

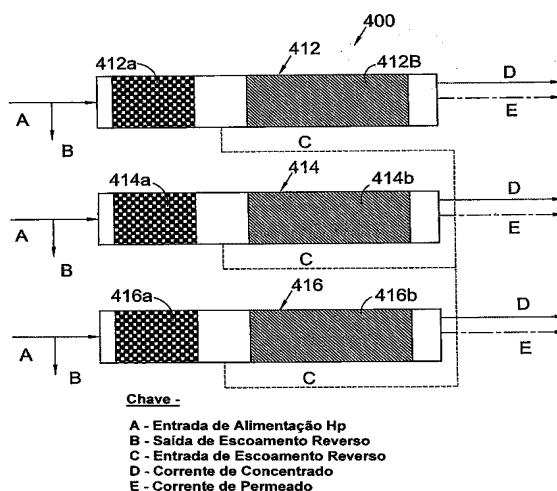


* R R P T 0 8 0 Z 0 9 9 A 2 *

(51) Int.Cl.:
B01D 61/02
B01D 61/04
B01D 61/08
C02F 1/44
B01D 65/02

(57) Resumo:

(87) Publicação Internacional: WO 2008/096108de
14/08/2008



“SISTEMA DE FILTRAÇÃO, E, MÉTODO PARA FILTRAR UMA ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA”

Campo da invenção

5 A presente invenção é relativa a sistemas de membrana de filtração. Em particular a presente invenção é relativa a nanofiltração e sistemas de membrana de osmose reversa.

Fundamento da invenção

10 Embora existam diversos sistemas na técnica para reduzir sais totais dissolvidos a partir de água, diversos destes sistemas sofrem de inúmeras desvantagens.

Por exemplo, um método existente para tratamento de água envolve transferir água através de um número de leitos graduados de meios de filtração. Isto atua como um pré-tratamento para água. Contudo, leitos de meios tipicamente têm uma grande área de projeção e podem ser de peso significativo. Ambos estes fatores significam que filtração por meios de leitos 15 pode ser inadequada e/ou não econômica para operar em diversas aplicações, tais como aplicações costa afora, onde capacidades de espaço e de peso são limitadas. Além disto, foi descoberto que a qualidade da produção a partir de sistemas de filtração com leitos de meios pode variar de maneira significativa, 20 conduzido a deposição de sujeira nas membranas, o que prejudica o desempenho de filtração.

Mais recentemente sistemas de microfiltração ou ultrafiltração foram desenvolvidos para remover material particulado, cujo produto é então bombeado através de uma série de filtros de osmose reversa ou de nano 25 filtração. Este processo foi descoberto ser intensivo em energia, especialmente se bombas de alta pressão são utilizadas, como muitas vezes é requerido.

Um objetivo de modalidades da presente invenção é fornecer um sistema de filtração que elimina ou mitiga desvantagens de sistemas

existentes.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é fornecido um sistema de filtração que compreende:

5 um vaso que contém pelo menos dois elementos de filtração, o vaso compreendendo uma porta de entrada adaptada para fornecer uma alimentação líquida para os pelo menos dois elementos de filtração, pelo menos uma porta de saída para direcionar um permeado produzido pelos elementos a partir do vaso e, pelo menos, uma porta de saída para direcionar
10 um concentrado produzido pelos elementos a partir do vaso, no qual um ou mais dos pelo menos dois elementos de filtração compreende uma membrana de osmose reversa ou uma membrana de nanofiltração, e no qual um dos outros pelo menos dois elementos de filtração compreende uma membrana de microfiltração ou de ultrafiltração.

15 O princípio básico de operação das membranas de osmose reversa é baseado em fornecer uma pressão de acionamento que excede à pressão osmótica do fluido que está sendo tratado. Por exemplo, água do mar tem uma pressão osmótica mais elevada do que água salobra e, portanto, requer uma pressão mais elevada para “espremer” água fresca limpa para fora
20 da solução através da membrana, porém com sais permanecendo no concentrado.

Para nanofiltração, ocorre uma forma de filtração molecular com dimensão de poro sendo menor do que a maior parte de íons divalentes.

25 O sistema pode ser adaptado para dividir alimentação líquida em pelo menos dois elementos de filtração. Por exemplo, a porta de entrada pode ser arranjada para alimentar o líquido para o interior do vaso, de tal modo que a alimentação líquida é dividida em porções substancialmente iguais. O sistema pode ser adaptado para dividir a alimentação líquida em direções substancialmente opostas ao longo do vaso. Alternativamente, a

porta de entrada pode ser localizada em qualquer ponto ao longo do vaso, e pode dividir a alimentação líquida em quaisquer quantidades apropriadas. Por exemplo, a alimentação líquida pode ser dividida em uma relação de 2:1, de 3:1 ou de 4:1 em qualquer direção.

5 Qualquer dispositivo adequado para dividir alimentação líquida pode ser utilizado. Por exemplo, o vaso pode ser conformado para dividir a alimentação líquida entre os pelo menos dois elementos de filtração. Alternativamente ou em adição, o sistema pode incluir um funil, e/ou um sistema baseado em tubo, para dividir a alimentação líquida entre os pelo
10 menos dois elementos de filtração.

A porta de entrada pode ser localizada no vaso e entre os pelo menos dois elementos de filtração.

Um espaço pode ser definido entre os pelo menos dois elementos de filtração e o espaço pode ser adaptado para receber alimentação
15 líquida a partir da porta de entrada. O espaço pode se situar desde cerca de 0,1 cm até cerca de 10 cm.

A porta de entrada pode ser adaptada para fornecer uma alimentação líquida direta para os pelo menos dois elementos de filtração.

As membranas podem ser de qualquer dimensão ou forma
20 apropriadas, porém uma seção transversal circular é preferida. Um ou mais dos elementos de filtração pode compreender uma membrana de filtração de oito polegadas (203,2 mm) de diâmetro. Alternativamente ou em adição, um ou mais dos elementos de filtração pode compreender uma membrana de filtração de dezesseis polegadas (406,4mm) de diâmetro. A utilização de uma
25 membrana de filtração de 16 polegadas (406,4 mm) de diâmetro, pode fornecer um espaço de armazenagem melhorado, reduzindo a área de projeção do sistema. Em modalidades particulares, os elementos de filtração podem ser substancialmente cilíndricos.

Os elementos de filtração podem ser adaptados para se

ajustarem de maneira apertada dentro do vaso. Isto pode auxiliar na prevenção de vazamento ao redor dos elementos de filtração. Por exemplo, os elementos de filtração podem ser adaptados para ajustar dentro do vaso por meio de um ajuste de interferência. Alternativamente, o sistema pode compreender

5 dispositivos de ligação para prender os elementos de filtração dentro do vaso.

O sistema pode ainda incluir um elemento de vedação para auxiliar na prevenção de vazamento de líquido ao redor das bordas ao redor do ou de cada elemento de filtração.

Os elementos de filtração podem compreender qualquer tipo

10 de filtro adequado, membrana, ou similar. Por exemplo, os pelo menos dois elementos de filtração podem incluir um material baseado em polímero.

A superfície dos pelo menos dois elementos de filtração pode ser adaptada para ser carregada de maneira negativa.

O vaso pode compreender qualquer elemento oco adequado.

15 Em modalidades particulares, o vaso pode ser um elemento substancialmente tubular. O diâmetro interno do vaso pode ser substancialmente constante, ou pode ser conformado para facilitar o escoamento e/ou divisão da alimentação líquida.

O vaso pode ser feito de qualquer material adequado, por

20 exemplo, o vaso pode ser construído de pelo menos um ou de uma combinação de um material plástico composto, ou material liga.

O vaso pode ser de qualquer comprimento adequado e pode ter um comprimento de diversos metros. Em modalidades particulares, o vaso pode ter um comprimento na faixa de aproximadamente 2 metros até

25 aproximadamente 8 metros.

O sistema pode ser utilizado para reduzir a concentração de íons na alimentação líquida. Em particular, os elementos de filtração podem ser adaptados para filtrar a alimentação líquida reduzindo a concentração de íons na alimentação líquida.

Os elementos de filtração podem ser adaptados para filtrar a alimentação líquida reduzindo a concentração de íons contaminantes na alimentação líquida.

5 A concentração de íons pode ser reduzida passando o líquido através dos elementos de filtração. As membranas têm a função de remover e/ou reduzir substancialmente a concentração de íons na alimentação líquida e fornecer uma forma purificada do líquido no permeado.

Pelo menos alguns dos íons podem ser monovalentes. Alternativamente ou em adição, pelo menos alguns dos íons podem ser
10 divalentes.

Os íons podem ser íons de sal. Consequentemente, o sistema pode ser utilizado para reduzir a concentração de sal de quaisquer espécies por meio de RO ou nanofiltração. Sistemas de nanofiltração são particularmente adequados para remover íons divalentes.

15 Os íons podem compreender um único tipo de íon de sal. Alternativamente os íons podem compreender uma combinação de tipos diferentes de íons de sal.

Os íons podem ser um tipo de metal, de sal com base orgânica ou inorgânica. No caso de sais baseados em metal, os metais que formam os
20 sais podem ser selecionados dentre qualquer um de uma combinação de qualquer dos seguintes itens: Na, K, Ca, Mg, Mn, Ba, Sr, B, Li, Be e Al.

Os íons a serem removidos da alimentação líquida que formam a parte carregada negativamente do sal baseado em metal, podem ser selecionados de qualquer um ou de uma combinação de quaisquer dos que
25 seguem: Cl, SO₄, NO₃, PO₄, F, HCO₃, BR, I e SO₃.

A alimentação líquida pode compreender íons em uma concentração de menos do que, ou de aproximadamente qualquer uma das seguintes: 45000 ppm, aproximadamente 40000 ppm, aproximadamente 35000 ppm, aproximadamente 30000 ppm, aproximadamente 25000 ppm,

aproximadamente 20000 ppm, aproximadamente 15000 ppm,
 aproximadamente 10000 ppm, aproximadamente 5000 ppm,
 aproximadamente 2500 ppm, ou aproximadamente 1000 ppm.

Os elementos de filtração podem ser adaptados para reduzir a
 5 concentração de íons na alimentação líquida por aproximadamente 20%,
 aproximadamente 30%, aproximadamente 40%, aproximadamente 50%,
 aproximadamente 60%, aproximadamente 70%, aproximadamente 80%,
 aproximadamente 90%, aproximadamente 95% ou aproximadamente 99% ao
 passar a alimentação líquido através do sistema de filtração.

10 A concentração de íons podem ser reduzida a menos do que,
 ou aproximadamente qualquer uma das seguintes: aproximadamente 20000
 ppm, aproximadamente 15000 ppm, aproximadamente 10000 ppm,
 aproximadamente 5000 ppm, aproximadamente 2500 ppm, aproximadamente
 1000 ppm, aproximadamente 20000 ppm, aproximadamente 15000 ppm,
 15 aproximadamente 10000 ppm, aproximadamente 5000 ppm,
 aproximadamente 2500 ppm, aproximadamente 1000 ppm, aproximadamente
 500 ppm, aproximadamente 400 ppm, aproximadamente 300 ppm,
 aproximadamente 200 ppm, aproximadamente 100 ppm, aproximadamente 50
 ppm, aproximadamente 40 ppm, aproximadamente 30 ppm, aproximadamente
 20 20 ppm, aproximadamente 10 ppm, ou aproximadamente 5 ppm..

Em modalidades particulares, a alimentação líquida pode
 compreender aproximadamente 2800 ppm de SO_4 , e/ou aproximadamente
 1000 ppm até aproximadamente 45000 ppm de sais totais dissolvidos.

Os elementos de filtração podem ser adaptados para reduzir a
 25 concentração de íons até aproximadamente <50 ppm de SO_4 , e/ou
 aproximadamente <1000 ppm de sais totais dissolvidos.

O sistema pode compreender uma pluralidade de vasos.

Em modalidades particulares, concentrado a partir de pelo
 menos um dos vasos no sistema pode ser alimentado para um outro vaso no

sistema. O processo pode ser repetido quantas vezes quanto necessário, fornecendo uma pluralidade de etapas de purificação.

Por exemplo, o sistema pode incluir uma pluralidade de vasos arrançados em série.

5 A ou cada porta de saída de concentrado, de pelo menos um dos vasos, pode ser acoplada a uma porta de entrada de um ou mais outros dos vasos.

 O concentrado a partir de pelo menos um dos vasos pode ser alimentado para o um ou mais outros dos vasos no sistema de filtração, e pode
10 ser dividido entre pelo menos dois elementos de filtração.

 O sistema pode ainda incluir um dispositivo de recuperação de energia acoplado à saída do vaso, para receber o concentrado. Uma pluralidade de dispositivos de recuperação de energia pode ser fornecida.

 O dispositivo de recuperação de energia pode ser arrançado
15 para aumentar a pressão da alimentação líquida para um da pluralidade de vasos.

 O dispositivo de recuperação de energia pode ser arrançado para recuperar energia a partir do concentrado de um da pluralidade de vasos e transferir esta para a alimentação líquida do mesmo vaso.

20 O dispositivo de recuperação de energia pode ser arrançado para recuperar energia a partir do concentrado de um da pluralidade de vasos e transferir esta para a alimentação líquida de um ou mais outros dos vasos.

 Qualquer dispositivo de recuperação de energia adequado pode ser utilizado. Por exemplo, o dispositivo de recuperação de energia pode ser
25 um trocador de pressão. Em particular, porém não exclusivamente, o dispositivo de recuperação de energia pode compreender um turbocompressor. Um turbocompressor pode ser utilizado para fornecer uma pressão de entrada mais elevada para um ou mais outro vaso trocando energia entre, por exemplo, uma corrente de concentrado que sai e uma alimentação

líquida que entra. A pressão de entrada realmente necessária pode ser reduzida por aproximadamente 10%, aproximadamente 20%, aproximadamente 40%, ou aproximadamente 50% utilizando um dispositivo de recuperação de energia, tal como um turbocompressor. A pressão da
5 bomba pode ser reduzida de aproximadamente 35 barg (3,6 MPa) até aproximadamente 31 barg (3,2 MPa) utilizando um trocador de pressão. Embora isto possa parecer pequeno, isto pode resultar em uma seleção de bomba mais efetiva em custo. Por exemplo, em aplicações RO até aproximadamente 60% de recuperação de energia pode ser conseguido. Para
10 nanofiltração, um melhoramento de aproximadamente 16% em recuperação de energia pode ser conseguido.

O sistema pode incluir uma pluralidade de dispositivos de recuperação de energia.

O sistema pode incluir uma pluralidade de vasos arrançados em
15 paralelo.

A porta de entrada pode ser localizada em uma extremidade do vaso respectivo.

Os pelo menos dois elementos de filtração podem compreender pelo menos um primeiro elemento de filtração e pelo menos um
20 segundo elemento de filtração em série, com o pelo menos um primeiro elemento de filtração.

O segundo elemento de filtração pode compreender a membrana de nanofiltração ou de osmose reversa.

O primeiro elemento de filtração pode compreender a
25 membrana de ultrafiltração ou a membrana de microfiltração.

Pelo menos um dos vasos pode incluir uma porta de retrolavagem localizada entre os pelo menos dois elementos de filtração.

Uma pluralidade dos vasos pode incluir uma porta de retrolavagem, a porta de retrolavagem de um dos vasos sendo acoplada a uma

porta de retrolavagem correspondente do pelo menos um outro vaso.

A porta de retrolavagem de um dos vasos pode ser adaptada para receber permeado a partir de pelo menos um dos primeiros elementos de filtração dos pelo menos dois elementos de filtração de outro dos vasos.

5 O sistema pode compreender um outro vaso que contém um outro elemento de filtração.

A outra membrana de filtração pode compreender uma membrana de osmose reversa.

10 O outro elemento de filtração pode compreender uma membrana de nanofiltração.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção é fornecido um método para filtrar uma alimentação líquida, o método compreendendo as etapas de:

15 fornecer pelo menos um vaso que contém pelo menos dois elementos de filtração, no qual um ou mais dos pelo menos dois elementos de filtração compreendem uma membrana de osmose reversa e uma membrana de nanofiltração, e no qual um dos outros pelo menos dois elementos de filtração compreende uma membrana de microfiltração ou de ultrafiltração;

20 fornecer uma porta de entrada no vaso e direcionar uma alimentação líquida através da porta de entrada, de modo que uma alimentação líquida seja fornecida para ambos de ditos pelo menos dois elementos de filtração;

25 fornecer pelo menos uma porta de saída de permeado e direcionar um permeado através da pelo menos uma porta de saída de permeado; e

fornecer pelo menos uma porta de saída de concentrado e direcionar um concentrado através da pelo menos uma porta de saída de concentrado.

De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção é

fornecido um sistema de filtração que compreende:

uma pluralidade de vasos, cada um dos vasos compreendendo:

pelo menos dois elementos de filtração;

uma porta de entrada adaptada para fornecer uma alimentação

5 líquida para os pelo menos dois elementos de filtração; e

pelo menos duas portas de saída, pelo menos uma das portas

de saída sendo adaptada para direcionar um permeado a partir dos pelo menos dois elementos de filtração a partir do vaso, e pelo menos uma outra das portas de saída sendo adaptada para direcionar um concentrado a partir dos

10 pelo menos dois elementos de filtração a partir do vaso;

o sistema ainda compreendendo dispositivo de recuperação de energia para transferir energia a partir de um concentrado produzido pelos elementos de filtração a partir de um dos vasos para a alimentação líquida do mesmo vaso.

De acordo com um quarto aspecto da presente invenção é

15 fornecido a um sistema de filtração que compreende:

uma pluralidade de vasos, cada um dos vasos compreendendo:

pelo menos dois elementos de filtração,

uma porta de entrada adaptada para fornecer uma alimentação

líquida para os pelo menos dois elementos de filtração; e

20 pelo menos duas portas de saída, pelo menos uma das portas de saída sendo adaptada para direcionar um permeado produzido a partir dos elementos de filtração a partir do vaso, e pelo menos uma outra das portas de saída sendo adaptada para direcionar um concentrado produzido pelos elementos de filtração a partir do vaso;

25 o sistema ainda compreendendo um dispositivo de recuperação de energia para transferir energia a partir do concentrado de um dos vasos para a alimentação líquida de um ou mais outros dos vasos.

A alimentação líquida de um dos vasos pode compreender a saída de concentrado de pelo menos um outro dos vasos.

De acordo com um quinto aspecto da presente invenção é fornecido um sistema de filtração que compreende:

pelo menos um vaso que contém uma membrana de filtração e elemento de osmose reversa ou de nanofiltração;

5 no qual a membrana de filtração é capaz de remover particulados e/ou sólidos suspensos quanto a alcançar o elemento de osmose reversa, e o elemento de osmose reversa ou de nanofiltração é capaz de reduzir a concentração de íons em uma alimentação líquida.

10 O sistema pode ser arranjado para permitir limpeza das membranas de filtração por meio de retrolavagem.

Uma pluralidade de vasos pode ser fornecida em um arranjo em paralelo um ao outro, com cada vaso contendo uma membrana de filtração e um elemento de osmose reversa.

15 O elemento de osmose reversa pode ser localizado à jusante da membrana de filtração. Em modalidades alternativas pode haver uma pluralidade de elementos de osmose reversa arranjados em série em cada vaso.

20 O sistema pode também ser projetado para permitir retrolavagem, para permitir as membranas de filtração serem limpas. Por exemplo, fluido pode ser direcionado entre a membrana de filtração e o elemento de osmose reversa ou nanofiltração para retrolavagem da membrana de filtração.

O fluido pode compreender o permeado das membranas de filtração de pelo menos um dos outros vasos.

25 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Modalidades da presente invenção serão agora descritas à guisa somente de exemplo, com referência aos desenhos que acompanham, nos quais:

A figura 1 é uma representação de um arranjo de vaso para

membrana, de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

A figura 2 é uma representação de um arranjo de vaso para membrana, de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

5 A figura 3 é uma representação de um arranjo de vaso para membrana, de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção.

A figura 4 é uma representação de um arranjo de vaso para membrana, de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção.

A figura 5 é uma representação de um arranjo de vaso para membrana, de acordo com uma quinta modalidade da presente invenção.

10 A figura 6 é uma representação de um arranjo de vaso para membrana, de acordo com uma sexta modalidade da presente invenção.

A figura 7 é uma representação de esquemas da presente invenção e de esquemas da técnica precedente para facilidade de comparação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

15 Fazendo referência inicialmente à figura 1, está mostrada uma representação de um arranjo de vaso para membrana de acordo com uma modalidade da presente invenção, genericamente indicada 100, que pode ser utilizada em sistemas de nanofiltração ou de osmose reversa (RO). Como
20 mostrado na figura 1, existe uma alimentação de entrada 110 localizada em um vaso 112. A alimentação de entrada 110 alimenta líquido para o interior de uma porção substancialmente central do vaso 112. Alimentando o líquido desta maneira, o líquido é capaz de passar ao mesmo tempo para a esquerda e para a direita para partes do vaso 112a, 112b, respectivamente. Ambas as
25 partes do vaso 112a, 112b contém membranas 114a, 114b que são utilizadas para remover íons divalentes/monovalentes tais como sulfato e/ou sais a partir do líquido.

Introduzindo o líquido na porta de entrada de alimentação montada de maneira centralizada 110, o líquido é substancialmente dividido em porções iguais, fornecendo uma alimentação líquida em direções opostas

no vaso 112.

Quando o líquido passa através das membranas 114a, 114b, concentrado e permeado podem ser separados e coletados em ambas as extremidades das partes do vaso 112a e 112b. O concentrado e permeado são separados dentro das membranas 114a, 114b, com concentrado permanecendo no lado de alimentação da membrana e permeado coletado através de tubos de permeado em um tubo de coleta central (não mostrado). Embora não mostrado, pode haver uma pluralidade de membranas em série e o concentrado a partir de uma primeira membrana atuando como uma alimentação para uma segunda membrana, até que o concentrado finalmente sai do vaso. Os tubos de permeado das membranas podem ser conectados e se combinam para deixar o vaso a partir da porta de permeado. A redução típica em concentração de sulfato é desde 2800 partes por milhão (ppm) até abaixo de 50 ppm, em algumas modalidades abaixo de 1 ppm no produto. A pressão operacional para a remoção de sulfato está na faixa de aproximadamente 20 barg (2,1 MPa) até aproximadamente 35 barg (3,6 MPa).

O diâmetro das membranas 114a, 114b pode ser de membranas normais de 8 polegadas (203,2 mm). Em modalidades alternativas, membranas pode ter um diâmetro de 16 polegadas (406,4 mm) embora outros diâmetros possam ser também utilizados. A vantagem de utilizar membranas de 16 polegadas (406,4 mm) é que cada membrana de 16 polegadas substitui 4 de membranas de 8 polegadas (203,2 mm).

A figura 2 é uma representação de um outro arranjo de vaso para membrana 200 de acordo com uma modalidade da presente invenção que pode ser utilizado em sistemas de nanofiltração ou de osmose reversa (RO). Em uma maneira similar ao arranjo do vaso para membrana 100 mostrado na figura 1, uma porta de entrada de alimentação 210 introduz alimentação líquida para o interior de uma porção substancialmente central de um vaso 212. A alimentação líquida é então dividida em direções substancialmente

opostas, com líquido passando através de duas membranas 214a, 214b, respectivamente. Isto resulta em um primeiro estágio de tratamento. Como mostrado na figura 2, permeado é coletado em ambas as extremidades das partes de vaso 212a, 212b. O concentrado coletado passa através de condutos 216a, 216b a partir de ambas as extremidades, e passa através de um turbocompressor hidráulico 218.

O turbocompressor hidráulico 218 é utilizado para recuperar energia da corrente de alimentação, tirando energia de descarga (desperdício) a partir da corrente de concentrado, por exemplo, uma corrente de salmoura, e utilizando esta para reforçar a pressão de alimentação do sistema. Diversos dispositivos de recuperação de energia estão disponíveis no mercado, os quais poderiam ser utilizadas para esta função. O turbocompressor hidráulico é mais bem adequado para esta função, com operação como a seguir. Concentrado em alta pressão a partir dos condutos 216a, 216b penetram no turbocompressor 218. Uma corrente de concentrado de segundo estágio 228 penetra no turbocompressor 218 e transporta energia a partir da corrente 228 para o turbocompressor 218 que, por sua vez, passa esta para a corrente 216 para fornecer uma pressão aumentada na corrente 220.

Como mostrado na figura 2, líquido que deixa o turbocompressor hidráulico 218 sai ao longo do conduto 220 para um outro vaso 222 para um segundo estágio de tratamento. Uma vez novamente, a alimentação líquida é alimentada em uma porção substancialmente central do vaso 222 e é dividida em direções substancialmente opostas para passar através de membranas 224a, 224b localizadas em partes do vaso 222a, 222b, respectivamente. Pode haver mais do que uma ou uma pluralidade de membranas. Como antes, permeado pode ser coletado em ambas as extremidades de partes do vaso 222a, 222b, com concentrado saindo através de condutos 226a, 226b. O concentrado então passa ao longo do conduto 228 através do turbocompressor hidráulico 218 e sai através do conduto 230.

As membranas 214a, 214b, 224a, 224b na figura 2 podem ser membranas de 16 polegadas de diâmetro (406,4 mm). Embora não mostrado na figura 2, cada carcaça de membrana pode abrigar oito de elementos membrana, quatro de cada lado da porta de alimentação.

5 Plantas de nanofiltração da técnica precedente são usualmente
arranjadas em um sistema de dois estágios para aumentar rendimento de
recuperação de água, com o concentrado a partir do primeiro estágio atuando
como uma alimentação para o segundo estágio. No segundo estágio a
10 alimentação de concentração mais elevada requer uma pressão de entrada
mais elevada para manter produção. Isto é feito, genericamente na técnica
precedente, aplicando um primeiro estágio de contrapressão ao primeiro
estágio de permeado e com isto forçando mais água através do segundo
estágio. Contudo, uma desvantagem significativa dos sistemas da técnica
15 precedente é que isto requer um aumento na pressão da bomba de
alimentação.

A presente invenção, como mostrado na figura 2, supera esta
desvantagem utilizando um turbocompressor hidráulico 218 para fornecer
uma pressão de entrada mais elevada para o segundo estágio, trocando energia
entre a corrente de concentrado que sai do segundo estágio e a alimentação
20 que entra no segundo estágio. Isto reduz o requisito de energia para a bomba
de alimentação principal de alta pressão. Para aplicações de remoção de
sulfato, pressão de alimentação pode ser reduzida desde aproximadamente 35
barg (3,6 MPa) para aproximadamente 31 barg (3,2 MPa) utilizando um
trocaador de pressão. Embora pequena, esta pode resultar em seleção de bomba
25 mais efetiva em custo. Para aplicações de RO, uma recuperação de até
aproximadamente 60% de energia pode ser alcançada. Para nanofiltração, um
melhoramento de aproximadamente 16% em recuperação de energia pode ser
alcançado.

A figura 3 é um outro arranjo de vaso para membrana 300 de

acordo com uma modalidade da presente invenção, que pode ser utilizado em sistemas de nanofiltração ou de osmose reversa (RO). Em uma maneira similar às modalidades precedentes, existe uma porta de entrada de alimentação 310 que alimenta líquido para uma porção substancialmente central de um vaso 312, na qual o líquido é substancialmente dividido em 5 direções opostas para passar ao longo de partes do vaso 312a, 312b. Cada uma das partes do vaso 312a, 312b contém uma membrana 314a, 314b que fornece um permeado e um concentrado a partir do líquido produzido. Pode haver mais do que uma ou uma pluralidade de membranas. O concentrado de 10 ambas as extremidades dos vasos 312a, 312b passa ao longo de condutos 316a, 316b, e então ao longo de um outro conduto 320 que atua como uma outra entrada de alimentação montada substancialmente de maneira centralizada para um vaso 322. O vaso 322 contém duas partes vaso 322a, 322b, que compreendem cada uma, uma membrana 324a, 324b, 15 respectivamente. Uma vez novamente, pode haver mais do que uma ou uma pluralidade de membranas. Outro permeado e concentrado são fornecidos a partir do segundo estágio de tratamento. O concentrado através de condutos 326a, 326b então passam através do conduto 328 para um turbocompressor hidráulico 318. O turbocompressor hidráulico 318 também tem um conduto 20 332 que corre para fora da porta de entrada de alimentação 310. O concentrado então sai através do conduto 334.

O arranjo de vaso para membrana 300 é, portanto, similar às modalidades precedentes porém a pressão da água de alimentação é aumentada por meio de transferência de pressão entre o concentrado de 25 pressão elevada que passa através do conduto 328 e a entrada de alimentação de água que passa ao longo do conduto 332. Para aplicações de remoção de sulfato, a pressão de alimentação pode ser reduzida de aproximadamente 35 bar até aproximadamente 31 bar utilizando um trocador de pressão. Embora isto possa parecer pequeno, isto resulta em uma seleção de bomba mais

efetiva em custo. Para aplicações de RO até aproximadamente 60% em recuperação de energia pode ser alcançada. Para nanofiltração, um melhoramento de aproximadamente 16% em recuperação de energia pode ser alcançado.

5 A figura 4 representa um outro arranjo de vaso para membrana 400 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Como mostrado na figura 4, existem três vasos 412, 414, 416 em um arranjo em paralelo. Em modalidades alternativas pode haver mais do que um ou uma pluralidade de vasos em paralelo, tal como 4, 5, 6, 7, 8, 9, ou 10 membranas. Os vasos 412, 10 414, 416 compreendem, cada um, uma membrana 412a, 414a, 416a, que são uma membrana de microfiltração/ultrafiltração (MF/UF). Pode haver mais do que uma ou uma pluralidade de membranas em cada vaso. Em série com a ou com cada membrana MF/UF 412a, 414a, 416a existe um elemento de osmose reversa (RO) 412b, 414b, 416b. As membranas MF/UF 412a, 414a, 416a são 15 utilizadas para remover particulados e sólidos suspensos de água de alimentação antes de alcançar os elementos RO de jusante 412b, 414b, 416b. Os elementos RO 412b, 414b, 416b, podem consistir de elementos únicos ou múltiplos arranjados em série em cada vaso.

 As membranas MF/UF 412a, 414a, 416a são classificadas para 20 a operação de alta pressão para se adequarem aos requisitos da membrana RO/NF de jusante 412b, 414b, 416b.

 Água de alimentação pode ser encaminhada para o interior do lado de alimentação do vaso na corrente A e ser tratada pelas membranas MF/UF 412a, 414a, 416a. Na modalidade mostrada, as membranas 412a, 25 414a, 416a operam em um modo de “extremidade morta”, por exemplo, toda a água que penetra nas membranas 412a, 414a, 416a sai como produto filtrado com sólidos retidos nas superfícies da membrana. Contudo, será entendido que o sistema também pode ser utilizado em escoamento cruzado. O filtrado MF/UF é alimentado diretamente para os elementos RO ou NF 412b, 414b,

416b, permitindo produção de permeado baixo em sais dissolvidos, isto é, corrente D. Os sais dissolvidos rejeitados pelos elementos RO/NF 412, 414b, 416b são encaminhadas para drenar na corrente de concentrado de salmoura e são representados como corrente E. O arranjo de vaso para membrana 400 na
5 figura 4 também pode ser utilizado para realizar retrolavagem. Com o tempo, sólidos podem se acumular até um nível onde as membranas MF/UF 412a, 414a, 416a se tornam parcialmente entupidas, e podem precisar ser limpas. Limpeza pode ser conseguida ligando o filtrado MF/UF de uma banca de vasos em paralelo um ao outro (corrente C).

10 Uma membrana MF/UF de um vaso particular é limpa abrindo uma linha de saída de retrolavagem para o vaso particular, como representado pela corrente B e isolando a corrente de entrada como representado pela corrente A para o vaso. O filtrado MF/UF a partir do cabeçote de filtrado comum para o banco, representado por uma corrente C, é utilizado para
15 fornecer um escoamento reverso a partir da saída da membrana MF/UF para a entrada, e com isto permitindo que detritos sejam levantados da superfície da membrana MF/UF e varridos para um dreno.

Durante o processo de limpeza MF/UF o vaso respectivo que está sendo limpo continua a produzir permeado RO recebendo filtrado MF/UF
20 a partir de um cabeçote de produto MF/UF comum, como representado pela corrente C. Para possibilitar isto, as membranas restantes MF/UF no banco aumentam produção durante limpeza para manter produção final de permeado RO.

O arranjo de vaso para membrana 400 mostrado na figura 4
25 pode ser utilizado nas modalidades precedentes descritas nas figuras 1 até 3.

A figura 5 é outro arranjo de vaso para membrana 500 de acordo com uma modalidade da presente invenção que pode ser utilizado em sistemas de nanofiltração (NF) de osmose reversa (RO).

Como mostrado na figura 5, o sistema de acordo com esta

modalidade compreende quatro vasos 500a, 500b, 500c e 500d arrançados em uma configuração em paralelo.

5 Líquido de alimentação penetra no sistema 500 através de uma válvula de controle de escoamento 502 com a vazão através da válvula de controle de escoamento 502 monitorada por meio de um sensor de escoamento 504. A válvula de controle de escoamento 502 é aberta até que a vazão alcance o nível desejado.

10 Os vasos 500a, 500b, 500c e 500d incluem, cada um, uma membrana que inclui uma membrana de microfiltração/ultrafiltração MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d. Será reconhecido que uma pluralidade de membranas MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d pode ser fornecida em cada vaso.

15 Em utilização o líquido de alimentação é passado através das membranas MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d para remover particulados e outros sólidos suspensos do líquido de alimentação. O líquido de alimentação é assim submetido a um primeiro estágio de tratamento de filtração.

20 Uma membrana de osmose reversa ou de nanofiltração RO/NF 508a, 508b, 508c e 508d é fornecida em série com a respectiva membrana MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d em cada vaso 508a, 508b, 508c e 508d e, em utilização, permeado a partir do primeiro estágio de tratamento é direcionado para as membranas RO/NF 508a, 508b, 508c e 508d para realizar um segundo estágio de tratamento de filtração. Um permeado que é baixo em sais dissolvidos é produzido a partir do segundo estágio de tratamento e sai do sistema 500 através de um conduto de corrente de saída 510.

25 O líquido rejeitado a partir das membranas do segundo estágio tem teor elevado em sais dissolvidos e é descarregado a partir do sistema 500 através de um conduto de corrente de salmoura 512.

Permeado recuperado do sistema 500 é ajustado, ajustando uma válvula de controle 514 localizada no conduto de corrente de salmoura

512 e a vazão de permeado é monitorada por um sensor de escoamento 516 no conduto de saída 510.

Será reconhecido que, com o tempo, os materiais sólidos suspensos podem acumular nas superfícies das membranas de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d. Acumulo de material sobre a membrana respectiva de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d é identificado por um aumento na pressão diferencial através das membranas de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d e um sensor 518 localizado através das membranas de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d pode ser utilizado para medir a pressão diferencial.

Para impedir o bloqueio, é requerido remover o material acumulado da superfície das membranas 506a, 506b, 506c e 506d. Assim, quando o diferencial de pressão medido pelo sensor de pressão 518 excede um valor selecionado, uma retrolavagem é ativada. Alternativamente ou em adição, a retrolavagem pode ser iniciada por um temporizador (não mostrado).

Em utilização, uma das membranas de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d é limpa introduzindo um escoamento reverso de líquido através de uma das membranas de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d. O escoamento reverso é conseguido direcionando escoamento a partir de um ou mais dos um ou outros vasos para membrana 506a, 506b, 506c e 506d através de um conduto de interconexão 520. O conduto de interconexão 520 é fornecido entre os respectivos primeiro e segundo estágios do ou de cada outro vaso para membrana 500a, 500b, 500c e 500d.

Todas as membranas de segundo estágio 508a, 508b, 508c e 508d podem permanecer em serviço quando cada uma irá receber permeado a partir das membranas MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d que permanecem em operação normal.

Uma vez que o líquido de retrolavagem contém níveis elevados de sólidos suspensos, este é em seguida descarregado do sistema 500

através de um dreno 522. Válvulas de controle direcional 524a, 524b, 524c e 524d localizadas nas entradas de cada vaso para membrana 500a, 500b, 500c e 500d para serem limpos são móveis entre uma primeira posição que permite líquido penetrar no vaso e uma segunda posição que impede a alimentação líquida de penetrar no respectivo vaso para membrana 500a, 500b, 500c e 500d e que acopla o escoamento reverso através da membrana de primeiro estágio 506a, 506b, 506c e 506d a um conduto de corrente de limpeza 524. O conduto de corrente de limpeza 524 é formado em uma alça e uma corrente de limpeza é circulada ao redor do conduto de limpeza 524. Em utilização, a corrente de limpeza é fornecida para auxiliar a direcionar o material de retrolavagem para o dreno 522.

Uma válvula de controle de escoamento 523 é fornecida no conduto de corrente de limpeza 524 para fornecer controle sobre a vazão para o dreno 522. Um sensor 528 é fornecido, o qual permite que a vazão através da válvula de controle de escoamento 526 seja monitorada.

A pressão através da membrana 506a, 506b, 506c e 506d durante a retrolavagem é medida por um sensor 530.

Na modalidade mostrada na figura 5, no início de uma retrolavagem apenas uma membrana MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d é retrolavada no momento. Em modalidades alternativas, mais do que uma membrana MF/UF podem ser retrolavadas simultaneamente, ou em uma operação de retrolavagem escalonada onde requerido, especialmente onde existe um grande número de membranas, por exemplo, mais do que 10. Assim, controlando a pressão da membrana trans MF/UF a pressão transmembrana de retrolavagem e a pressão diferencial de salmoura de alimentação, o sistema 500 pode ser controlado de maneira efetiva.

Durante retrolavagem a vazão de entrada para o sistema 500 é aumentada para manter a vazão de permeado.

Onde iniciada por um temporizador (não mostrado) quando o

ciclo do temporizador completa, a válvula de controle de retrolavagem 526 fecha e a vazão de entrada diminui de acordo com a vazão de alimentação normal.

5 A demanda de escoamento de alimentação aumentada aumenta o escoamento através das membranas MF/UF restantes 506a, 506b, 506c e 506d que por sua vez fornecem permeado para todas as membranas RO/NF 508a, 508b, 508c e 506d, bem como líquido fonte de retrolavagem para a membrana MF/UF 506a, 506b, 506c e 506d que está sendo retrolavada.

10 Quando a retrolavagem no vaso para membrana 500a, 500b, 500c e 500d a ser limpo é completada, o mesmo procedimento pode ser aplicado por sua vez aos vasos para membrana restantes 506a, 506b, 506c e 506d.

15 Durante qualquer parte da seqüência produtos químicos podem ser injetados para o interior de uma ou mais das correntes líquidas para aumentar o rendimento do sistema.

O arranjo de vaso para membrana 500 mostrado na figura 5 pode ser utilizado nas modalidades precedentes descritas nas figuras 2 até 4. Por exemplo, ou dois vasos para membrana do tipo mostrado na figura 6 podem ser arranjados dentro de uma carcaça de vaso com um espaço entre elas. Líquido de alimentação pode ser direcionado para o espaço e dividido
20 entre os vasos para membrana.

Com referência agora à figura 6 dos desenhos, é mostrado um outro arranjo de vaso para membrana 600 de acordo com outra modalidade da presente invenção. A modalidade mostrada na figura 6 é substancialmente
25 similar à modalidade na figura 5. Nesta modalidade o sistema compreende dois vasos 600a, 600b, cada vaso contendo dois elementos de filtração na forma de uma membrana de filtração MF/UF 602a, 602b e uma membrana RO/NF 604a, 604b. Em utilização, a membrana MF/UF 602a, 602b fornece um primeiro estágio de tratamento para remover material particulado, e a

membrana RO/NF 604a, 604b fornece um segundo estágio de tratamento.

O sistema ainda compreende um terceiro vaso 606 que contém um outro elemento de filtração na forma de uma membrana RO/NF 608. Em utilização, o outro elemento 608 fornece o terceiro estágio de tratamento na
5 alimentação líquida. Será entendido que mais do que um outro elemento de filtração pode ser fornecido.

Embora modalidades específicas da presente invenção tenham sido descritas acima, será apreciado que afastamentos das modalidades descritas podem ainda cair dentro do escopo da presente invenção. Por
10 exemplo, qualquer dispositivo adequado para dividir uma alimentação de entrada pode ser utilizado, tal como um sistema baseado em afunilamento ou tubo, que forneça mais do que uma corrente de líquido. Adicionalmente, qualquer número e arranjo adequados de vasos e membranas pode ser utilizado nas modalidades da presente invenção.

15 Exemplos

Exemplo 1

A figura 7 representa uma comparação de um arranjo de vaso para membrana que utiliza oito elementos vaso de acordo com a presente invenção, com um arranjo da técnica precedente de vasos para membrana de
20 seis elementos localizados extremidade com extremidade.

Como mostrado na figura 7, o arranjo de vaso para membrana de acordo com a presente invenção tem uma redução significativa na área de projeção com um volume de 990 comparado com o arranjo da técnica precedente de 1056. Isto é extremamente importante quando trabalhando
25 costa afora onde espaço sobre plataformas de petróleo é extremamente limitado.

A figura 7 mostra que sistemas da técnica precedente de oito polegadas (203,2 mm) tem um volume de 1056 e sistemas de dezesseis polegadas (406,4 mm) têm um volume de 896. Em contraste, utilizando os

arranjos da presente invenção, uma economia significativa em volume pode ser encontrada com unidades do sistema da presente invenção de oito polegadas (203,2 mm) tendo um volume de 990 e sistemas de 16 polegadas (9.406,4 mm) tendo um volume de 480. Como será entendido estas são reduções significativas em economia de espaço.

Exemplo 2 - Consumo de energia melhorado.

Neste exemplo utilizamos o arranjo de vaso para membrana 200 mostrado na figura 2.

Utilizando turbocompressor hidráulico (HTC) para as seguintes condições:

Requisito de pressão para membrana de 1º estágio: 28 barg (2,9 MPa)

Pressão de saída de concentrado de 1º estágio: 25,5 barg (2,65 MPa)

Requisito de pressão da entrada para 2º estágio: 31,5 barg (3,25 MPa)

Pressão de saída de concentrado do 2º estágio: 23 barg (2,4 MPa)

(sem reforço)

Recuperação do Sistema: 75%

Rendimento da bomba (hidráulico): 75%

Rendimento do motor da bomba: 90%

Rendimento HTC: 74,3%

Reforço de pressão HTC: 6,2 barg (0,72 MPa)

Com base em escoamento de alimentação do sistema de 100 m³/h:

	kW	kW/m³
Potência da bomba sem HTC	147,8	1,48
Potência da bomba com HTC	135,4	1,35
Economia com HTC	8,4%	

Existe, portanto, uma economia de energia de 8,4% utilizando um turbocompressor hidráulico

Exemplo 3 - Consumo de energia melhorado

Utilizando o arranjo de vaso para membrana mostrado na figura 3, consumo de energia melhorado é encontrado.

Utilizando um turbocompressor hidráulico HTC para as

seguintes condições:

Requisito de pressão na entrada de membrana:	35 barg (3,6 MPa)
Pressão de saída de concentrado:	31 barg (3,1 MPa)
Recuperação do sistema:	75%
5 Rendimento da bomba (hidráulico):	75%
Rendimento do motor da bomba:	90%
Rendimento HTC:	74,3%
Reforço de pressão HTC:	4,6 barg (0,56 MPa)

Com base em escoamento de alimentação do sistema de 100 m³/h:

	kW	kW/m ³
Potência da bomba sem HTC	147,8	1,48
Potência da bomba com HTC	128,3	1,32
Economia com HTC	11%	

- 10 Existe, portanto, uma economia de energia de 11% utilizando um turbocompressor hidráulico.

Sumário

Alguns melhoramentos utilizando os arranjos de vaso para membrana de acordo com a presente invenção estão resumidos como a seguir.

	Presente Invenção	Sistema apenas com pré-tratamento de filtro de cartucho	Sistema com pré-tratamento de filtro de meios
Cálculo de área			
Filtros de meios	-	-	157 m ²
Filtros de cartucho	-	44 m ²	44 m ²
Bombas SRU	108 m ²	108 m ²	108 m ²
CIP	22 m ²	22 m ²	22 m ²
Trens de membrana	162 m ²	149 m ²	149 m ²
Total	292 m ²	323 m ²	480 m ²
	(~40% de redução)		
% maior do que a presente invenção		10%	39%
Cálculo de energia			
Energia requerida (kWh)	1980	2220	2220
Economia de energia (%) comparada com a técnica precedente	-	10,8%	10,8%
Cálculo de peso			
Peso estimado toneladas (ton)	-	7%	32,6%
Economia em peso (%) comparada à técnica precedente			

- 15 O sistema de filtração de acordo com modalidades da presente invenção fornece inúmeras vantagens, tais como:

1. Utilizando um vaso com oito membranas em série, a área

de projeção do pacote completo e o peso podem ser substancialmente reduzidos até 40%.

2. Utilizando um vaso de dezesseis polegadas (406,4 mm) o número de membranas e o requisito de espaço total na planta é
5 significativamente reduzido, isto é, pelo menos 30% de redução de volume.

3. A utilização de um turbocompressor ou outro dispositivo de recuperação de energia reduz a energia global de bombeamento.

4. A utilização do turbocompressor remove a necessidade por uma válvula de controle de salmoura.

10 Além disto, será reconhecido que o sistema de filtração de acordo com modalidades da presente invenção pode ser modular em construção e pode, portanto, ser adaptado para se adequar a qualquer área de projeção ou localização durante construção inicial e planejamento, ou onde
15 sistema modular também tem o benefício de permitir componentes serem facilmente removidos para descarte e/ou substituição.

Em adição, os vasos do sistema podem ser arranjados em um arranjo paralelo, um arranjo em série ou uma combinação de arranjos em série e em paralelo onde requerido. Isto fornece flexibilidade adicional no desenho
20 do sistema de filtração e permite que a qualidade de produção a partir do sistema seja feita sob medida para o padrão requerido.

Consequentemente, será reconhecido que o sistema de filtração de acordo com modalidades da presente invenção fornecem inúmeras vantagens que incluem reduzir área de projeção de um sistema de filtração, reduzir o peso e volume ocupados por um sistema de filtração, reduzir o
25 consumo de energia e aumentar o rendimento de energia de um sistema de filtração ao mesmo tempo em que fornece um sistema que é de custo reduzido, e que é capaz de filtrar partículas e/ou íons até um nível especificado de qualidade da produção, por exemplo na região de 50 ppm ou

menos de sulfatos e outros.

O líquido obtido, por exemplo água, pode ser utilizado em diversas aplicações onde purificação é requerida, tal como em irrigação, água para beber (água potável), aplicações industriais e farmacêuticas.

5 Deveria ser entendido que as modalidades descritas são meramente tomadas como exemplo da presente invenção, e que as diversas modificações podem ser feitas sem se afastar do escopo da invenção.

10 Por exemplo, o ou cada vaso pode ser de quaisquer dimensões ou formas adequadas, como requerido. A alimentação líquida pode ser direcionada para o interior do, ou de cada, vaso em qualquer localização, por exemplo, em uma extremidade ou em qualquer ponto entre as extremidades, onde requerido.

15 Os elementos de vedação podem compreender qualquer elemento de vedação adequado, e podem ser de qualquer área de seção transversal adequada.

20 Embora o procedimento de retrolavagem seja descrito em particular em relação às modalidades nas figuras 5 e 6, será entendido que a retrolavagem pode ser utilizada para limpar uma ou mais membranas em qualquer uma das outras modalidades da presente invenção, onde necessário ou desejado.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de filtração, caracterizado pelo fato de compreender:

um vaso que contém pelo menos dois elementos de filtração, o
5 vaso compreendendo uma porta de entrada adaptada para fornecer uma
alimentação líquida para os pelo menos dois elementos de filtração, pelo
menos uma porta de saída para direcionar um permeado produzido pelos
elementos a partir do vaso e pelo menos uma porta de saída para direcionar
um concentrado produzido pelos elementos a partir do vaso, no qual um ou
10 mais dos pelo menos dois elementos de filtração compreende uma membrana
de osmose reversa ou uma membrana de nanofiltração, e no qual um dos
outros pelo menos dois elementos de filtração compreende uma membrana de
microfiltração ou de ultrafiltração.

2. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 1,
15 caracterizado pelo fato do sistema incluir uma pluralidade de vasos arranjados
em paralelo.

3. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 1 ou 2,
caracterizado pelo fato do pelo menos dois elementos de filtração
compreenderem pelo menos um primeiro elemento de filtração e pelo menos
20 um segundo elemento de filtração arranjados em série.

4. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 3,
caracterizado pelo fato do primeiro elemento de filtração compreender a
membrana de ultrafiltração ou a membrana de microfiltração.

5. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 3 ou 4,
25 caracterizado pelo fato do segundo elemento de filtração compreender a
membrana de osmose reversa ou nanofiltração.

6. Sistema de filtração de acordo com qualquer uma das
reivindicações 2 a 5, caracterizado pelo fato de pelo menos um dos vasos
incluir uma porta de retrolavagem localizada entre os pelo menos dois

elementos de filtração.

7. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato da porta de retrolavagem de um dos vasos ser adaptada para receber permeado a partir de pelo menos um dos primeiros elementos de filtração de outro dos vasos.

8. Sistema de filtração de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ainda compreender um dispositivo de recuperação de energia acoplado à porta de saída do concentrado do vaso recebendo o concentrado de um ou mais outros dos vasos.

9. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do dispositivo de recuperação de energia ser arranjado para recuperar energia a partir da saída de concentrado do vaso recebendo concentrado de um ou mais outros dos vasos e transferir esta energia para a alimentação líquida do mesmo vaso.

10. Sistema de filtração de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do dispositivo de recuperação de energia ser arranjado para recuperar energia a partir da saída de concentrado do vaso recebendo concentrado de um ou mais outros dos vasos e transferir esta energia para a alimentação líquido de um ou mais outros dos vasos.

11. Sistema de filtração de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato do sistema compreender um outro vaso que contém um outro elemento de filtração, o outro elemento de filtração compreendendo uma membrana de osmose reversa ou uma membrana de nanofiltração.

12. Método para filtrar uma alimentação líquida, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

fornecer um vaso que contém pelo menos dois elementos de filtração, pelo menos um dos elementos de filtração compreendendo uma

membrana de osmose reversa ou uma membrana de nanofiltração, e um dos outros elementos compreender uma membrana de microfiltração ou de ultrafiltração;

5 fornecer uma porta de entrada no vaso e direcionar uma alimentação líquida através da porta de entrada, de modo que uma alimentação líquida seja fornecida a ambos de ditos pelo menos dois elementos de filtração;

10 fornecer pelo menos uma porta de saída de permeado e direcionar um permeado através da pelo menos uma porta de saída de permeado; e

 fornecer pelo menos uma porta de saída de concentrado e direcionar um concentrado através da pelo menos uma porta de saída de concentrado.

15 13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender arranjar os pelo menos dois elementos de filtração em série.

20 14. Método de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de compreender prover uma pluralidade de vasos, em que pelo menos um dos vasos é dotado de uma porta de retrolavagem e fluido é direcionado através da porta de retrolavagem para limpar um ou mais dos elementos de filtração.

 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender direcionar permeado a partir do pelo menos um primeiro elemento de filtração de um vaso através da porta de retrolavagem.

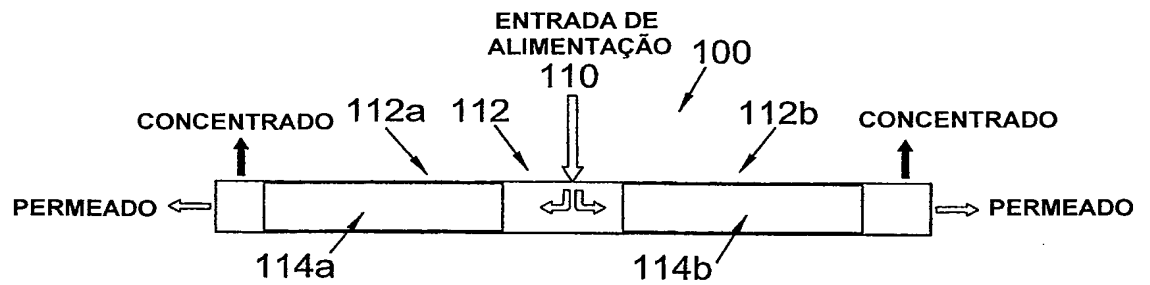


Fig. 1

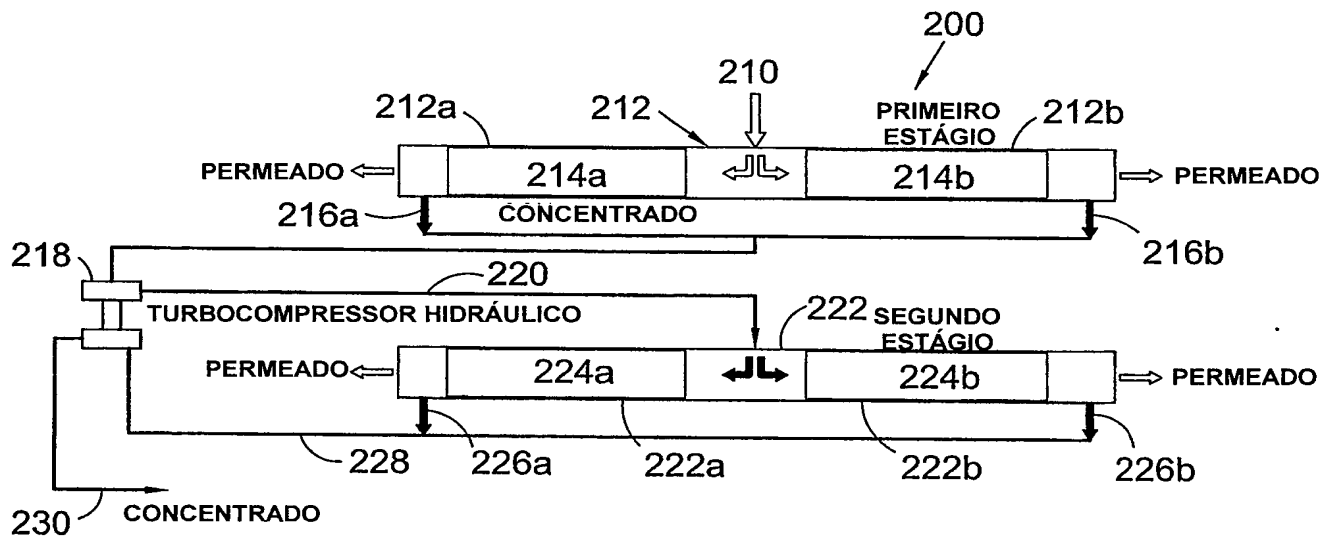


Fig. 2

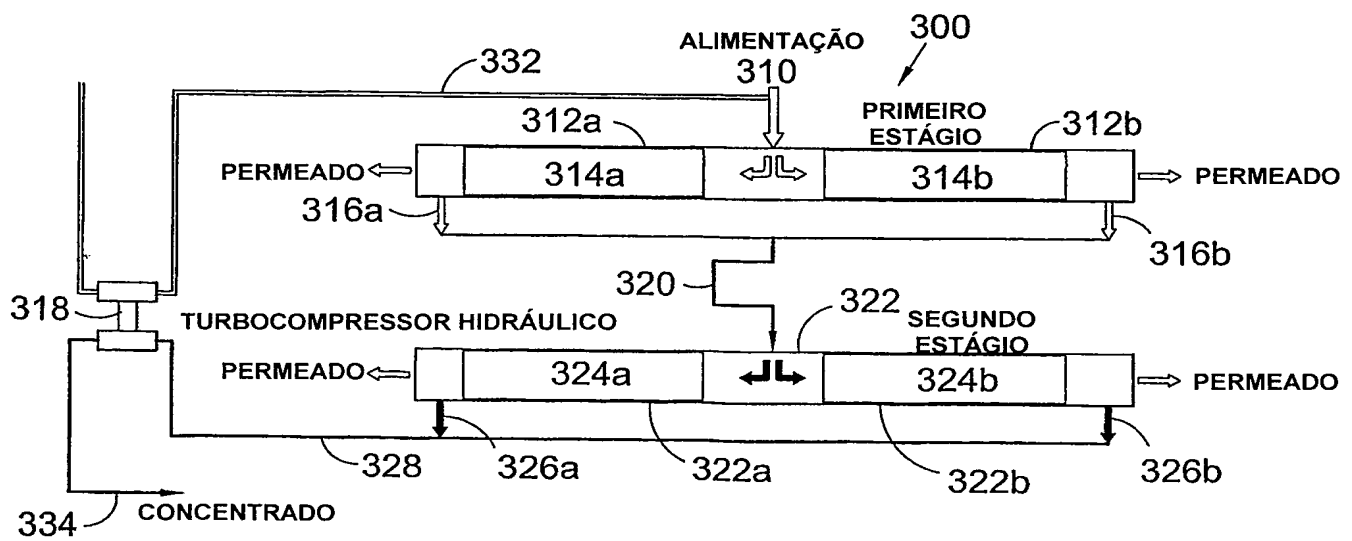
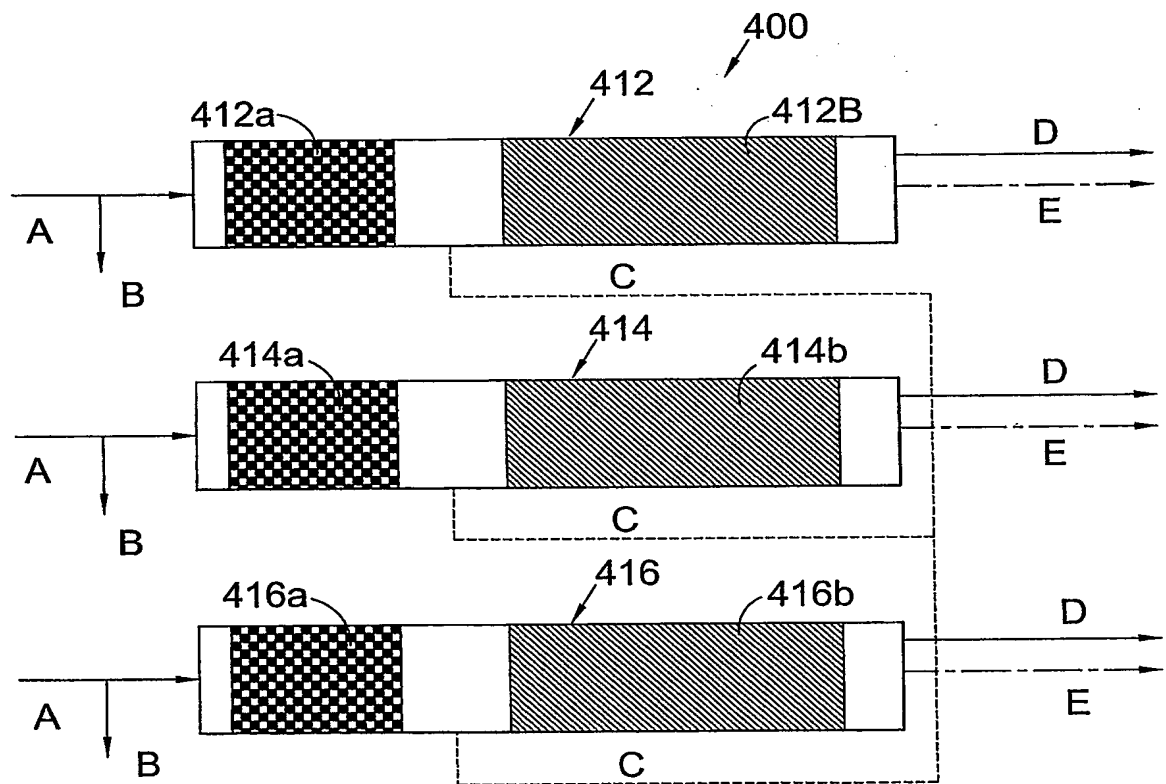


Fig. 3



Chave -

- A - Entrada de Alimentação Hp
- B - Saída de Escoamento Reverso
- C - Entrada de Escoamento Reverso
- D - Corrente de Concentrado
- E - Corrente de Permeado

Fig. 4

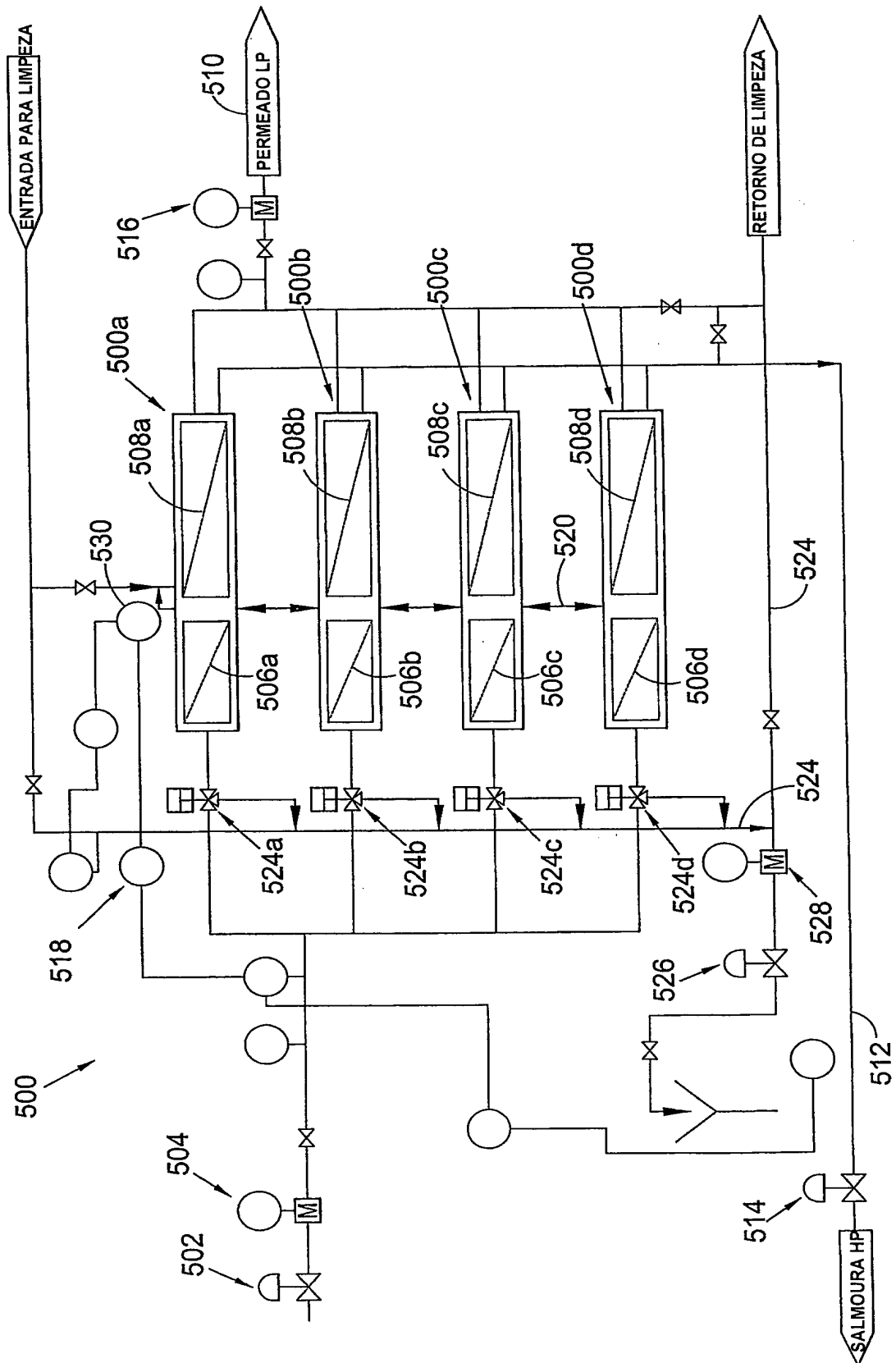


Fig. 5

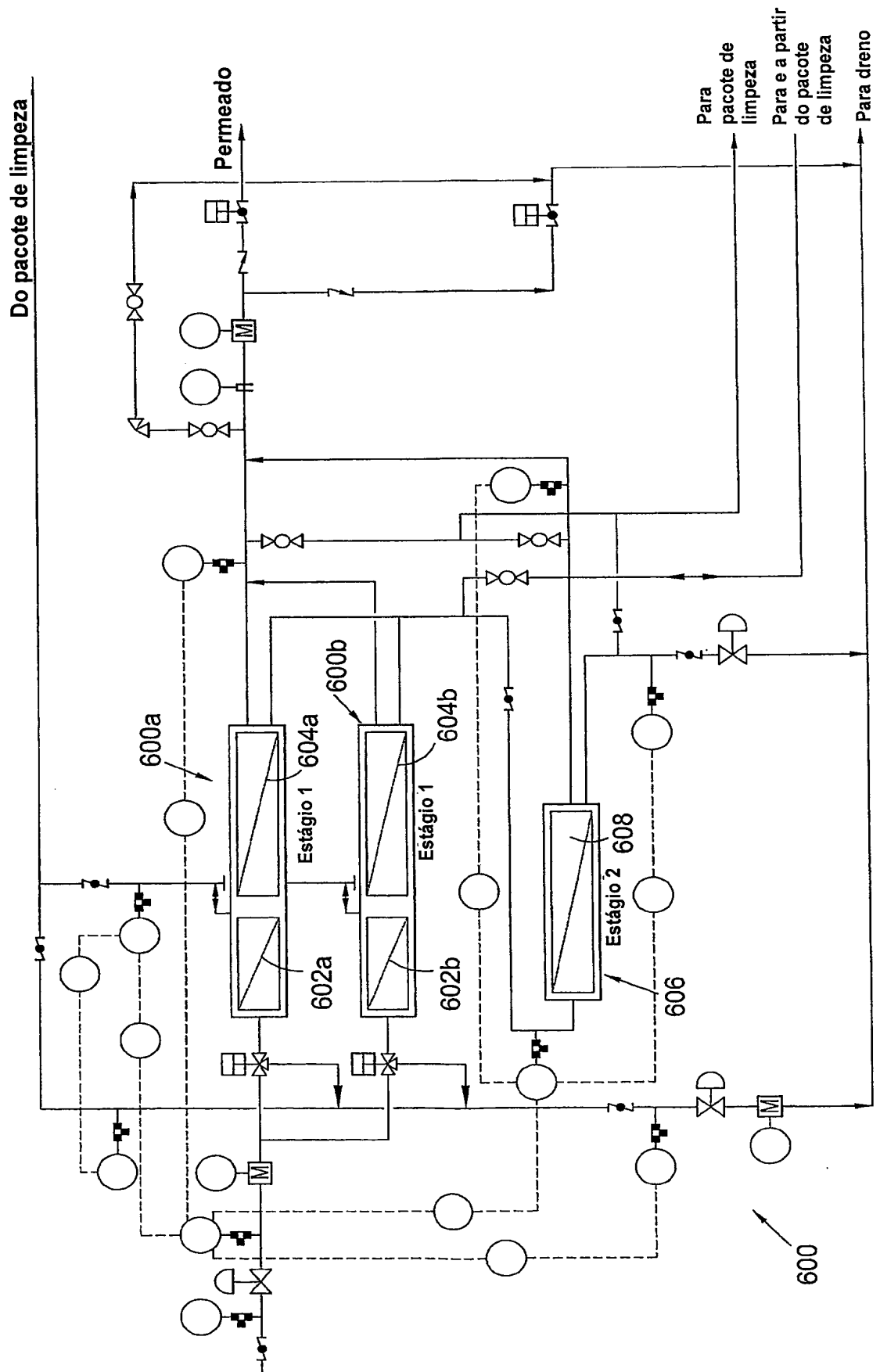


Fig. 6

Desenho de Sistema Melhorado:

Utilizando Carcaças de Membrana de 8 " (20,32 cm)

Vista em Planta

Técnica Anterior - Vasos para 6 Elementos de Membrana Localizados Extremidade com Extremidade com Acesso para Manutenção

Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa
2 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa
3 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa
4 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa
5 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa
6 Espaço	1	2	3	4	5	6	Espaço	Espaço	1	2	3	4	5	6			Spa

Presente Invenção Utilizando Vasos de 8 Elementos

1 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
2 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
3 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
4 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
5 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
6 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
7 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
8 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
9 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	Espaço	
Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Vista em Elevação

Técnica Anterior com Seis Elementos							Presente Invenção com Oito Elementos									
Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1							1									
2							2									
3							3									
4							4									
5							5									
6							6									
7							7									
8							8									
9							9									
10							10									
11							11									

Fig. 7

Volume Total dos Sistemas:**Volume do Pacote**

	Técnica Anterior	Presente Invenção
L	16	10
H	11	11
W	6	9
Vol	1056	990

Utilizando Carcaças de Membrana de 16 " (40,64 cm)

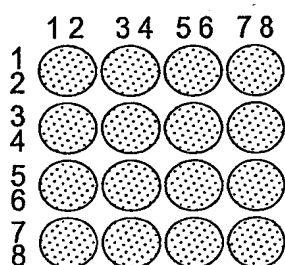
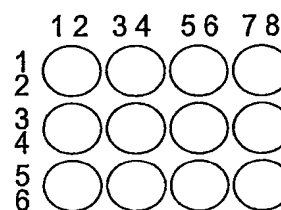
Vaso de 16" "(40,64 cm) da Técnica Anterior com 6 Elementos por Vaso, Localizados Extremidade com Extremidade.

Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Vaso de 16" (40,64 cm) da Técnica Anterior com 8 Elementos por Vaso

Comprimento Unitário/Largura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8 Espaço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fig. 7 (cont')

Vista em Elevação

**Volume Total dos Dois Sistemas
Utilizando Vasos de 16" (40,64 cm)**

Volume do Pacote		Presente
Técnica Anterior	Invenção de	
de 16" (40,64 cm)	16" (40,64 cm)	
L	16	10
H	8	6
W	7	8
Vol	896	480

Comparação de Volumes do Sistema:

Sistema	Técnica Anterior 8" (20,32 cm)	Presente Invenção 8" (20,32 cm)	Técnica Anterior 16" (40,64 cm)	Presente Invenção 16" (40,64 cm)
Volume (Unidades)	1056	990	896	480

Fig. 7 (cont')

RESUMO

“SISTEMA DE FILTRAÇÃO, E, MÉTODO PARA FILTRAR UMA ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA”

Um sistema de filtração inclui um vaso para abrigar pelo menos dois elementos de filtração. Um ou mais dos elementos de filtração é uma membrana de osmose reversa ou uma membrana de nanofiltração e um do outro dos elementos de filtração é uma membrana de microfiltração ou de ultrafiltração. O vaso tem uma porta de entrada para fornecer uma alimentação líquida para os elementos de filtração, uma porta de saída para 5 direcionar um permeado produzido pelos elementos a partir do vaso e uma porta de saída para direcionar um concentrado produzido pelos elementos a 10 partir do vaso. Inúmeros vasos podem ser fornecidos em um arranjo paralelo e/ou um arranjo em série, e os vasos podem ser arranjos de modo a permitir a regeneração das membranas de microfiltração ou ultrafiltração a partir de 15 um outro vaso no arranjo.