



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

**(21) PI 0718604-5 A2**



(22) Data de Depósito: 08/11/2007  
(43) Data da Publicação: 17/12/2013  
(RPI 2241)

**(51) Int.Cl.:**  
C25B 11/02  
C25B 1/06  
C25B 3/02

**(54) Título:** REATOR PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA, EQUIPAMENTO PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA E USO DO REATOR.

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 08/11/2006 ES P200602843

**(73) Titular(es):** Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Knowledge Valley, S.L.

**(72) Inventor(es):** Domingo Guinea Díaz, Héli Ricardo Rodriguez Rodriguez, JOSÉ RAMÓN JURADO EGEA, Jose Luis Garcia Fierro, Rufino Manuel Navarro Yerga, Jose Luis Garcia Fierro

**(74) Procurador(es):** Vieira de Mello Advogados

**(86) Pedido Internacional:** PCT ES07000633 de 08/11/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/056012 de 15/05/2008

REATOR PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA,  
EQUIPAMENTO PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA E

USO DO REATOR

CAMPO DA INVENÇÃO

5           A presente invenção refere-se ao campo da química e especificamente, ao campo de tratamento eletroquímico de biomassa.

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

10           Existem muitos tipos de reatores no estado da técnica bem-conhecidos para serem utilizados nas reações eletroquímicas. Um reator orgânico de eletrólise para desempenhar uma reação de oxidação eletrolítica é descrita, por exemplo, em US6695963. Este reator compreende uma embalagem, um anodo, um catodo e dispositivos para uma  
15           voltagem disposta no lado de fora da embalagem; e em que o anodo e o catodo são dispostos na embalagem deixando um compartimento intermediário entre eles e um compartimento no lado de fora do anodo.

20           A US4404082 descreve um eletrodo bipolar para processos anódicos em células indivisíveis. Mais especificamente, descreve eletrodos bipolares de grafite ou carbono opaco, no qual são providos no lado do catodo com redes de metal de um material que reduz a tensão excedente de hidrogênio, tal como Ni, Ti, Cu, aço ou latão e em que  
25           um espaçador feito de material de isolamento é inserido entre as redes de metal e o próximo anodo.

          A US2001/0042682 descreve uma célula eletroquímica que compreende muitos eletrodos. Os anodos são retangulares e eles são cobertos com fibra de Ti. Os

catodos são colocados entre eles. Os ditos catodos são desse modo, retangulares e possuem as mesmas dimensões que os anodos. Entre os anodos e os catodos estão dispostos dispositivos de separação tais como uma ou mais camadas de  
5 uma tela de fibra de vidro revestida por plástico (3,5 fios por centímetro). Os anodos consistem em um substrato de metal de titânio com um revestimento de multicamada do óxido de metal.

Outro documento que se refere a células eletrolíticas e um método para produzir gases com purezas elevadas do gás é o WO2004/015172. Os equipamentos incluem dois ou mais eletrodos tubulares, pelo menos um dos quais é um eletrodo interno localizado em pelo menos um eletrodo externo; e um separador interposto entre os eletrodos  
10 internos e externos e substancialmente co-extensivos ao mesmo.

Além disso, a US6607655 descreve um reator para efetuar reações eletroquímicas compreendendo pelo menos um eletrodo e um contador de eletrodo que são separados por  
20 uma lacuna capilar possuindo pelo menos um canal com uma altura menor ou igual a 0,2 mm e uma largura menor ou igual a 10 mm que serve como um espaço da reação. Na lacuna capilar entre os eletrodos existe uma camada de isolamento que processa muitos recessos ou ranhuras para formar ou  
25 criar o canal mencionado. Com esta disposição é possível minimizar a tensão requerida na eletrólise. Além disso, é conhecido que alta resistência ôhmica requer o uso de sais condutivos, enquanto que com o reator descrito neste documento, o qual promove condições de fluxo laminar, é

possível reduzir a dita resistência ôhmica e otimizar os parâmetros da reação.

A Patente DE19537828 descreve um reator eletrolítico para o tratamento de água residual industrial compreendendo placas de eletrodo dispostas em paralelo, 5 entre as quais existe um canal para forçar o fluxo de água residual. Este canal é um canal fechado em sua extensão longitudinal. As placas de eletrodo que formam o canal são separadas por espaçadores elásticos feitos de material de 10 isolamento. Esta disposição dos dispositivos de reatores evita que os gases gerados pela reação de eletrólise - usualmente  $H_2$  e  $O_2$  - produzam bolhas imediatamente sobre a superfície, e, por conseguinte, percam os produtos da reação, porém eles são conduzidos através do canal disposto 15 entre os eletrodos. Isto permite obter o tempo de reação e a circulação mais longa possível entre os gases e as substâncias contidas na água residual a ser tratada, alcançando um nível de eficácia aperfeiçoado como um resultado. O canal de condução possui uma altura de 5 mm a 20 10 mm, uma largura de 50 mm a 250 mm e um comprimento de 50 mm a 300 mm. Isto significa que os eletrodos podem ser separados por uma distância de pelo menos 5 mm. Os elementos para manter a distância entre os eletrodos podem ser feitos de plástico de borracha ou elástico. O gás em 25 forma de bolhas eleva-se alcançando níveis consecutivos de circulação de água residual por todo o canal, evitando que o gás deixe o canal com o efeito mencionado em eficácia.

A US4670113 descreve uma célula eletrolítica para a gaseificação e gaseificação e liquefação combinada de

material carbônico utilizando hidrogênio atômico gerado eletroquimicamente para ativar a reação entre os íons da água dissociada e aquele material. A célula compreende dois eletrodos cilíndricos e concêntricos cujo espaço intermediário é desprovido de qualquer membrana, para 5 permitir uma comunicação livre dos componentes de reação através do eletrólito. A distância do espaço entre os eletrodos pode ser igual ou menor que 1/16 polegadas (até 0,04 mm). Este documento também descreve uma modalidade em 10 que ambos os eletrodos são placas planas em paralelo, porém neste caso a distância do espaço entre eles está compreendida entre 1 e 1,5 polegadas (aproximadamente entre 2,3 cm e 3,5 cm).

No entanto, é desconhecido, no estado da técnica, 15 um reator para um processo eletroquímico em que os eletrodos não requerem qualquer elemento de separação entre eles co-extensivo com toda a superfície dos eletrodos, e em que os eletrodos são placas planas em paralelo, em uma disposição tipo sanduíche, separado por uma distância de 20 menos de 1 mm. No reator da presente invenção, os únicos elementos que separam os eletrodos são algumas partes pequenas, como arruelas, para evitar curto-circuito dos eletrodos. Portanto, uma vantagem a respeito de outros reatores conhecidos é sua simplicidade, levando a custos 25 mais baixos.

#### **Breve descrição da invenção**

A presente invenção refere-se a um reator (1) para o tratamento eletroquímico de biomassa caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos dois eletrodos (2)

possuindo faces planas paralelas à mesma distância uma da outra sobre toda a superfície, em que a distância de separação entre os eletrodos é menos que 1 mm, e em que a lacuna entre os ditos eletrodos é preenchida com uma  
5 solução eletrolítica.

Os eletrodos podem ter diferentes formas, tais como, quadrada, trapezóide, rombóide, irregular ou retangular. Preferencialmente, os pelo menos dois eletrodos possuem a mesma forma. Além disso, os eletrodos são  
10 preferencialmente em forma retangular. De acordo com modalidades particularmente preferidas, os eletrodos possuem as mesmas dimensões e mais preferencialmente, eles possuem a mesma forma e as mesmas dimensões.

De acordo com modalidades particulares da  
15 invenção, os eletrodos podem ser dispostos em um arranjo tipo sanduíche.

As superfícies planas dos eletrodos dos reatores podem também ter diferentes texturas, tais como lisa ou áspera, preferencialmente áspera, e mais preferencialmente  
20 áspera e porosa. Em um processo eletroquímico o aumento da área de superfície melhora a cinética do processo e, portanto, uma superfície áspera, ou uma superfície áspera e porosa, oferece algumas vantagens. Com relação a uma superfície porosa, o tamanho e o número de poros podem  
25 variar de acordo com o fornecimento de material ao reator.

#### **Breve descrição dos desenhos**

A Figura 1 mostra um diagrama dos elementos essenciais do reator, isto é, os eletrodos na disposição que os caracterize.

A Figura 2 mostra um diagrama geral de um equipamento compreendendo o reator da presente invenção.

#### **Lista de referências**

- (1) Reator
- 5 (2) Eletrodos
- (3) Hastes do parafuso
- (4) Elemento de separação
- (5) Porcas de aperto
- (6) Fios da fornecimento de energia
- 10 (7a) (7.b) Válvulas de comunicação
- (8) Vaso reator
- (9) Vaso de compensação
- (10) Eletrólito
- (11) Bomba de recirculação
- 15 (12) Sensor de temperatura
- (13) Sensor de pressão
- (14) Sensor de pH
- (15) Sensor de concentração
- (16) Eletroválvula regulada
- 20 (17) Saída dos fios
- (18) Sistema de computador
- (19) Válvulas de entrada - saída
- (20) armário elétrico

#### **Descrição detalhada da invenção**

- 25 Uma modalidade preferida da invenção consiste em um reator que compreende pelo menos um anodo e pelo menos um catodo, possuindo faces planas paralelas, em que a distância de separação entre os eletrodos é menor que 1 mm. Pode também compreender múltiplos anodos e catodos

alternando, em que a distância de separação entre dois eletrodos consecutivos é menor que 1 mm.

No reator da presente invenção, é possível ter um número de eletrodos "n" por cada célula n-1.

5            Modalidades particulares da invenção são referidas aos reatores em que os ditos eletrodos são construídos de um metal-metal e metal-grafite, preferencialmente uma combinação metal-grafite. Alguns exemplos dos materiais de que são construídos os eletrodos, são, entre outros: aço,  
10 Al, Mg, Bi, C, Cd, Cu, Ni, Ag, Au, Pb, Ti, Mo, Zn, V, Se, Pt e grafite.

Eletrodos podem ser também revestidos com um material selecionado de óxidos de metal e ligas de metal, a fim de melhorar seu desempenho. O material de revestimento  
15 pode ser, por exemplo, óxidos de Pt, Ru, Ti, Mg, Mo, Va, Ni, Ag, Au, Al, W e ligas de metal, tais como, Pt/Ru, Pt/Ni, Pt/Sn, Pt/Pb, Pt/Ti, Pt/Bi. Estes elementos podem estar também em ligas, ou dissolvidos formando sais que trabalham como conversores catalíticos, tais como Pd-Al ou  
20 Zn-Cu. Além disso, íons dissolvidos podem ser adicionados formando pares redox que reduzem a potência excedente anódica e catódica. Uma modalidade preferida é um reator compreendendo pelo menos um anodo e pelo menos um catodo, ou pelo menos um catodo possuindo faces planas, dispostas  
25 em paralelo, com uma distância de separação entre o anodo e o catodo de menos de 1 mm, sendo o espaço entre eles preenchido com uma solução eletrolítica, e sendo o material de construção do anodo selecionado de vanádio, prata, ouro, níquel, selênio, grafite, grafite galvanizado com platina e

grafite galvanizado com paládio. Os únicos dispositivos de separação entre os eletrodos são anéis ou arruelas utilizadas para prevenir curtos-circuitos entre os eletrodos.

5                    Modalidades particularmente preferidas da invenção são combinações em que o anodo é construído de Pt, Ni, Ag, Au, Pt/Ni, Pt/Ru, Pt/Sn ou Pt/B, grafite de Ti/Mg ou Pt, ou grafite galvanizado com Pt, Ni, Ag, Au, Pt/Ni, Pt/Ru, Pt/Sn ou Pt/Bi.

10                    Modalidades particulares adicionais da invenção particularmente preferidas são combinações em que o catodo é construído de Pd, Pt, Ni, titânio, grafite, grafite galvanizado com Pt, grafite galvanizado com Pt/Pd, grafite galvanizado com Pt/Ni ou grafite galvanizado com Pt/Zn.

15                    Modalidades particulares adicionais da invenção ainda mais particularmente preferidas são combinações em que o anodo é construído de grafite, Pt, Ni ou Au e o catodo é selecionado de titânio, Pt, Ni, grafite, grafite galvanizado com Pt, grafite galvanizado com Pt/Pd, grafite galvanizado com Pt/Ni e grafite galvanizado com Pt/Zn. Outras modalidades particularmente preferidas são aquelas que utilizam um anodo construído de grafite galvanizado com Pt e um catodo construído de Pd.

25                    A distância de separação entre os eletrodos pode variar de acordo com o eletrólito e o ajuste do reator. Desse modo, a dita distância de separação pode variar entre aproximadamente 0,0001 mm e aproximadamente 1,15 mm, porém preferencialmente entre 0,01 e 1,10 mm e mais preferencialmente, entre 0,95 mm e 1,01 mm. Em uma

modalidade particularmente preferida, a distância de separação entre os eletrodos é 1 mm.

No reator da invenção, os eletrodos podem estar conectados em séries ou em paralelo.

5 O reator da presente invenção não requer qualquer dispositivo de separação entre os eletrodos. Portanto, ele não deveria requerer membranas de separação de gás, nem no caso de estar interessado em obter gás puro. Por exemplo, nos casos quando hidrogênio e oxigênio são obtidos como um  
10 resultado da reação de eletrólise é conhecido o perigo de gerenciar ambos os gases juntamente em proporções estequiométricas. No entanto, é clara a vantagem de não requerer a utilização das ditas membranas de separação. As seções do eletrodo podem variar, por exemplo, entre 2,5  
15 mm e 3,5 mm, preferencialmente entre 2,7 mm e 3,2 mm. Em uma modalidade particularmente preferida, esta seção é igual a 3 mm.

De acordo com uma modalidade preferida do reator, a montagem do eletrodo ocorre como segue: cada eletrodo é  
20 inserido em um número variável e simétrico de hastes do parafuso (3) construídas de um material de isolamento que não seja deteriorado durante seu desempenho, por exemplo, poliamida (para temperaturas de menos de 70°C); e esteja separado do próximo eletrodo por um dispositivo de  
25 separação (4), tal como uma arruela, construída do mesmo material como as hastes da linha e com uma seção-cruzada de aproximadamente 0,8 mm a 1,2 mm, preferencialmente de 1 mm. Se o ajuste do reator assim requerer, é possível dispor diversos dispositivos de separação. Os dispositivos de

separação evitam curtos-circuitos entre os eletrodos e eles devem ser o mínimo para evitar que os eletrodos entrem em contato entre eles.

O número de eletrodos inseridos pode ser muito  
5 numeroso. Este número está diretamente ligado à intensidade total circulando por todo o reator e, portanto, ao volume de gás gerado.

Uma vez que o número preferido de eletrodos tenha sido rosqueado, um dispositivo de fixação é fixado (5), tal  
10 como uma porca de aperto de poliamida, por parafuso, a cada uma das extremidades de cada haste.

O reator é colocado sobre uma moldura ou base, construída de um material isolante que permanece não danificado sob condições de operação, tal como poliamida  
15 possuindo dispositivo de separação com uma seção-cruzada entre aproximadamente 0,8 mm e 1,2 mm, preferencialmente com uma seção-cruzada de cerca de 1 mm. A moldura provê rigidez a todo o conjunto e, além disso, conecta os eletrodos através da sua base para a fonte de energia. Na  
20 figura 1, podem ser vistos os fios de fornecimento de energia (6).

Na base superior, na altura da borda dos eletrodos, particularmente nos cantos dos eletrodos no caso de eletrodos retangulares, por exemplo, muitos pentes são  
25 moldados, por exemplo, três pentes de poliamida, a fim de prover rigidez a todo o conjunto e a conectar novamente os eletrodos a fonte de energia, para que a distribuição da corrente e a queda de potencial por unidade de superfície sejam tão homogêneos quanto possível.

No reator da presente invenção, o sistema de controle ajusta sua impedância complexa em tempo real, controlando o pH; temperatura, suplementos, tais como óxidos dissolvidos, e a concentração dos precursores, tais como a concentração de polissacarídeos - no caso do reator ser utilizado para a eletro-oxidação de polissacarídeos - para que a impedância complexa seja similar à impedância da fonte de energia e, como um resultado, a transferência de energia da fonte de energia elétrica ao reator seja máxima.

O material de construção do reator pode ser qualquer material adequado conhecido para seu uso final. Por exemplo, pode ser construído de aços especiais, tais como aço com Ti, Co, Mo e outros, e de materiais plásticos de alta resistência, tais como ligas de alumínio. A parte interna do reator pode ser construída de materiais similares ao previamente mencionado.

A presente invenção refere-se também a um equipamento compreendendo o reator previamente mencionado. Este equipamento compreende pelo menos dois vasos comunicados através de válvulas de comunicação, (7.a), (7.b), normalmente abertas. Estes dois vasos são o vaso reator e o vaso de compensação (9).

O reator está localizado dentro de um dos vasos, o vaso reator; e o outro vaso é utilizado para compensar as mudanças da pressão interna do gás produzido no reator. Se a pressão do gás aumentar em excesso no vaso reator, o volume eletrolítico no vaso de compensação também aumenta, e os eletrodos reatores são descobertos, para que a produção de gás diminua e a integridade do reator seja

garantida.

Este é um dos sistemas de controle do reator. Se este sistema de controle não for suficiente para controlar a pressão, um dispositivo é ativado para cortar a fonte de energia para o reator.

O reator não toca o fundo do vaso reator, porém é ancorado a ele pelos dispositivos de fixação que estão localizados na moldura.

O vaso reator é preferencialmente hermético, e não conduz a corrente elétrica. O eletrólito flui através da lacuna de separação dos eletrodos dirigida por pelo menos uma bomba disposta para este propósito. O vaso reator é, portanto, equipado com pelo menos uma bomba de recirculação (11) que recircula o eletrólito entre os eletrodos reatores.

Os fios da fonte de energia do reator deixam o reator, porém são ancorados à moldura; eles são submergidos no eletrólito e saem para o lado de fora por meio das as glândulas da embalagem (packing glands).

O vaso reator é também equipado com dispositivos para facilitar a divisão das bolhas provenientes dos eletrodos. Este dispositivo pode ser, por exemplo, um dispositivo de vibração ou um dispositivo de ultra-som, preferencialmente, um dispositivo de ultra-som.

O vaso reator compreende sensores, como pelo menos um sensor de temperatura (12), pelo menos um sensor de pressão (13), pelo menos um sensor de pH (14) e pelo menos um sensor de concentração (15). Pode também compreender um canal para a evacuação de gases.

Modo de operação de estado estacionário do reator: quando o reator opera a uma tensão, temperatura, pressão e concentração constantes, então ele opera em regime de estado estacionário.

5 No regime de estado estacionário o eletrólito utilizado acima é renovado a partir do vaso de compensação, enquanto as válvulas (7.a) e (7.b) que comunicam ambos os vasos permanecem fechadas.

10 O gás deixa o vaso reator através de uma eletroválvula regulada, uma válvula para a evacuação de gases (16), ou o canal previamente mencionado para a evacuação de gases.

15 Periodicamente, as bombas (11) que recirculam o eletrólito através dos eletrodos reatores continuam a fornecer solução fresca aos eletrodos.

O dispositivo utilizado para facilitar a divisão das bolhas dos eletrodos, tal como um emissor de ultra-som, permanece constantemente ligado.

20 Todas as variações do reator são controladas e monitoradas em tempo real. Se uma das variáveis sair do controle, o sistema informa a si mesmo e retorna ao regime de estado estacionário. Se ele não estabiliza por si próprio, a corrente para o reator é então cortada.

25 Após algumas horas de operação, a solução eletrolítica se torna usada e/ou os eletrodos perdem eficácia, se tornam passivos. O sistema de controle do reator detecta esta situação quando, na mesma tensão, a corrente de energia diminui. Quando isto acontece, a solução é então recirculada, a tensão operacional no regime

de estado estacionário é momentaneamente aumentada e/ou a polaridade dos eletrodos é invertida.

O reator pode operar nas seguintes condições, modificando os materiais de construção do reator:

5 . De 20°C e pressão atmosférica a 650°C e uma pressão de 23 Mpa;

. De pH=0 a pH=14.

O reator da presente invenção pode ser alimentado em corrente direta, em corrente pulsada sinusoidal, ou em  
10 corrente alternada.

O reator pode gerar muitos produtos, puro ou em misturas, tais como ácidos, aldeídos, cetonas e misturas de gás combustível, dependendo das condições de operação e da biomassa a ser tratada.

15 Na fase líquida, dependendo da seletividade das condições de operação, é possível obter desde ácidos orgânicos a compostos orgânicos saturados e carbono dissolvido.

O potencial excedente varia, dependendo do material  
20 utilizado como um catodo, entre aproximadamente 1,209V e aproximadamente 0,372V para uma solução de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  1M sem agitação e uma densidade de corrente de  $1\text{mA}/\text{cm}^2$  a 26°C.

Sob as mesmas condições como aquelas descritas no parágrafo anterior, porém com agitação, o potencial varia entre  
25 aproximadamente 1,001V e aproximadamente 0,357V.

O rendimento eletroquímico do reator é dado pelo quociente entre a energia gerada pelos produtos e a energia elétrica necessária para produzir a mesma.

A presente invenção provê algumas vantagens importantes

sobre a técnica anterior, tal como o fato de que os eletrodos fazem uso do campo elétrico criado em um condensador de placas planas paralelas localizadas muito próximas umas das outras, o que permite um fluxo de altas densidades da corrente elétrica, uma baixa resistência ôhmica e, com o eletrólito apropriado, um fornecimento de 5 voltagem médio de menos de 0,7V.

Portanto, o presente reator, com baixa perda de calor, obtém um alto rendimento eletroquímico, por exemplo, 10 na geração de produtos de oxidação.

O reator da presente invenção pode ser utilizado em múltiplas aplicações. Este reator pode ser utilizado para a eletropirólise de biomassa, particularmente 15 celulose, polissacarídeos dissolvidos em água e glicerina, em meio ácido, ou em meio básico. De acordo com modalidades particulares da invenção, o reator é utilizado na eletro-oxidação de polissacarídeos em meio ácido, e mais preferencialmente, na presença de um carregador de carga ou um eletrólito adicional.

20 A invenção pode ser utilizada para efetuar reações de eletro-oxidação de biomassa e para gerar compostos tais como hidrogênio, hidrocarbonetos saturados de cadeia curta ou anidridos carbônicos. A matéria prima para a eletro-oxidação direta pode ser polissacarídeos em uma solução 25 aquosa.

Adicionalmente, ele pode ser também utilizado para efetuar uma eletro-pirólise direta de polissacarídeos, particularmente para efetuar uma eletro-pirólise direta de polissacarídeos a um potencial mínimo de menos de 0,7V,

tanto em D.C ou em A.C.

Pode ser utilizado para gerar hidrogênio através da eletro-oxidação de polissacarídeos dissolvidos em água, ou para gerar outros compostos orgânicos através da eletro-oxidação de polissacarídeos dissolvidos em água.

Pode ser utilizado para efetuar a eletrólise tradicional de água, e ainda para produzir baterias eletroquímicas, tais como baterias de polissacarídeos, bem como para o tratamento de água.

## 10 **Exemplos de modalidades da invenção**

### **Exemplo 1**

Um reator particular de acordo com a invenção, apropriado para efetuar reações eletroquímicas, particularmente, em meio ácido, utilizando uma solução de ácido sulfúrico e sulfato de Zn (pH = 1), em que o reator compreende:

. Um anodo de grafite com uma porosidade de 25 % em volume, e galvanizado com Pt;

. Um catodo de grafite com uma porosidade de 25 % em volume, e galvanizado com Pt-Pd.

### **Exemplo 2 - Desempenho do reator**

Uso como uma bateria eletroquímica de polissacarídeos

O reator utilizado neste exemplo compreende dois eletrodos, um anodo construído de grafite e um catodo construído de Zn, ambos os quais de 640 mm<sup>2</sup>, em que o reator é construído de acordo com o que foi previamente descrito.

O eletrólito compreende uma solução de sacarose de

1,5M,  $\text{SO}_4\text{H}_2$  pH = 1, 25°C e pressão atmosférica. Nestas condições, a célula tem um potencial de 1,1V.

Uso em eletro-oxidação direta de polissacarídeos solúveis em soluções aquosas

5 O reator proposto para este exemplo compreende dois eletrodos de grafite de 640 mm<sup>2</sup>, construídos de acordo com o que foi previamente descrito.

O eletrólito compreende uma solução de sacarose 1,5M,  $\text{SO}_4\text{H}_2$  pH = 1, 25°C e pressão atmosférica.

10 Sob estas condições, a fase gasosa obtida compreende 81% de  $\text{H}_2$ , 16% de  $\text{CO}_2$ , 4% de  $\text{CH}_4$ , 0% de CO e 1% de hidrocarbonetos com uma eficácia de aproximadamente 50%.

Dependendo das condições de operação do reator é possível obter entre 70% e 99,5% de hidrogênio, entre 16% e 15 0% de  $\text{CO}_2$ ; entre 5% e 0% de hidrocarbonetos e entre 2% e 0% de CO.

Os ácidos orgânicos são obtidos na fase líquida. Se 0,062 grs/100 de  $\text{Ti}^{+4}$  forem adicionados à solução, a fim de favorecer a autocatalisação catódica, os potenciais 20 excedentes diminuem. No caso dos catodos previamente mencionados, este decréscimo é de 0,956V a 0,356V, sem agitação, e de 0,925V a 0,334V, com agitação.

REIVINDICAÇÕES

1. Reator para o tratamento eletroquímico de biomassa **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos dois eletrodos de face plana com uma distância de separação  
5 entre eles menor do que 1 mm, em que a distância de separação é mantida a mesma sobre toda a superfície dos eletrodos e em que a lacuna entre os eletrodos é preenchida com uma solução eletrolítica.

2. Reator, de acordo com a reivindicação 1,  
10 **caracterizado** pelo fato de que pelo menos um dos eletrodos é um anodo e pelo menos um dos eletrodos é um catodo.

3. Reator, de acordo com a reivindicação 1,  
**caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos um anodo e pelo menos um catodo tendo faces planas em que a  
15 distância de separação entre o anodo e o catodo é menor do que 1 mm.

4. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos dois eletrodos com uma distância de  
20 separação entre eles menor do que 1 mm, e em que os eletrodos são construídos de uma combinação metal-metal ou metal-grafite.

5. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de  
25 compreender pelo menos um anodo e pelo menos um catodo com uma distância de separação entre o anodo e o catodo menor do que 1 mm, em que o anodo é feito de um material selecionado entre vanádio, prata, ouro, níquel, selênio,

grafite, grafite galvanizado com platina e grafite galvanizado com paládio.

6. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que os eletrodos são feitos de um material selecionado entre Al, Mg, Bi, C, Cd, Cu, Ag, Au, Ni, Pb, Ti, Mo, Zn, V, Se, Pt e grafite.

7. Reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os eletrodos são cobertos com um material selecionado entre óxidos de metal e ligas de metal.

8. Reator, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que os óxidos de metal são selecionados entre óxidos de Pt, Ru, Ti, Mo, Ag, Au, Va, Ni e Al, e as ligas de metal são selecionadas entre ligas de Pt/Ni, Pt/Ru, Pt/Sn, Pt/Zn, Pt/Tl, Pt/Bi e Pt/Pb.

9. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de compreender ao menos um anodo e ao menos um catodo com uma distância de separação entre o anodo e o catodo menor do que 1 mm, e em que o anodo é feito de ligas de grafite, Pt, Ni, Au ou Pt/Ni, Pt/Ru, Pt/Sn e o catodo é selecionado entre titânio, platina, níquel, grafite, grafite galvanizado com Pt, grafite galvanizado com Pt/Pd, grafite galvanizado com Pt/Ru, grafite galvanizado com Pt/Ni e grafite galvanizado com Pt/Zn.

10. Reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos um anodo e pelo menos um catodo com uma distância de separação entre

o anodo e o catodo menor do que 1 mm, e em que o anodo é feito de grafite galvanizado com Pt e o catodo é feito de Pd.

5 11. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato de que os eletrodos são conectados em séries.

12. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de que os eletrodos são conectados em paralelo.

10 13. Reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado** pelo fato de que os eletrodos são dispostos em um arranjo sanduíche.

15 14. Equipamento para o tratamento eletroquímico de biomassa compreendendo o reator conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o reator compreende pelo menos dois eletrodos a mesma distância um do outro por toda sua superfície, com uma distância de separação entre os eletrodos menor do que 1 mm, e em que a lacuna entre os eletrodos é preenchida com uma solução eletrolítica.

20 15. Equipamento, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos dois vasos, em que os vasos são um vaso reator e um vaso de compensação.

25 16. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que o reator não está em contato com o fundo do vaso reator.

17. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que o reator é ancorado ao

vaso reator por meios de fixação dispostos no fundo do reator.

18. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de compreender pelo menos uma bomba de recirculação eletrolítica.

19. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que os vasos são conectados por válvulas.

20. Uso do reator, conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para a eletro-oxidação de biomassa.

21. Uso, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de que a biomassa contém polissacarídeos.

22. Uso do reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para efetuar uma eletro-pirólise direta de polissacarídeos.

23. Uso, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de ser para efetuar uma eletro-pirólise direta de polissacarídeos a um potencial mínimo de menos do que 0,7 V.

24. Uso, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de ser para efetuar uma eletro-pirólise direta de polissacarídeos a um potencial mínimo de menos do que 0,7 V em corrente alternada.

25. Uso do reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para a produção de hidrocarbonos através da eletro-oxidação de polissacarídeos.

26. Uso do reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para a produção de hidrogênio.

5 26, **caracterizado** pelo fato de ser para a produção de hidrogênio através da eletro-oxidação de polissacarídeos.

28. Uso do reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para a produção de dióxido de carbono através da eletro-oxidação de  
10 polissacarídeos.

29. Uso, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato da biomassa compreender glicerina ou celulosas.

30. Uso do reator, de acordo com a reivindicação  
15 1, **caracterizado** pelo fato de ser para efetuar eletrólise da água.

31. Uso do reator, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de ser para produzir baterias eletroquímicas.

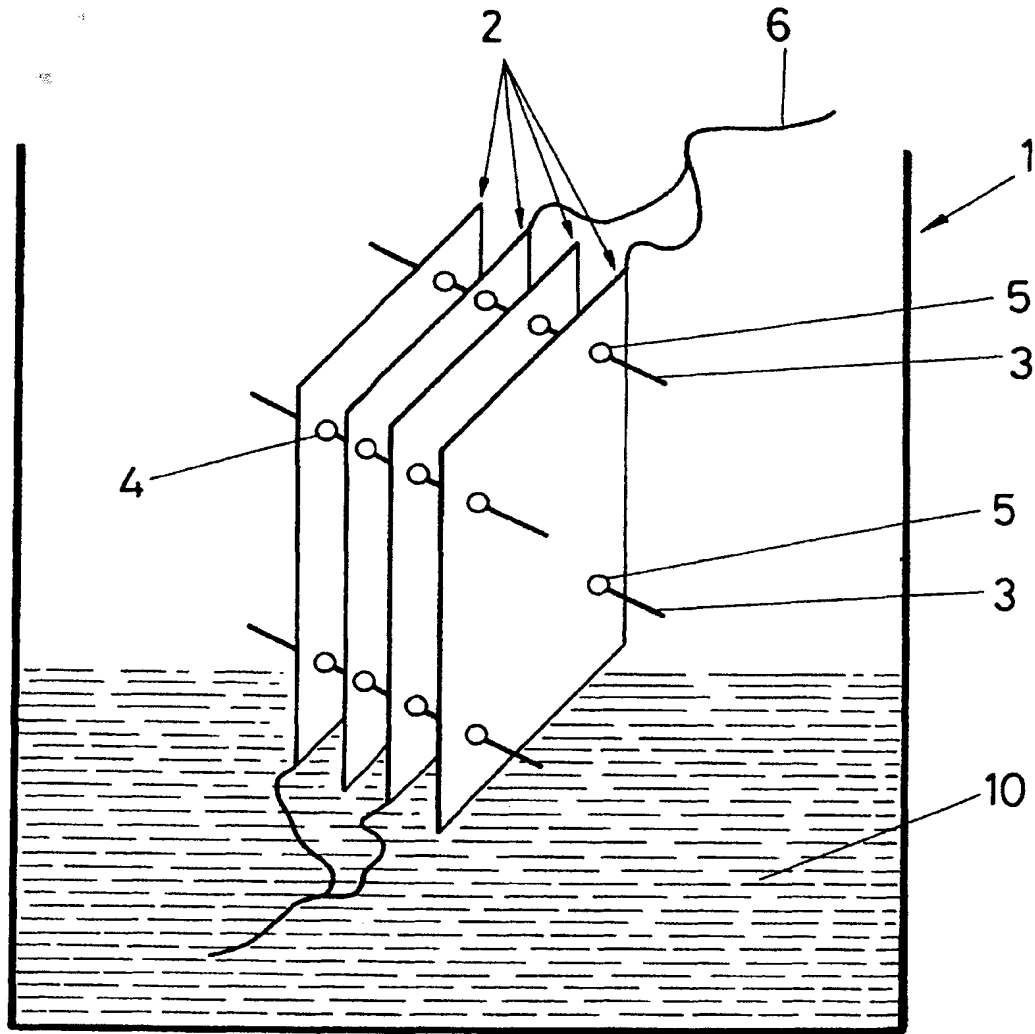


FIG.1

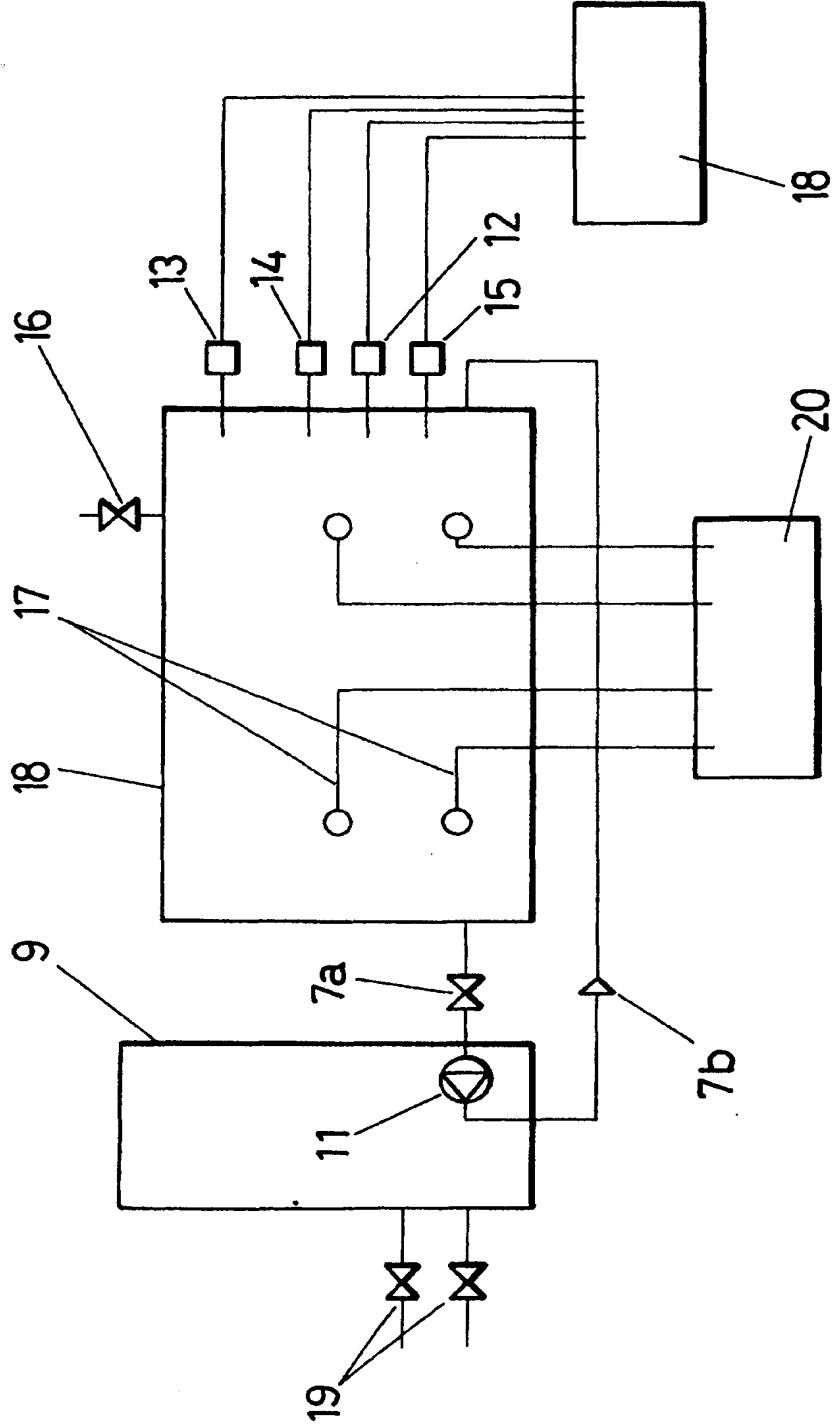


FIG. 2

RESUMOREATOR PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA,  
EQUIPAMENTO PARA O TRATAMENTO ELETROQUÍMICO DE BIOMASSA EUSO DO REATOR

5           A invenção refere-se a um reator para o  
tratamento eletroquímico de biomassa, incluindo pelo menos  
dois eletrodos de superfície plana posicionados  
equidistantemente sobre toda a superfície e separados por  
menos do que 1 mm, sendo o espaço entre eletrodos ocupado  
10 por uma solução eletrolítica. Preferivelmente, pelo menos  
um dos eletrodos é um anodo e pelo menos um dos eletrodos é  
um catodo. O anodo é feito preferivelmente de um material  
selecionado entre vanádio, selênio, ouro, prata, níquel,  
grafite, grafite galvanizado com platina e grafite  
15 galvanizado com paládio. A invenção diz respeito ainda ao  
uso do referido reator em reações de eletro-oxidação  
envolvendo biomassa, particularmente polissacarídeos, na  
produção de compostos orgânicos, eletrólise da água,  
produção de hidrogênio ou a produção de células  
20 eletroquímicas.