



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

(11) PI 0621161-5 B1

(22) Data do Depósito: 29/11/2006

(45) Data de Concessão: 11/04/2017



(54) Título: SISTEMA DE REATORES ELETROLÍTICOS DE MEMBRANA COM QUATRO CÂMARAS

(51) Int.Cl.: C25B 9/18; C02F 1/461

(30) Prioridade Unionista: 30/12/2005 IT RM2005A000666

(73) Titular(es): E.C.A.S. SRL

(72) Inventor(es): RALPH BOHNSTEDT; URS SURBECK; REINHARD BARTSCH

**"SISTEMA DE REATORES ELETROLÍTICOS DE MEMBRANA COM QUATRO
CÂMARAS"**

Esta invenção diz respeito ao campo de eletrólise química, e em particular o tratamento eletrolítico de salmoura fraca para
5 a produção de soluções de pH neutro a serem usadas na desinfecção de água e superfícies.

Fundamentos do Estado da Técnica

É sabido que a produção de soluções desinfetantes que contêm cloro, através do tratamento eletrolítico dentro de
10 células, cujas câmaras de ânodo e de cátodo são separadas por uma parede divisória, uma membrana, ou um diafragma seletivo de ion.

Essas soluções são muitas vezes regeneradas em várias concentrações de soluções aquosas de salmoura e são aplicadas na
15 desinfecção de água potável e superfícies. Para este fim, vários sistemas de célula eletrolítica e parâmetros de processo são usados. Os sistemas são essencialmente distintos através da presença de células arredondadas ou células planas.

Ao contrário da eletrólise industrial na produção de cloro
20 gasoso (e a aplicação resultante em indústrias grandes) e a produção de soluções de hipoclorito que - uma vez que elas tenham sido necessariamente estabilizadas com álcalis - são disponíveis no comércio em latas, esses sistemas são muitas vezes incorporados em redes de tubo pequeno no escopo de certos
25 projetos para atender a exigências particulares, isto é, especificações e características do produto da eletrólise.

As características excelentes biocida e fungicida desses produtos, bem como sua eficiência na luta atual contra os riscos

de contaminação - particularmente no campo de água potável e higiene pública - estão suficientemente documentadas em publicações especialistas. A propósito disto, deve ser especialmente salientado que uma solução produzida através de células de membrana, que fica imediatamente disponível, tem especificações desinfetantes maiores do que duas potências logarítmicas, comparada com as soluções de hipoclorito no comércio, que tenham um conteúdo idêntico de cloro ativo.

Avaliação do estado da arte

10 Vários produtores de aparelhos usam células tubulares da Rússia, conforme ilustrado na descrição de patente DE 69609841.

Entretanto, essas células têm a desvantagem de que seu desempenho está vinculado a suas dimensões, o que torna necessário usar mais elementos para reforçar o desempenho, o que
15 então leva a problemas de compatibilidade e dificuldades tecnológicas durante a instalação. Além disso, existem vários tipos das células planas supracitadas (e.g. DE 7110972 U - aparelho para a produção de descorante através da eletrolise de uma solução aquosa) que, se volumes grandes vão ser submetidos
20 ao tratamento, podem ser reforçadas e por consequência aumentar o desempenho; entretanto, o produto da eletrólise não obtém a qualidade desejada. Em particular, não obtém as características químicas necessárias para garantir que o tratamento dos tubos de água fica livre dos efeitos de corrosão.

25 Portanto pode ser concluído que os aparelhos e os procedimentos atualmente disponíveis no comércio têm as seguintes desvantagens:

- para aumentar a capacidade de tratamento, é necessário encadear várias células convencionais, e isto leva a desvantagens significantes de construção e produção até o ponto em que as conexões hidráulicas desses aparelhos produzidas na Russian Federation não satisfazem aos padrões Europeu e Internacional;
- as células planas disponíveis no mercado produzem um produto único, cujas propriedades ácidas têm provocado dano de corrosão substancial com um forte impacto econômico quando usado, por exemplo, em desinfecção;
- atualmente, produção da solução neutra e eletroquimicamente ativada ainda é somente possível através de mistura das partes obtidas a partir do processo eletroquímico de separação, isto é a mistura do componente ácido e o componente alcalino mas que realmente, entretanto, leva a uma queda substancial no efeito desinfetante.

Objetivos da invenção

A finalidade básica desta invenção é criar um bloco de células eletrolíticas para satisfazer qualquer que seja exigido para a produção de uma solução desinfetante economicamente efetiva e eficiente que é neutra de pH e por conseqüência benéfica para o meio ambiente.

Outra finalidade da invenção é atender a exigências de permitir a reprodutibilidade industrial em pequenos tamanhos e garantir manutenção simples e fácil montagem em acordo rigoroso com os parâmetros do processo.

Essas finalidades são atingidas através do desenvolvimento e integração, em um bloco único de reatores, um fluxograma

específico que consiste de uma sequência precisa do tratamento com cátodo e ânodo da solução inicial, bem como a descarga essencial dos gases produzidos durante o processo.

Vantagens da invenção

5 Conforme confirmado através dos testes executados, esta invenção preenche as funções a seguir e obtém as seguintes vantagens importantes:

- a integração de um fluxograma específico em um bloco celular fornece vantagens tecnológicas importantes devido à
- 10 impermeabilidade hidráulica, operação confiável, monitoração do processo, bem como vantagens em avaliar a lucratividade do processo de produção de bloco celular que pode agora ser fabricado com uma licença em estabelecimentos de tamanho médio;
- possibilidade de controle preciso de desgaseificação e por
- 15 consequência, o valor de pH do produto sujeito a eletrólise; valores ótimos de potencial redox são por consequência obtidos sem provocar efeitos de corrosão;
- maior eficiência da solução de pH neutro comparado com as soluções eletrolíticas tradicionais;
- 20 - pouco resíduo de cloreto na solução final, e por consequência uso ótimo da solução de sal;
- o uso de eletrodos planos e seções retangulares nas câmaras de reação possibilitam maior constância das linhas de força e por consequência maior homogeneidade do produto de eletrólise;
- 25 - o uso de ligas de alta qualidade reduz o desgaste do eletrodo a um mínimo;
- resistência dos materiais usados;

- o bloco é resistente a impactos (importante para aparelhos móveis);
- fácil de montar e desmontar.

Descrição das figuras

5 A descrição da invenção será mais bem entendida através de referência as tabelas de projetos anexas que ilustram exclusivamente, a guisa de exemplo, uma forma preferida de concepção. Nos desenhos:

 figura 1 é uma vista isométrica em escala reduzida de um
10 bloco de reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras de acordo com a invenção;

 fig. 1A é uma vista explodida do bloco de reatores de fig. 1, que mostra os detalhes específicos relacionados às duas metades do bloco;

15 figuras 2 e 3 são vistas de seção cruzada vertical das duas metades respectivas do bloco;

 figuras 4 e 5 são vistas de seção cruzada de acordo com os perfis gerais A-A' e B-B' da figura 2.

Descrição detalhada das Figuras

20 Com respeito às figuras, o bloco de reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a invenção, tem a aparência de uma caixa paralelepípedo feita de até duas metades (5 e 6) que são montadas uma sobre a outra para formar respectivamente o lado inferior do cátodo e o lado superior do
25 ânodo de um reator eletrolítico. Na primeira metade (5) existem câmaras de cátodo (7 e 8), enquanto na outra metade (6) existem câmaras de ânodo (9 e 10). Entre as câmaras de cátodo (7 e 8) e as câmaras de ânodo (9 e 10) duas semi-câmaras (11) são

intercaladas, as quais, quando as metades (5 e 6) são acopladas, formam uma câmara de desgaseificação (11). Duas membranas de filme seletivas são indicadas pela referência numérica 12 para troca catiônica. Os dois eletrodos do lado do ânodo são indicados pela referência numérica 15 e os dois eletrodos do lado de cátodo são indicados pela referência numérica 16. No espaço entre cada eletrodo (15 e 16) e a membrana (12), respectivamente, uma parede de vórtice e de espaçamento (14) é posicionada. A Fig. 1a ilustra, a guisa de exemplo, a posição recíproca de uma membrana (12), eletrodos (15 e 16) e os tecidos de espaçamento (14) em relação a primeira câmara do cátodo (7).

Na fig. 2 os selos das câmaras são indicados pela referência numérica 17, os selos dos componentes de ligação são indicados pela referência numérica 18, os selos das membranas são indicados pela referência numérica 19, e os selos dos eletrodos são indicados pela referência numérica 20.

O suprimento de energia elétrica fornecida por um transformador de rede é indicado pela referência numérica 21, apropriadamente construído e configurado.

20 Breve Resumo da Invenção

A água de entrada completamente desmineralizada saturada com uma concentração de 0,4% de sal de alta pureza é conduzida em partes iguais através da abertura de entrada (1) do bloco de reator, para dentro das câmaras de cátodo (7 e 8) separada das câmaras de ânodo (9 e 10) através da membrana (12) seletiva de troca catiônica, e submetida a vórtice até a homogeneidade por meio de uma parede (14) de espaçamento de tecido montada nas câmaras em ambos os lados da membrana; a água é então passada

dos eletrodos (16) do lado do cátodo e, após ser descarregada do canal (2), é conduzida para dentro da câmara de desgaseificação (11). Uma certa quantidade (normalmente 10-20%) da solução tratada incluindo os gases formados durante a reação, é
5 descarregada por meio da saída ajustável (2a). O fluxo residual principal é transportado da saída inferior da câmara de desgaseificação (11) primeiro para dentro de uma câmara de ânodo (9) ou então para dentro de outra câmara de ânodo (10) se ele for uniformemente submetido ao efeito da voltagem elétrica
10 criado pelos eletrodos do lado do ânodo através da parede de espaçamento (14), o qual pode então ser removido como um produto acabado na saída (4a).

Descrição da Invenção

Os projetos, detalhes adicionais, e os efeitos
15 correspondentes são descritos em detalhe abaixo:

A água de influxo, que é de uma determinada qualidade, isto é qualidade potável, é saturada com cerca de 4 g/l de sal, e é transportada em quantidades determinadas a ser estabelecido de acordo com as dimensões do reator para entrada (1) em uma metade
20 (5) do bloco de reator cuja abertura é ajustada com uma rosca interna de 1/4" e daí possibilita a ligação de tubos padrões em materiais apropriados.

Logo após o influxo acima descrito dentro do reator, o líquido de processo, isto é, a água que é completamente
25 desmineralizada e saturada com uma pequena adição de sal puro, - referida como uma salmoura fraca - é submetida ao processo eletrolítico inicial, isto é, o tratamento de cátodo efetuado simultaneamente nas câmaras de cátodo (7 e 8). Para este fim, a

salmoura fraca primeiro passará através do canal de entrada (1), que é uma abertura (cujo diâmetro, para fins de informação, é 11,5 mm) que começa a jusante da entrada e passa transversalmente ao longo do fundo da metade (5) do reator, e é
5 a seguir injetada simultaneamente para dentro das duas câmaras de cátodo (7 e 8) que passam das aberturas de entrada respectivas (13) ligadas para o mesmo canal de entrada (1). Uma vantagem é fornecida pelo fato de que este canal de entrada (1) é mecanicamente usinado no alojamento da metade (5) do bloco de
10 reator, o qual, no lado oposto é fechado, em linha com a saída da caixa do reator, com um tampão. As aberturas de entrada (13) (que, para fins de informação, têm um diâmetro de 2,5 mm) são calculadas de modo a possibilitar distribuição igual do fluxo principal entre as duas câmaras (7 e 8).

15 Em uma forma preferida de realização, a quantidade de influxo da salmoura fraca a ser submetida a tratamento é 100 l/h resultante da relação entre todos os parâmetros que afetam o processo de produção, tais como o fluxo, a carga salina, amperagem, o tamanho das câmaras de reação, o formato e
20 distância dos tecidos de vórtice e espaçamento e das membranas. Para aumento ou redução de energia, a relação de tamanho da implementação é determinada proporcionalmente; testes em profundidade efetuados nos protótipos demonstraram que os tamanhos de aparelho a seguir apresentaram-se como apropriados:
25 50 l/h, 100 l/h, 150 l/h, 300 l/h 600 l/h, e 1000 l/h.

Após influxo dentro das duas câmaras de reação (7 e 8) no lado do cátodo, que são, conforme anteriormente mencionado, separadas daquelas (9 e 10) no lado do ânodo por uma membrana

(12), o líquido de processo é transportado para as aberturas de saída superior (13ª) das câmaras através da mencionada anteriormente parede de tecido de vórtice e espaçamento (14), que está posicionada no espaço entre o eletrodo (16) e membrana (12). Neste ponto, o líquido de processo é transportado das aberturas de saída (13ª) no canal de saída (2) do subproduto. Igual ao canal de entrada (1), este canal de saída consiste de um orifício perfurado continuamente através da parte superior ou o topo da metade (5) do reator, cujas extremidades são, entretanto, fechadas completamente com tampões. A válvula de saída (2ª) está localizada no meio através do orifício perfurado.

Esta válvula de saída (2ª) é ajustável e é usada, conforme descrito abaixo, para desgaseificação durante o processo de produção e para descarregar o subproduto alcalino do tratamento eletroquímico, que pode então ser usado para fins de limpeza.

A parede (14) de tecido de vórtice e espaçamento possibilita a salmoura fraca a passar homogeneamente entre os eletrodos (15 e 16). O resultado é que nas câmaras de reação o campo elétrico será criado de uma maneira homogênea, dessa forma garantido a qualidade do produto e vida longa dos eletrodos.

O produto, que se tornou muito alcalino em consequência de ativação eletrolítica, é transportado através de uma abertura unida ao canal (2), para dentro de uma parte da câmara de desgaseificação (11); ao ajustar a válvula de saída (2ª) na outra parte, é possível descarregar o gás, juntamente com uma pequena parte do produto alcalino inicial (cerca de 10-20%), que sobe para a câmara de desgaseificação e que é formado nesta fase

inicial de tratamento eletrolítico. Na parte inferior da câmara de degaseificação (11), uma passagem adicional idêntica à conexão superior entre a câmara (11) e a câmara de saída (2) do subproduto. O líquido do processo de degaseificação passa (ver
5 fig. 1a) através desta passagem (4) e é então transportado para a segunda câmara de ânodo (9) que passa através das aberturas de entrada supracitadas (13) das câmaras no lado do ânodo. Neste ponto, o canal (4) é fechado completamente no centro e divide-se em dois segmentos.

10 Após este tratamento do ânodo inicial, a solução ativada é submetida a um segundo tratamento, que é aplicado através de passagem da segunda câmara (9) do lado do ânodo para a primeira câmara (10) do mesmo lado do ânodo, na direção das setas na fig. 1a. Neste ponto, a passagem (3) toma uma forma idêntica para os
15 outros orifícios perfurados (1, 2, e 4), mas as extremidades são fechadas com tampões apropriados.

Da câmara (10), o produto acabado, isto é, a solução de pH neutro que está eletroquimicamente ativada e destinada a fins de desinfecção, é removida da saída (4a) para uso imediato. Esta
20 saída (4a) também tem rosqueamento interno que possibilita a conexão de tubos padrões de materiais apropriados. Na forma preferida ilustrada de realização, esta rosca interna é 1/4".

Conforme já foi previamente mencionado, a caixa do reator é feita de metades (5 e 6), que são montadas uma em cima da outra.
25 Para o protótipo final, o material PP (polipropileno) foi usado por causa de sua alta durabilidade, e todas as câmaras, aberturas, e canais foram fresados ou escavados. Entretanto, em experimentos, outros materiais comparáveis tais como PE

(polietileno de alta densidade) também mostraram resultados satisfatórios com respeito ao tempo de vida das ferramentas necessárias para fresagem. Um método de produção adicional é fundição de matriz, que é ideal para fabricação em negócios industriais de tamanho médio.

Os eletrodos usados no lado do ânodo (15) são revestidos com uma camada de óxido de titânio - irídio, enquanto os eletrodos no lado do cátodo (16) são de aço inoxidável *Hastelloy*. A densidade de corrente máxima dos eletrodos é avaliada em 5,3 KA/m², as dimensões das superfícies do eletrodo são calculadas proporcionalmente; equivale dizer, para uma célula com uma capacidade de fluxo de 100 a 1, uma área de superfície de 7701 mm² é usada tanto para o ânodo quanto para os lados do cátodo.

As membranas (12) do bloco de reatores eletrolíticos que são o objeto desta invenção são referidos como 'membranas de filme seletivas para troca catiônica' com uma espessura, para informação, de 140-150µm. Esses membros podem ser definidos como "inteligentes" uma vez que eles não têm um lado particular de ânodo e cátodo e por consequência têm direções reversíveis de uso. Nos protótipos, filmes foram adaptados que forneceram a vantagem de uma maior folga de pressão comparado com as membranas de cerâmica, particularmente eles são apoiados pelo tecido de espaçamento (14). Este tecido (14) consiste de uma rosca ondulada sintética com um diâmetro de 0,5 mm, que forma uma grade de formas romboidais e que influencia significativamente as condições dinâmicas de fluido da câmara do reator e por consequência a qualidade do produto de eletrólise.

Os transformadores de rede (21), que fornecem eletricidade para o bloco de célula, são usados para regular a amperagem. Eles são também equipados com resfriamento autônomo, eles retificam a corrente elétrica com uma tolerância de 1%, e têm um
5 valor de tempo residual nominal de 1%. Eles por consequência têm características que, em combinação com os princípios de construção da célula e de acordo com os parâmetros do processo e a qualidade do líquido de processo, garantem que as características do produto de eletrólise exigidas sejam obtidas.

10 Um protótipo do reator eletrolítico descrito foi operado mediante as seguintes condições: capacidade de fluxo 100 l/h de água completamente desmineralizada saturada com 4 g/l de sal de alta pureza, amperagem 50 A com 24V, e desvio de 15% no lado do cátodo. Resultado reprodutível das características do produto:
15 350 ppm de cloreto ativo (medidos como Cl_2), potencial redox 800 mV, pH 6,9.

REIVINDICAÇÕES

1) "Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras ,
com desgaseificação ajustável para a produção de produtos de
solução desinfetante de pH neutro, ativado eletroquimicamente
5 através de salmoura fraca para uso na desinfecção de água
potável e superfícies, caracterizados pelo fato de que são
compostos de duas metades (5 e 6), que estão acopladas entre si
para formar o lado de cátodo de fundo e o lado do ânodo de cima
respectivamente, de um reator eletrolítico, com câmaras de
10 cátodo (7 e 8) que são usinadas dentro de uma metade (5), e
câmaras de ânodo (9 e 10) que são usinadas dentro de outra
metade (6, e com duas semi-câmaras (11) que ficam intercaladas
entre essas câmaras de cátodo (7 e 8) e câmaras de ânodo (9 e
10) em cada lado do reator, que forma uma câmara de
15 desgaseificação (11) quando as metades são acopladas entre si;
nesta condição, cada câmara de cátodo (7 e 8) é separada da
câmara de ânodo oposta (10 e 9) através de uma membrana seletiva
de troca catiônica (12) colocada entre os eletrodos do lado do
cátodo (16) e eletrodos do lado do ânodo (15), com um par de
20 paredes (14) de vórtice e espaçamento que estão intercaladas;

2) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de
acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que a
salmoura fraca injetada na entrada de bloco do reator (1) é
submetida a um processo eletroquímico do cátodo único e um
25 processo eletroquímico de ânodo duplicado com desgaseificação
intermitente ajustável na câmara de desgaseificação (11) com uma
saída (2a) ajustada com uma válvula de controle ou registro;

3) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizados pelo fato de que todas as conexões hidráulicas necessárias das câmaras de reação (7, 8) e (9, 10) e a câmara de desgaseificação (11) são
5 acoplamentos mecanicamente constituídos através de canais e orifícios perfurados (1, 2, 3, 4, 13, e 13a) no alojamento das duas metades (5, 6) do bloco do reator;

4) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com as reivindicações 1,2 e 3, caracterizados pelo
10 fato de que todas as câmaras, aberturas, e canais podem ser usinados quer através de fresagem em blocos de polietileno ou polipropileno, ou através de fundição em molde;

5) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com as reivindicações 1,2,3 e 4, caracterizados pelo
15 fato de que o valor de pH do produto de eletrólise é ajustável através da aplicação do fluxograma e regulação da válvula de desgaseificação;

6) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que
20 os eletrodos no lado do ânodo têm um revestimento de óxido de titânio - irídio;

7) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que os eletrodos no lado do cátodo são compostos de aço inoxidável C
25 22 Hastelloy;

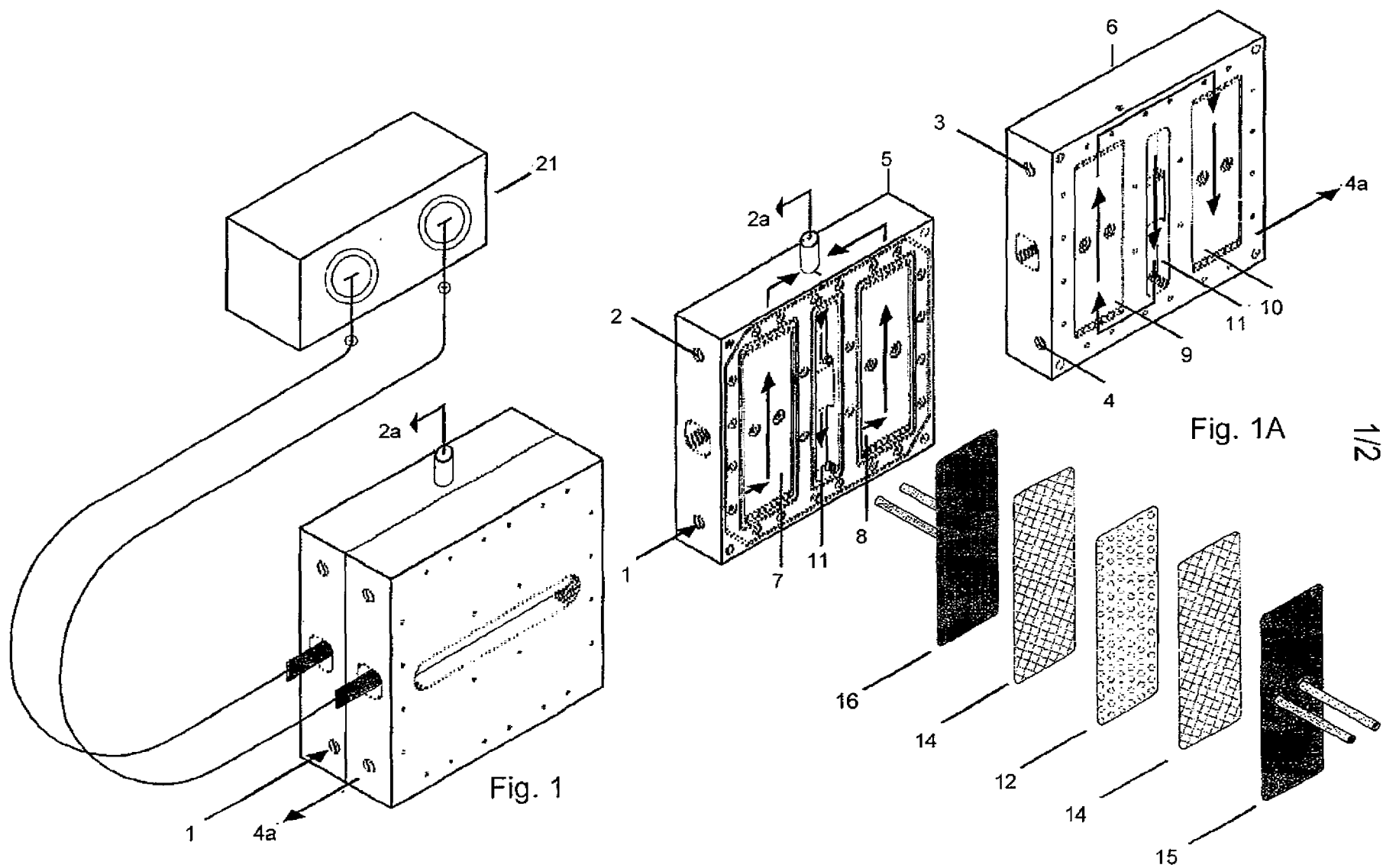
8) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que os eletrodos na membrana seletiva que separa as câmaras de ânodo

e as câmaras de cátodo é uma membrana seletiva de filme de troca catiônica;

9) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que
5 o líquido de processo é transportado para a abertura de saída (13) através da parede (14) de espaçamento e de vórtice de modo que passa homogeneamente entre os eletrodos (15, 16) e nas câmaras de reação um campo elétrico homogêneo é produzido;

10) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras,
10 de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que um transformador de rede (21) é usado; e

11) Reatores eletrolíticos de membrana com quatro câmaras, de acordo com a reivindicação 1, caracterizados pelo fato de que mecanismos de paralisação são ajustados para prevenir abertura
15 não-autorizada do bloco de reator.



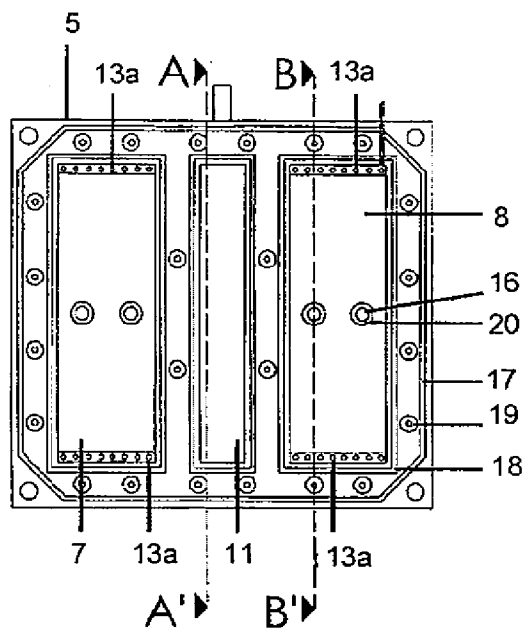


Fig. 2

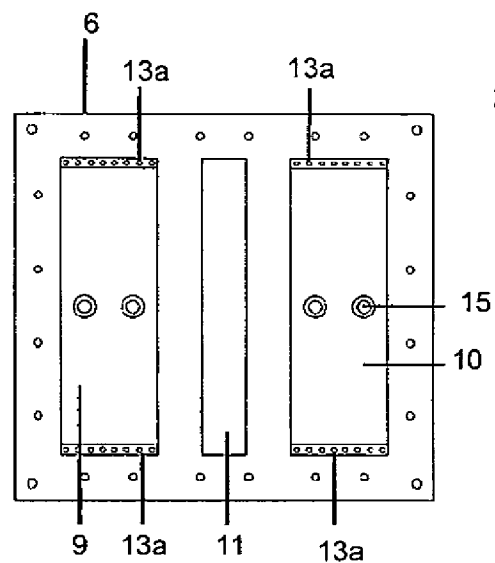


Fig. 3

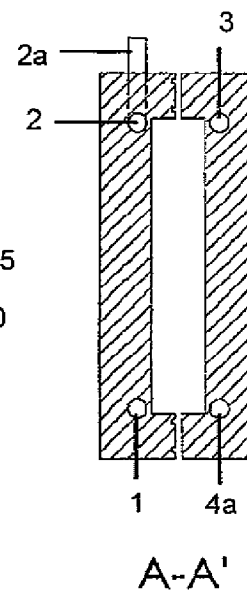
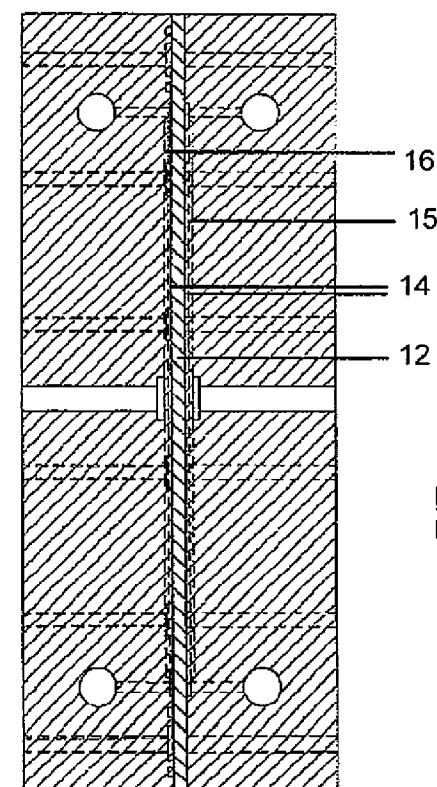


Fig. 4



B-B'
Fig. 5