

(11) Número de Publicação: **PT 1969159 E**

(51) Classificação Internacional:  
**C25B 9/18** (2007.10) **C02F 1/461** (2007.10)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2006.11.29**

(30) Prioridade(s): **2005.12.30 IT RM20050666**

(43) Data de publicação do pedido: **2008.09.17**

(45) Data e BPI da concessão: **2009.05.13**  
**159/2009**

(73) Titular(es):

**E.C.A.S. SRL**  
**VIA PARINI, 1 40069 ZOLA PREDOSA (BO) IT**

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

IT  
CH  
IT

(74) Mandatário:

**ÁLVARO ALBANO DUARTE CATANA**  
**AVENIDA MARQUÊS DE TOMAR, Nº 44, 6º 1069-229 LISBOA**  
**PT**

(54) Epígrafe: **SISTEMA DE REACTORES ELECTROLÍTICOS MEMBRANARES COM QUATRO CÂMARAS**

(57) Resumo:

## Descrição

### **Sistema de Reactores Electrolíticos Membranares com Quatro Câmaras**

#### Campo da invenção

5   **[0001]** A presente invenção diz respeito ao campo da electrólise química, e particularmente ao tratamento electrolítico de sal fraco para a produção de soluções de pH neutro para serem usadas na desinfeção de água e de superfícies.

10

#### Fundo da invenção

**[0002]** Sabe-se que a produção de soluções desinfectantes que contêm cloro, com o tratamento electrolítico dentro das pilhas, cujas câmaras do ânodo e do cátodo são separadas  
15 por uma parede divisora, por uma membrana, ou por um diafragma selectivo de iões.

**[0003]** Estas soluções são regeneradas frequentemente em várias concentrações a partir de soluções aquosas salinas e são aplicadas na desinfeção da água potável e das  
20 superfícies. Com esta finalidade, são usados várias células electrolíticas e sistemas de processamento de parâmetros. Os sistemas são distinguidos essencialmente pela presença de pilhas redondas ou de pilhas lisas.

**[0004]** Ao contrário da electrólise industrial na produção  
25 de cloro gasoso (e da aplicação resultante em grandes indústrias) e na produção de soluções de hipoclorito que - quando forem necessariamente estabilizados com substâncias alcalinas - estão disponíveis no mercado em garrações, estes sistemas são incorporados frequentemente em pequenas  
30 redes de tubos no âmbito de determinados projectos para cumprir certas exigências, isto é, especificações e características do produto da electrólise.

**[0005]** As excelentes características biocidas e fungicidas destes produtos, assim como sua eficácia na actual luta

contra os riscos de contaminação - particularmente no campo da água potável e da higiene pública - são documentadas suficientemente em publicações especializadas. Neste contexto, deve ser especialmente realçado que uma solução produzida através das pilhas da membrana, que esteja imediatamente disponível, tem especificações desinfectantes maiores que os dois poderes logarítmicos em comparação com as soluções de hipoclorito existentes no mercado, que têm um índice idêntico de cloro activo.

10

#### Avaliação do último modelo

**[0006]** Vários produtores de dispositivos usam pilhas tubulares provenientes da Rússia, como ilustrado na descrição da patente DE 69609841T. No entanto, estas pilhas têm a desvantagem do seu desempenho estar ligado às suas dimensões, o que torna necessário o uso de mais elementos para realçar o desempenho, o que conduz então a problemas da compatibilidade e dificuldades tecnológicas durante a instalação. Além disso, há, tal como referido anteriormente, vários tipos de pilhas lisas (por exemplo DE 7110972 U - dispositivo para a produção de lixívia através da electrólise de uma solução aquosa) isso, se grandes volumes estiverem a ser sujeitos a tratamento, pode ser realçado e conseqüentemente aumentar o desempenho; no entanto, o produto da electrólise não obtém a qualidade desejada. Em particular, não obtém as características químicas necessárias para assegurar que o tratamento das tubagens de água estejam livres dos efeitos da corrosão.

20

25

**[0007]** Pode-se conseqüentemente concluir que os dispositivos e os procedimentos actualmente disponíveis no mercado têm as seguintes desvantagens:

30

- para aumentar a capacidade de tratamento, é necessário ligar várias pilhas convencionais, e isto conduz a desvantagens significativas na construção e

na produção até ao ponto em que as ligações hidráulicas destes dispositivos produzidos na Federação Russa não vão de encontro encontram aos parâmetros europeus e internacionais;

5 - as pilhas lisas disponíveis no mercado produzem um único produto, que quando usado as propriedades ácidas que causaram danos substanciais de corrosão com um impacto económico muito forte, por exemplo, na desinfectação;

10 - actualmente, a produção da solução neutra e electroquimicamente activada é ainda somente possível misturando as partes obtidas do processo electroquímico de separação, que é a mistura do componente ácido e do componente alcalino mas que, 15 no entanto, conduz a uma diminuição substancial no efeito de desinfectação.

#### Descrição da invenção

**[0008]** A finalidade principal desta invenção é criar um 20 bloco de pilhas electrolíticas para satisfazer o que quer que seja exigido para a produção de uma solução desinfectante economicamente eficaz e eficiente que tenha um pH neutro e conseqüentemente amiga do ambiente.

**[0009]** Uma outra finalidade da invenção é cumprir a 25 exigência de permitir a reprodutibilidade industrial em tamanhos pequenos e garantir uma manutenção simples e uma montagem fácil em estrita conformidade com os parâmetros do processo.

**[0010]** Estas finalidades são conseguidas pelo 30 desenvolvimento e integração, num único bloco de reactores, um fluxograma específico que consiste numa sequência precisa do tratamento do cátodo e do ânodo da solução inicial, assim como a descarga essencial dos gases produzidos durante o processo.

### Vantagens da invenção

**[0011]** Como confirmado pelos testes realizados, esta invenção preenche as seguintes funções e obtém as seguintes vantagens importantes:

- 5           - a integração de um fluxograma específico num único bloco de célula fornece vantagens tecnológicas importantes devido à impermeabilidade hidráulica, operação de confiança, monitorização do processo, assim como vantagens em avaliar a rentabilidade do
- 10           processo de produção do bloco de célula que pode agora ser produzido com uma licença em estabelecimentos de tamanho médio;
- controlo preciso da desgaseificação e consequentemente, do valor de pH do produto sujeito
- 15           a electrólise; os valores óptimos de potencial redox são obtidos consequentemente sem causar efeitos de corrosão;
- a maior eficácia da solução pH-neutra comparou as soluções electrolíticas tradicionais;
- 20           - resíduo mínimo de cloro na solução final, e consequentemente uso óptimo da solução salina;
- o uso de eléctrodos lisos e de secções rectangulares nas câmaras de reacção permite uma constância mais elevada das linhas da força e consequentemente uma
- 25           homogeneidade maior do produto da electrólise;
- o uso de ligas de alta qualidade reduz o desgaste dos eléctrodos a um mínimo;
- a força dos materiais usada;
- o bloco é resistente aos impactos (importantes para
- 30           dispositivos móveis);
- fácil de montar e desmontar.

**[0012]** A descrição da invenção será melhor compreendida em referência às tabelas do projecto em anexo que ilustram

unicamente como exemplo uma forma preferida da realização.

Nos desenhos:

5 A figura 1 é uma vista isométrica a escala reduzida de um bloco de reactores electrolíticos membranares com quatro câmaras de acordo com a invenção;

A fig. 1A é uma vista aumentada do bloco de reactores da Fig. 1, que mostra os detalhes específicos em relação às duas metades do bloco;

10 As figuras 2 e 3 são vistas verticais de secção transversal das duas metades respectivas do bloco.

As figuras 4 e 5 são vistas de secção transversal de acordo com os esboços gerais A-A' e B-B' da figura 2.

**[0013]** No que diz respeito às figuras, o bloco dos reactores electrolítico membranares com quatro câmaras, de acordo com a invenção, tem a aparência de uma caixa de paralelepípedos composto de duas metades 5 e 6 que são montadas uma sobre a outra para dar forma respectivamente à parte inferior do cátodo e à parte superior do ânodo de um reactor electrolítico. Na metade 5 há as câmaras 7 e 8 do cátodo, enquanto na metade 6 há as câmaras 9 e 10 do ânodo. Entre as câmaras 7 e 8 do cátodo e as câmaras 9 e 10 do ânodo estão as duas semi-câmaras 11 inter-posicionadas, que, quando as metades 5 e 6 são ligadas, dão forma a uma câmara 11 de desgaseificação. Duas membranas de filme selectivas estão indicadas com o 12 para a troca catiónica. Os dois eléctrodos do ânodo são indicados com o 15 e os dois eléctrodos do cátodo são indicados com o 16. No espaço entre cada eléctrodo 15 e 16, e a membrana 12, são posicionados respectivamente, um vortex e uma parede espaçadora 14. A Fig. 1a ilustra como exemplo, a posição recíproca da membrana 12, os eléctrodos 15 e 16, e os espaçadores de tecidos 14, em relação à primeira câmara 7 do cátodo.

**[0014]** Na Fig. 2 os selos das câmaras estão indicados com 17, os selos dos componentes de ligação são indicados com 18, os selos das membranas são indicados com 19, e os selos dos eléctrodos são indicados com 20.

5 **[0015]** A fonte de energia eléctrica é fornecida por um transformador de rede 21 apropriadamente construído e configurado.

#### Breve sumário da invenção

10 **[0016]** A água completamente desmineralizada saturada de entrada com uma concentração de 0.4% em sais de alta pureza é conduzida em partes iguais através da entrada da abertura 1 do bloco do reactor, nas câmaras 7 e 8 do cátodo separadas das câmaras 9 e 10 do ânodo pela troca catiónica  
15 da membrana selectiva 12, e levada ao vortex até à homogeneidade por meio de um espaçador de tecido de parede 14 montada nas câmaras em ambos os lados da membrana; a água é passada então dos eléctrodos 16 do cátodo e, após a descarga do canal 2, é conduzida para a câmara 11 de  
20 desgaseificação. Uma determinada quantia (normalmente 10-20%) da solução tratada que inclui os gases formados durante a reacção, é descarregada através da abertura ajustável 2a. O fluxo residual principal é transportado da tomada mais baixa da câmara 11 de desgaseificação  
25 primeiramente na câmara 9 do ânodo ou então na câmara 10 do ânodo se assim for é sujeito uniformemente ao efeito da voltagem eléctrica criada pelos eléctrodos do ânodo através da parede do espaçador 14, que pode então ser removida como um produto final na saída 4a.

30

#### Descrição da invenção

**[0017]** Os projectos, os detalhes adicionais, e os efeitos correspondentes são descritos em detalhe abaixo:

A água de entrada, que é de alguma qualidade, que tem qualidade para ser bebida, é saturada com aproximadamente 4 g/l de sal, e transportada em determinadas quantidades - a ser estabelecida de acordo com as dimensões do reactor - à entrada 1 na metade 5 do bloco do reactor cuja abertura é encaixada com uma linha interna de 1/4" e assim permite a ligação dos tubos padrão em materiais apropriados.

**[0018]** Seguindo a entrada descrita acima no reactor, o líquido de processamento, isto é, a água que é completamente desmineralizada e saturada com uma pequena adição de sal puro, - referido como uma solução salina fraca - é sujeito ao processo electrolítico inicial, isto é, o tratamento do cátodo realizado simultaneamente nas câmaras 7 e 8 do cátodo. Com este fim, a solução salina fraca passará primeiramente através do canal 1 da entrada, que é uma abertura (cujo diâmetro, para fins informativos, é 11.5 milímetros) que começa abaixo da entrada e passa transversalmente ao longo da parte inferior da metade 5 do reactor, e é então injectada simultaneamente em duas câmaras do cátodo 7 e 8 que passam das aberturas respectivas da entrada 13 ligadas ao mesmo canal de entrada 1. Uma vantagem é acrescida pelo facto de que este canal 1 de entrada é colocado mecanicamente na carcaça da metade 5 do bloco do reactor, que, no lado oposto está fechada, alinhado com a saída da caixa do reactor, com uma tomada. As aberturas 13 da entrada (que, para fins informativos, tenha um diâmetro de 2.5 milímetros) são calculadas para permitir a distribuição igual do fluxo principal entre as duas câmaras 7 e 8.

**[0019]** Numa forma preferida da realização, a quantidade de entrada de solução salina fraca a ser sujeita ao tratamento é 100 l/h resultando da relação entre todos os parâmetros que afectam o processo de produção, tal como o fluxo, a

carga de sal, a amperagem, o tamanho das câmaras da reacção, a forma e a distância do vortex e do espaçador de tecidos e das membranas. Para o aumento ou redução da energia, a relação do tamanho da execução é determinada proporcionalmente; os testes detalhados realizados em protótipos demonstraram que os seguintes tamanhos do dispositivo são os apropriados: 50 l/h, 100 l/h, 150 l/h, 300 l/h 600 l/h, e 1000 l/h.

**[0020]** Após o fluxo entrar nas duas câmaras 7 e 8 da reacção no lado do cátodo, que são, como mencionado previamente, separadas daqueles do 9 e do 10 no lado do ânodo por uma membrana 12, o líquido do processo é transportado às aberturas superiores de saída 13a das câmaras através do vortex e da parede espaçadora de tecido 14 previamente mencionada, que é posicionada no espaço entre o eléctrodo 16 e a membrana 12.

**[0021]** Nesta altura, o líquido do processo é transportado das aberturas de saída 13a no canal de saída 2 do subproduto. Tal como o canal 1 de entrada, este canal de saída consiste num furo continuamente perfurado através da parte superior ou do cimo da metade 5 do reactor, as extremidades que estão, no entanto, fechadas com tomadas. A válvula de saída 2a fica situada a meio do furo perfurado.

**[0022]** Esta válvula de saída 2a é ajustável e é usada, como descrito abaixo, para desgaseificar durante o processo de produção e para descarregar o produto alcalino resultante do tratamento electroquímico, que pode então ser usado com a finalidade de limpeza.

**[0023]** O vortex e a parede espaçadora de tecido 14 permitem que a solução salina fraca passe homogeneamente entre os eléctrodos 15 e 16. O resultado é que nas câmaras de reacção o campo eléctrico será criado de uma maneira homogénea que garante assim a qualidade do produto e da longa vida dos eléctrodos.

**[0024]** O produto, que se tornou muito alcalino em consequência da activação electrolítica, é transportado através de um canal 2 da abertura junta, numa parte da câmara 11 de desgaseificação; ajustando a válvula de saída 5 2a na outra parte, é possível descarregar o gás, junto com uma parte pequena do produto alcalino inicial (aproximadamente 10-20%), que aumentam à câmara da desgaseificação e que é formado nesta fase inicial do tratamento electrolítico. Na parte mais inferior da câmara 10 de desgaseificação 11, uma passagem adicional idêntica à ligação superior entre a câmara 11 e da câmara de saída 2 do subproduto. O líquido do processo de desgaseificação passa (veja a fig. 1a) através desta passagem 4 e é transportado então à segunda câmara 9 do ânodo que passa 15 com as aberturas acima mencionadas 13 das câmaras no lado do ânodo. Neste momento, o canal 4 é fechado no centro e na separação em dois segmentos.

**[0025]** Após este tratamento inicial do ânodo, a solução activada é sujeita a um segundo tratamento, que é aplicado 20 pela passagem pela segunda câmara 9 do lado do ânodo para a primeira câmara 10 do mesmo lado do ânodo, no sentido das setas na fig. 1a. A partir daqui, a passagem marcada com 3 adquire uma forma idêntica aos outros furos perfurados 1, 2, e 4, mas as extremidades estão fechadas com ligações 25 apropriadas.

**[0026]** Da câmara 10, o produto acabado, isto é, a solução de pH neutro que é activada electroquimicamente é pretendida para finalidades de desinfecção, é removida da saída marcada por 4a para uso imediato. A saída 4a tem 30 igualmente rosca interna permitindo a ligação dos tubos padrão de materiais apropriados. Na forma preferida de realização ilustrada, esta rosca interna é 1/4 ''.

**[0027]** Como tem sido mencionado previamente, a caixa do reactor é composta das metades marcadas por 5 e por 6, que

são montadas uma sobre a outra. Para o protótipo final, foi usado o material PP (polipropileno) devido à sua durabilidade elevada, e todas as câmaras, aberturas, e canais foram limadas ou furadas. No entanto, em 5 experiências, outros materiais comparáveis tais como o PE (polietileno de alta densidade) mostraram igualmente resultados satisfatórios no que diz respeito ao seu tempo de vida ou às ferramentas necessárias para o perfurar. Um método adicional de produção é a fundição, que é ideal para 10 a produção em negócios industriais de tamanho médio.

**[0028]** Os eléctrodos usados no lado do ânodo 15 estão revestidos com uma camada de titânio - óxidos do irídio, enquanto os eléctrodos no lado do cátodo 16 são de aço inoxidável Hastelloy 22. A densidade máxima de corrente dos 15 eléctrodos é avaliado em  $5.3 \text{ KA/m}^2$ , as dimensões das superfícies do eléctrodo é calculada proporcional; isto é, para uma pilha com uma capacidade de fluxo de 100 l, uma área de superfície de  $7701 \text{ mm}^2$  é usada tanto para os lados do ânodo e do cátodo.

20 **[0029]** As membranas 12 do bloco dos reactores electrolíticos que são o assunto desta invenção são referidas como as "membranas de película selectiva para troca catiónica" com uma espessura, para informação, de 140-150  $\mu\text{m}$ . Estes membros podem ser definidos como 25 "inteligentes" desde que não tenham um ânodo e um cátodo particular e conseqüentemente ter sentidos reversíveis de uso. Nos protótipos, as películas foram ajustadas fornecendo a vantagem de uma abertura maior da pressão comparada às membranas cerâmicas, em particular elas são 30 suportadas pelo tecido 14 do espaçador. Este tecido 14 consiste numa linha ondulada sintética com um diâmetro de 0.5 mm, que dão forma a uma grade de formas rômbricas e que influencia significativamente as condições dinâmicas de

fluido da câmara do reactor e consequentemente a qualidade do produto da electrólise.

**[0030]** Os transformadores de rede 21, que fornecem a electricidade ao bloco da célula, são usados para regular a amperagem. Estes são equipados igualmente com refrigeradores autónomos, que rectificam a corrente eléctrica com uma tolerância de 1%, e têm um valor de tempo residual nominal de 1%. Têm consequentemente características que, conjuntamente com os princípios da construção da pilha e em conformidade com os parâmetros de processo e a qualidade do líquido do processo, garantem que as características do produto exigido da electrólise sejam obtidas.

**[0031]** Um protótipo do reactor electrolítico descrito tem sido operado sob as seguintes circunstâncias: capacidade de fluxo 100 l/h de água completamente desmineralizada saturada com os 4 g/l de sal de alta pureza, a uma amperagem de 50 A com 24V, e um desvio de 15% no lado do cátodo. Resultado reprodutível das características de produto: cloro activo 350 ppm (medido como  $\text{Cl}_2$ ), potencial redox 800 mV, pH 6.9.

25

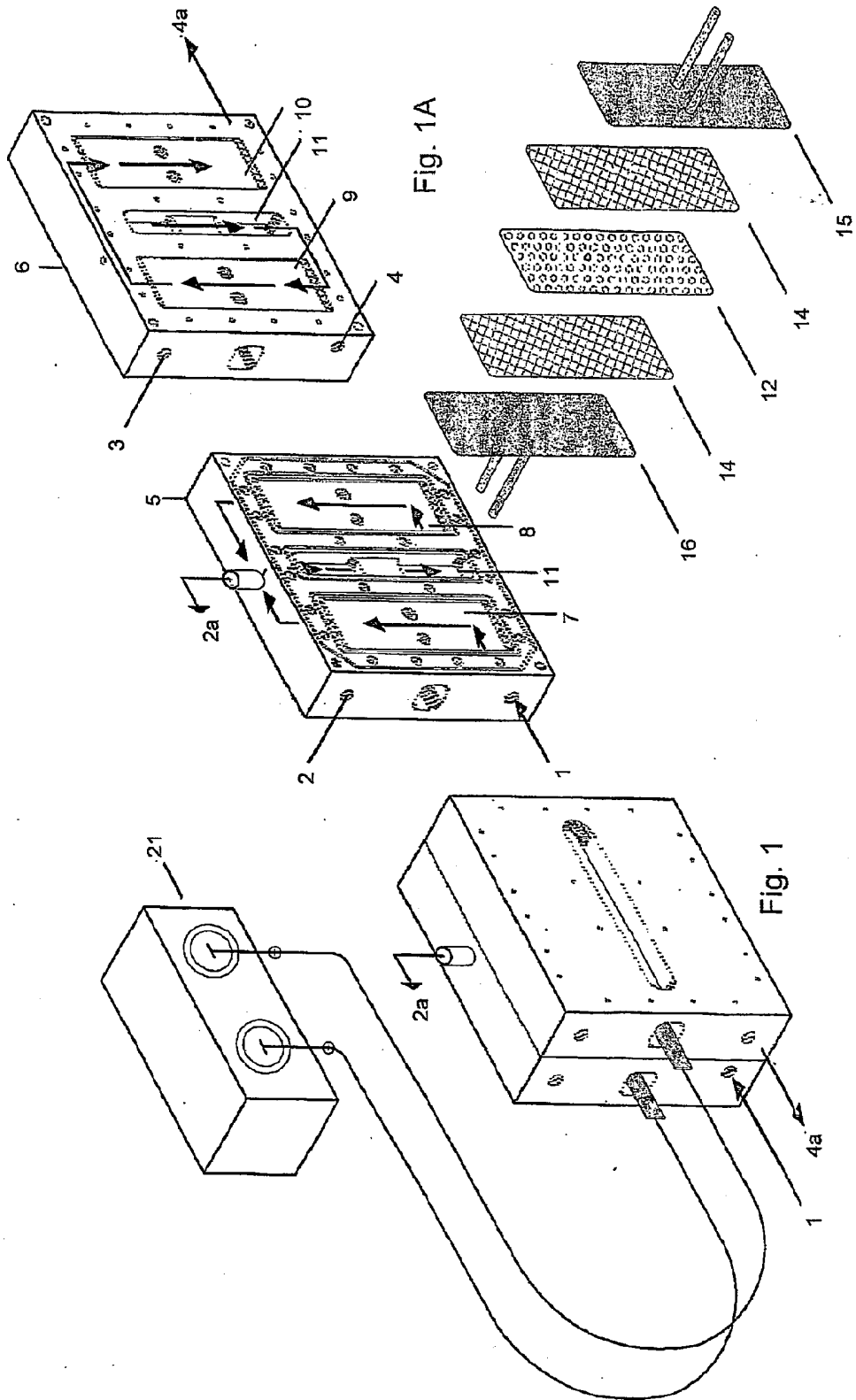
30

## Reivindicações

1. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras com desgaseificação ajustável para a produção de produtos desinfectantes em solução com pH neutro, com  
5 solução salina fraca activada electroquimicamente para o uso na desinfecção da água potável e das superfícies, **caracterizada pelo** facto de ser composto por duas metades (5 e 6), que estão juntas para dar forma ao lado inferior do cátodo e ao lado superior do ânodo  
10 respectivamente, de um reactor electrolítico, com as câmaras do cátodo (7 e 8) que são feitas à máquina na metade 5, e as câmaras do ânodo (9 e 10) que são feitas à máquina na metade 6, e com as duas semi-câmaras (11) que estão inter-posicionadas entre estas câmaras do  
15 cátodo (7 e 8) e câmaras do ânodo (9 e 10) em cada lado do reactor, que dão forma a uma câmara de desgaseificação (11) quando as metades forem ligadas em conjunto; nesta circunstância, cada câmara do cátodo (7 e 8) é separada da câmara oposta do ânodo (10 e 9) por  
20 uma membrana de troca selectiva catiónica (12) colocada entre os eléctrodos do cátodo (16) e os eléctrodos do ânodo (15), sendo inter-posicionados com um par de vortex e paredes do espaçador (14).
2. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação anterior **caracteriza-se pelo** facto de que a solução salina fraca injectada na entrada do bloco do reactor (1) é sujeita a um único processo electroquímico do cátodo, e a um processo electroquímico duplicado do ânodo com desgaseificação  
25 intermitente ajustável na câmara da desgaseificação (11) com uma saída (2a) ajustada com uma válvula ou uma torneira de controlo.  
30

3. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com as reivindicações anteriores **caracteriza-se pelo** facto de que todas as ligações hidráulicas necessárias das câmaras da reacção (7, 8) e (9, 10) e da câmara de desgaseificação (11) são conjuntos constituídos mecanicamente por canais e furos perfurados (1, 2, 3, 4, 13, e 13a) na carcaça das duas metades (5, 6) do bloco do reactor.
4. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com as reivindicações anteriores **caracteriza-se pelo** facto de que todas as câmaras, aberturas, e canais poderem ser feitas à máquina tanto por perfuração em blocos de polietileno ou polipropileno, ou por fundição.
5. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com as reivindicações anteriores **caracteriza-se pelo** facto do valor de pH do produto da electrólise ser ajustável com a aplicação do fluxograma e da regulação da válvula de desgaseificação.
6. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto dos eléctrodos no lado do ânodo terem um revestimento de titânio - óxido do irídio.
7. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto dos eléctrodos no lado do cátodo são compostos por aço inoxidável de Hastelloy C 22.
8. Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto da membrana selectiva que separa as câmaras do ânodo e as câmaras do cátodo ser uma membrana de película de troca catiónica selectiva.

- 5      **9.** Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto de que o líquido do processo é transportado até uma abertura de saída (13) através da parede do espaçador e do vortex (14) de modo que passe homogeneamente entre os eléctrodos (15, 16) e nas câmaras da reacção é produzido um campo eléctrico homogéneo.
- 10     **10.** Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto de que é usado um transformador da rede (21).
- 15     **11.** Um reactor electrolítico de membrana com quatro câmaras de acordo com a reivindicação 1 **caracteriza-se pelo** facto dos mecanismos de fecho estão ajustados para prevenir a abertura não autorizada do bloco do reactor.



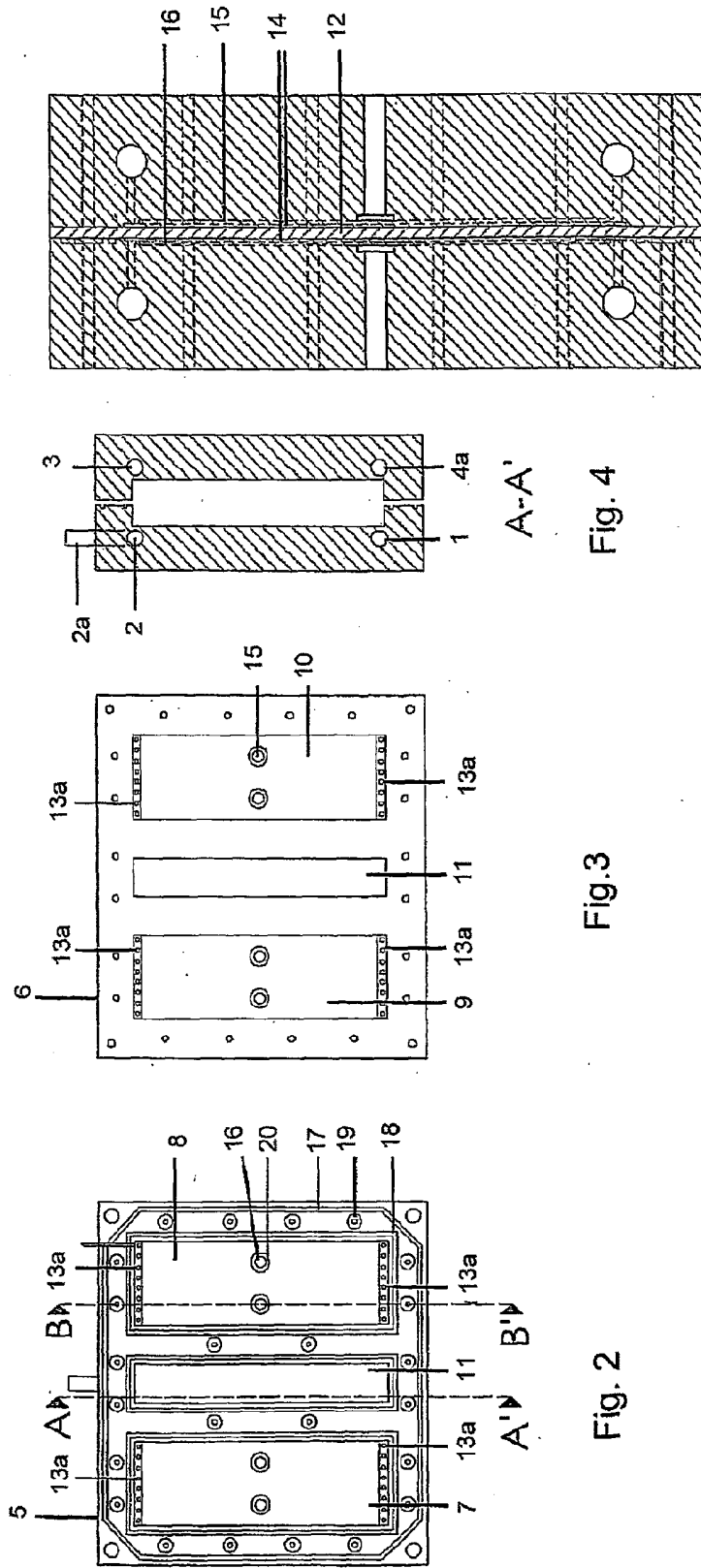


Fig. 4

Fig. 3

Fig. 2

B-B'  
Fig. 5