo de controle (mover o disco ou corpo 9 para cima).

- A_2 , P_2 é a área e pressão na zona onde a velocidade será maior e consequentemente representa uma fonte de pressão dinâmica. A força resultante da pressão dinâmica tentará fechar o dispositivo de controle (mover o disco ou corpo 9 para baixo à medida que a velocidade do fluxo aumenta).

- A_3 , P_3 é a área e pressão na saída. Isto deve ser o mesmo que a pressão do poço (pressão de entrada).

- A_4 , P_4 é a área e pressão (pressão de estagnação) detrás do disco ou corpo móvel 9. A pressão de estagnação, na posição 16 (figura 2) cria a pressão e a força detrás do corpo. Isto tentará fechar o dispositivo de controle (mover o corpo

para baixo).

[0032] Fluidos com diferentes viscosidades proverão diferentes forças em cada zona dependendo do desenho dessas zonas, a fim de otimizar a eficiência e propriedades de fluxo do dispositivo de controle, o desenho das áreas será diferente para diferentes aplicações, por exemplo, fluxo de gás/óleo ou óleo/água. Consequentemente, para cada aplicação, as áreas precisam ser criteriosamente equilibradas e idealmente projetadas levando-se em conta as propriedades e condições físicas (viscosidade, temperatura, pressão, etc.) para cada situação de desenho.

[0033] A figura 5 mostra um esboço principal de uma outra modalidade do dispositivo de controle de acordo com WO 2008/004875 A1, que é de um desenho mais simples que a versão mostrada na figura 2. O dispositivo de controle 2 consiste, tal como com a versão mostrada na figura 2, em um primeiro corpo do alojamento em forma de disco 4 com um segmento cilíndrico externo 5 e com um furo ou abertura central 10, e um segundo corpo do suporte em forma de disco 17 anexado no segmento 5 do corpo do alojamento 4, bem como um disco preferivelmente plano 9 provido em um espaço aberto 14 formado entre o primeiro e segundo corpos do alojamento e suporte em forma de disco 4, 17. Entretanto, uma vez que o segundo corpo do suporte em forma de disco 17 é aberto para dentro (através de um furo ou furos 23, etc.) e está agora somente mantendo o disco no lugar e, uma vez que o segmento cilíndrico 5 é menor com um diferente caminho de fluxo do que o que está mostrado na figura 2, não existe acúmulo de pressão de estagnação (P_4) no lado de trás do disco 9, como anteriormente explicado com relação à figura 4. Com esta solução sem pressão de estagnação, a espessura de construção para o dispositivo é menor e pode suportar uma maior quantidade de partículas contidas no fluido.

[0034] A figura 6 mostra uma terceira modalidade de acordo com WO 2008/004875 A1 onde o desenho é o mesmo do exemplo mostrado na figura 2, mas onde um elemento de mola 18, na forma de uma espiral ou outro dispositivo de mola adequado, é provido em qualquer lado do disco e conecta o disco com o suporte 7,

22, recesso 21 ou alojamento 4.

[0035] O elemento de mola 18 é usado para equilibrar e controlar a área de entrada entre o disco 9 e a entrada 10, ou então a borda ou sede em volta 19 da entrada 10. Assim, dependendo da constante de mola e assim da força da mola, a abertura entre o disco 9 e borda 19 será maior ou menor que e, com um constante de mola selecionada adequada, dependendo das condições de entrada e pressão no local selecionado onde o dispositivo de controle é provido, pode-se obter um fluxo de massa constante através do dispositivo.

[0036] A figura 7 mostra uma quarta modalidade de acordo com WO 2008/004875 A1, onde o desenho é o mesmo do exemplo na figura 6 anterior, mas onde o disco 9 é, no lado voltado para a abertura de entrada 10, provido com um dispositivo termicamente responsivo tal como um elemento bimetálico 20.

[0037] Durante a produção de óleo e/ou gás as condições podem mudar rapidamente de uma situação onde somente ou basicamente óleo é produzido para uma situação onde somente ou basicamente gás é produzido (vazamento de gás ou invasão ascendente de gás). Por exemplo, com uma queda de pressão de 16 bar de 100 bar a queda de temperatura corresponderia a aproximadamente 20 °C. Provendo-se o disco 9 com um elemento termicamente responsivo tal como um elemento bimetálico mostrado na figura 7, o disco dobrará para cima ou moverá para cima quando o elemento 20 apóia-se no corpo modelado do suporte 7, dessa forma estreitando a abertura entre o disco e a entrada 10, ou fechando completamente a dita entrada.

[0038] Os exemplos citados de um dispositivo de controle mostrado nas figuras 1 e 2 e 4 - 7 são todos relacionados a soluções onde o dispositivo de controle como tal é uma unidade ou dispositivo separado a ser provido em conjunto com uma situação ou arranjo de fluxo de fluido tal como a parede de um tubo de produção com relação à produção de óleo e gás. Entretanto, o dispositivo de controle pode, como mostrado na figura 8, ser uma parte integral do arranjo de fluxo de fluido, por meio do que o corpo móvel 9 pode ser provido em um recesso 21 voltado para a saída de uma abertura ou furo 10, por exemplo, de uma parede de um tubo 1 mostrado na figura 1,

em vez de ser provido em um corpo do alojamento separado 4. Adicionalmente, o corpo móvel 9 pode ser mantido no lugar no recesso por meio de um dispositivo de suporte tal como raios que salientam-se para dentro, um anel circular 22 ou similares sendo conectados na abertura externa do recesso por meio de aparafusamento, soldagem ou similares.

[0039] As figuras 9 e 9a mostram uma parte de um poço principal completado 27 que tem poços ramificados não completados 25 e obstruidores de dilatação ou constritores 26. Na figura 9a é também mostrado um reservatório 29, uma coroa circular 24 definida entre o reservatório 29 e o tubo de produção 1, uma peneira de areia 28 arranjada dentro da coroa circular 24, e uma válvula autônoma 2 - preferivelmente do tipo revelado em WO 2008/004875 A1 e como anteriormente descrito - arranjada em uma seção longitudinal do poço principal 27 definida entre dois sucessivos obstruidores de dilatação ou constritores 26.

[0040] Nas figuras 9 e 9a, uma válvula autônoma 2 é preferivelmente arranjada em cada seção do poço principal 27 definida entre dois sucessivos obstruidores de dilatação ou constritores 26 e com pelo menos um poço ramificado 25. Uma ou diversas seções podem, em adição, ou em substituição, compreender frações naturais na formação ou fraturas feitas pelo uso de explosivos de fundo de poço, as ditas fraturas resultando em uma drenagem ou perfil de pressão não uniforme e uma maior drenagem.

[0041] O método de acordo com a invenção compreende as seguintes etapas (não necessariamente na dita ordem):

prover um tubo de produção 1 compreendendo uma pluralidade de válvulas autônomas 2 arranjada ao longo do comprimento do dito tubo de produção 1,

perfurar um poço principal 27,

perfurar pelo menos um poço ramificado 25 lateralmente ao dito poço principal 27,

passar o dito tubo de produção 1 até o dito poço principal 27 para completar o poço principal 27,

prover uma pluralidade de obstruidores de dilatação ou constritores 26 ao longo do poço principal 27, os obstruidores de dilatação ou constritores definindo seções de tubo de produção em pelo menos algumas seções das quais o pelo menos um poço ramificado 25 e pelo menos uma válvula autônoma 2 são arranjados, e

controlar o fluxo de fluido das ditas ramificações não completadas 25 para cada dita seção de tubo de produção 1 com a pelo menos uma válvula autônoma 2 provida na dita seção.

[0042] Os poços ramificados não completados 25 são providos para aumentar a área de drenagem, isto é, o máximo contato do reservatório (MRC).

[0043] Com a válvula ou dispositivo de controle descritos em WO 2008/004875 A1, por causa da vazão volumétrica constante, uma drenagem muito melhor do reservatório é assim conseguida. Isto resulta em uma produção significativamente maior desse reservatório.

[0044] Referindo-se adicionalmente às figuras 9 e 9a, o poço principal 27 preferivelmente é um poço horizontal no qual as ramificações 25 são providas em um plano ou nível substancialmente horizontal. Entretanto, deve-se enfatizar que poços de qualquer inclinação, incluindo poços vertical, estão de acordo com o escopo da presente invenção como declarado nas reivindicações anexas.

[0045] Como também mencionado na parte introdutória da descrição, as válvulas autônomas 2 preferivelmente são aquelas descritas em WO 2008/004875 A1 e anteriores, mas qualquer tipo de válvula autônoma (por exemplo, operadas eletronicamente) é concebível no contexto da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para controlar o fluxo de fluido em um poço ramificado proveniente de um reservatório (29), o sistema compreendendo um poço principal completado (27) que tem pelo menos um poço ramificado não completado (25), uma coroa circular (24) definida entre o reservatório (29) e um tubo de produção (1) do poço principal completado (27) e pelo menos dois sucessivos obstruidores de dilatação ou constritores (26) definindo pelo menos uma seção longitudinal do poço principal (27) e dentro da qual pelo menos um poço ramificado não completado (25) é arranjado,

caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos uma válvula autoajustável (2) arranjada na dita seção longitudinal do poço principal (27) definida entre os ditos dois sucessivos obstruidores de dilatação ou constritores (26), a válvula autoajustável sendo arranjada para operar de acordo com o princípio de Bernoulli.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma peneira de areia (28) arranjada dentro da dita coroa circular (24).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a válvula autoajustável (2) tem um fluxo volumétrico substancialmente constante acima de uma dada pressão diferencial.

4. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o poço principal (27) é um poço horizontal.

5. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o poço principal (27) é um poço de qualquer inclinação com a horizontal, incluindo vertical.

6. Método para controlar o fluxo de fluido em um poço ramificado proveniente de um reservatório (29), caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas (não necessariamente na dita ordem):

prover um tubo de produção (1) compreendendo uma pluralidade de válvulas autoajustáveis (2) arranjada ao longo do comprimento do dito tubo de

produção (1),

perfurar um poço principal (27),

perfurar pelo menos um poço ramificado (25) lateralmente ao dito poço principal (27),

passar o dito tubo de produção (1) até o dito poço principal (27) para completar o poço principal (27),

prover uma pluralidade de obstruidores de dilatação ou constritores (26) ao longo do poço principal (27), os obstruidores de dilatação ou constritores definindo seções de tubo de produção em pelo menos algumas seções das quais o pelo menos um poço ramificado (25) e pelo menos uma válvula autoajustável (2) são arrançados, a válvula autoajustável sendo arrançada para operar de acordo com o princípio de Bernoulli e

controlar o fluxo de fluido das ditas ramificações não completadas (25) para cada dita seção de tubo de produção (1) com a pelo menos uma válvula autoajustável (2) provida na dita seção.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por arranjar uma peneira de areia (28) dentro de uma coroa circular (24) definida entre o reservatório (29) e o tubo de produção (1) em pelo menos uma seção definida entre dois obstruidores de dilatação ou constritores (26).

8. Método, de acordo com as reivindicações 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que a válvula autoajustável (2) tem um fluxo volumétrico substancialmente constante acima de uma dada pressão diferencial.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado por perfurar o poço principal (27) como um poço horizontal.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado por perfurar o poço principal (27) com qualquer inclinação em relação à horizontal, incluindo vertical.

Fig. 1

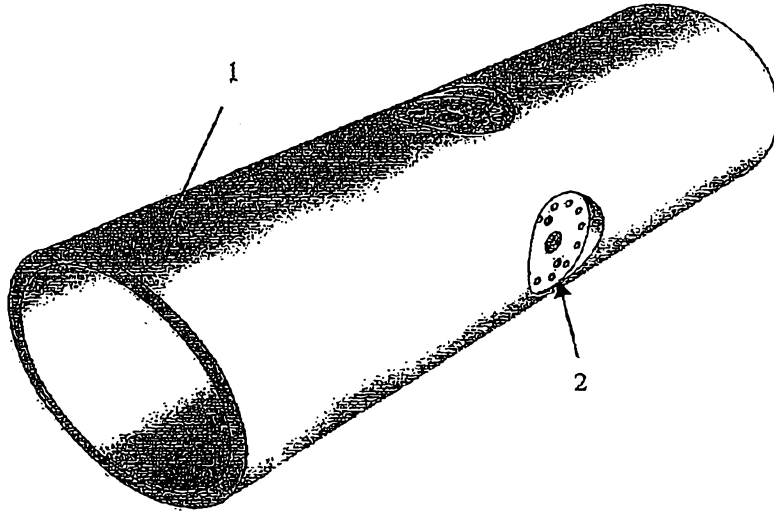


Fig. 2 a)

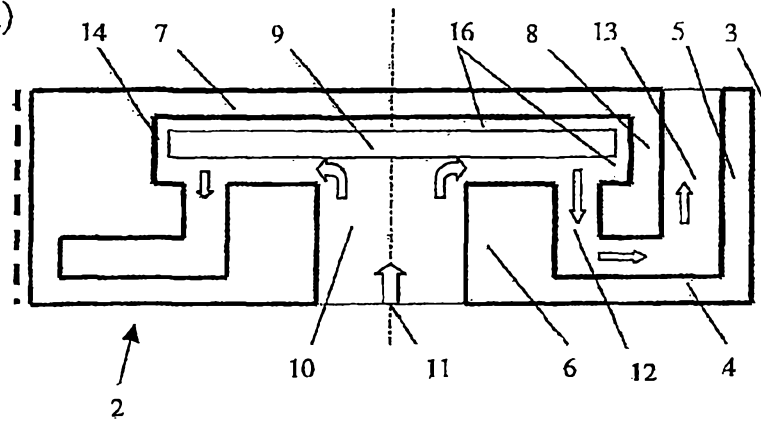


Fig. 2 b)

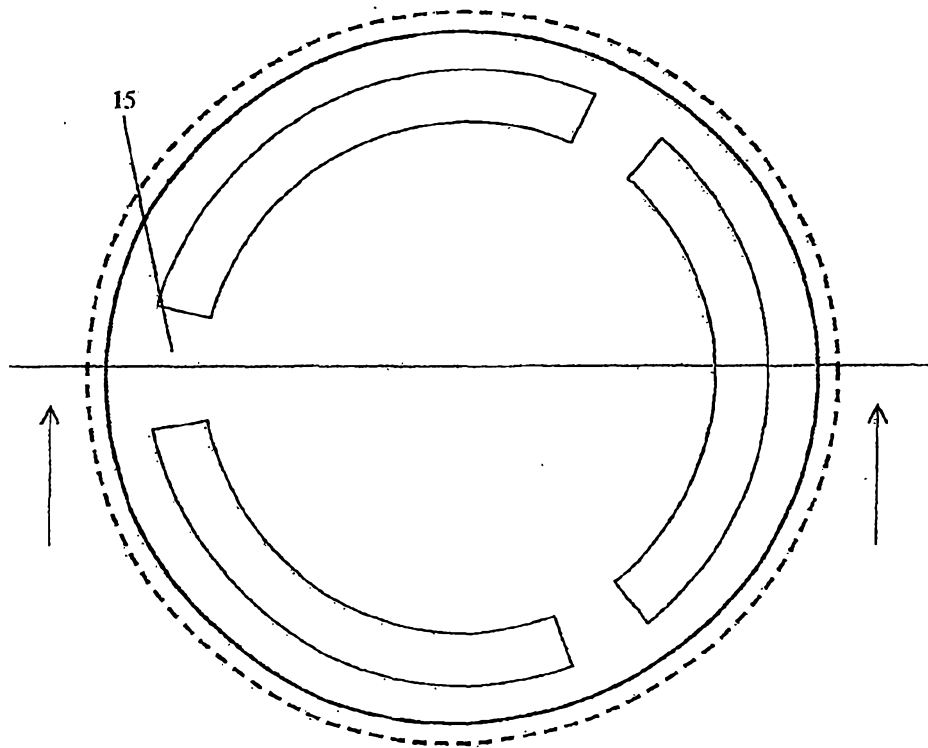


Fig. 3

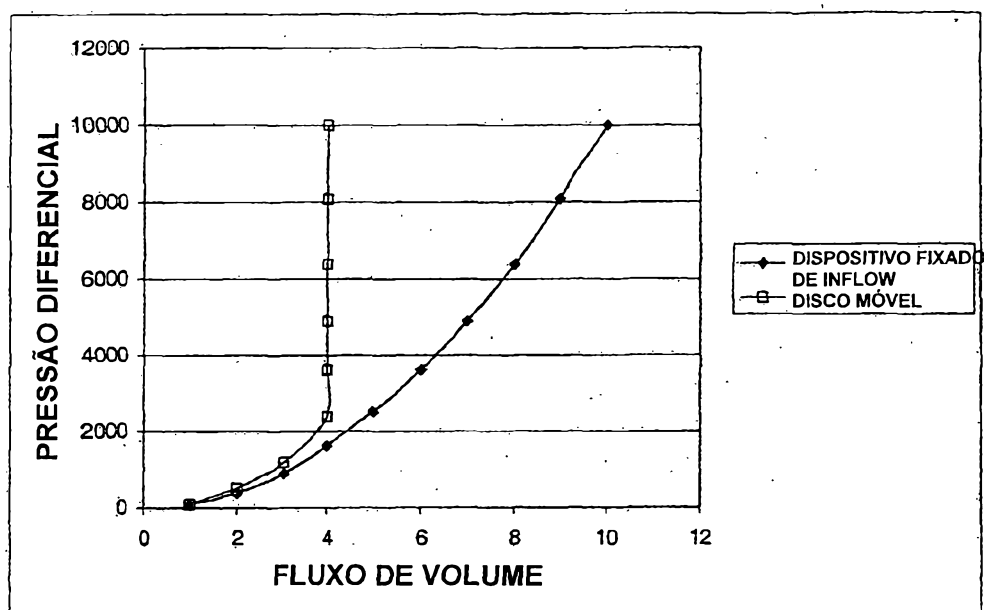


Fig. 4

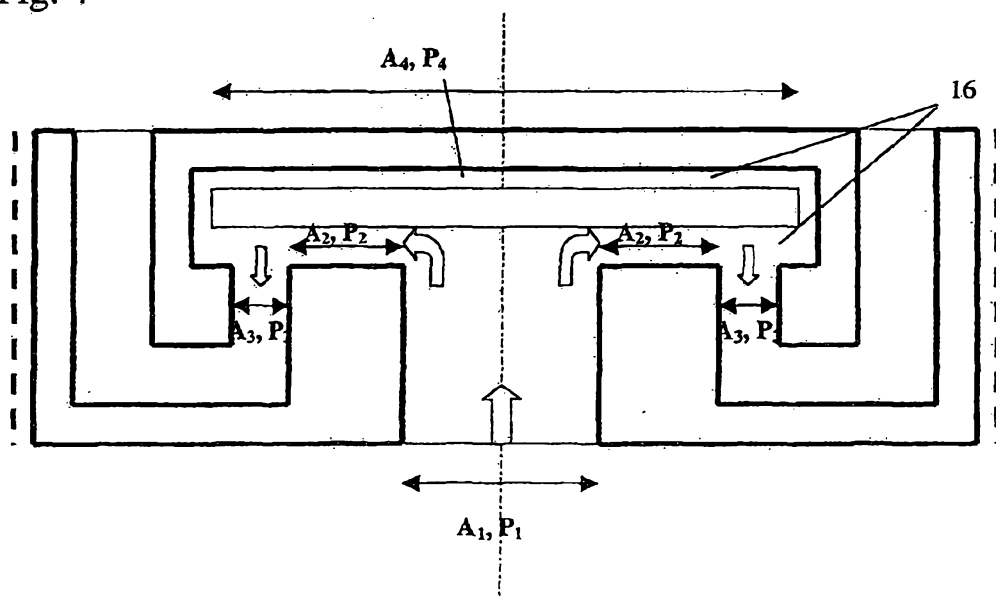


Fig. 5

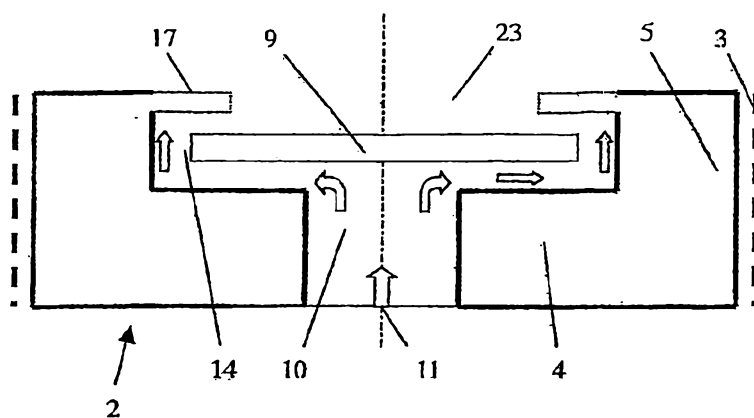


Fig. 6

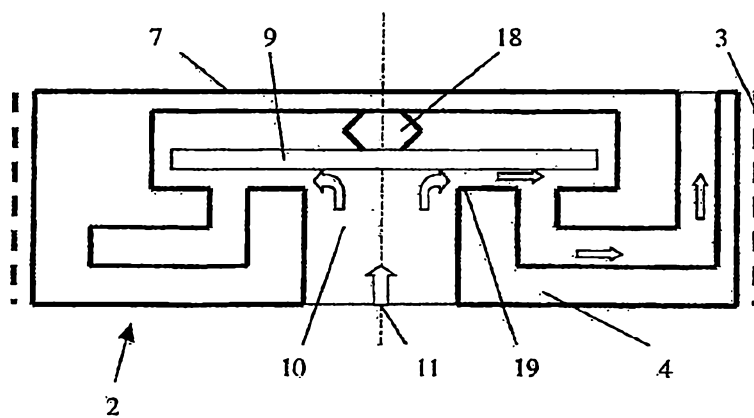


Fig. 7

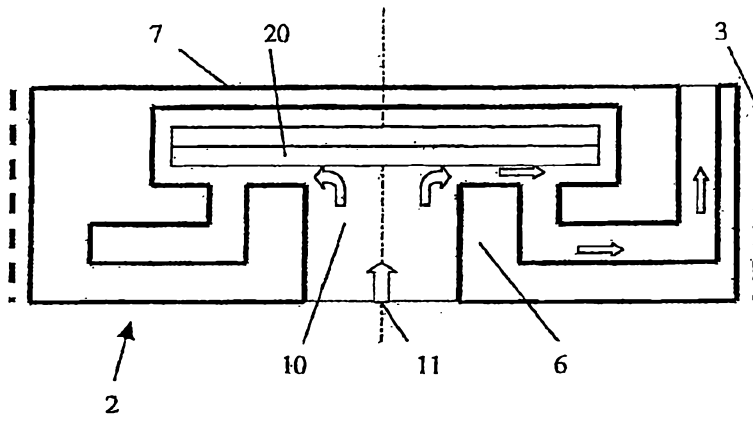


Fig. 8

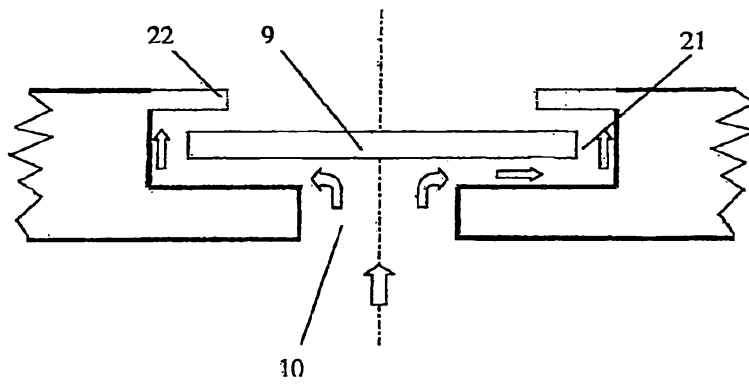


Fig. 9

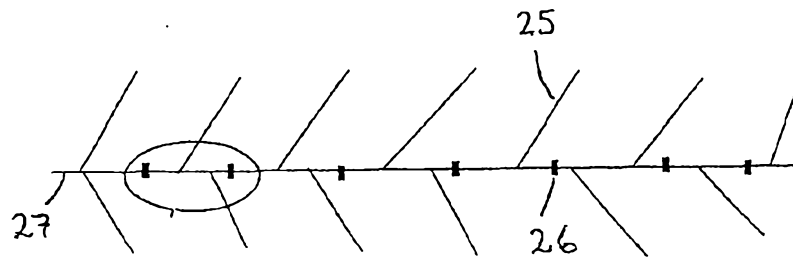


Fig. 9a

