



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102017014385-6 A2



(22) Data do Depósito: 30/06/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 15/01/2019

(54) **Título:** REATOR DE HIDROGÊNIO ATRAVÉS DA REAÇÃO QUÍMICA ENTRE ALUMÍNIO, ÁGUA E HIDRÓXIDO DE SÓDIO

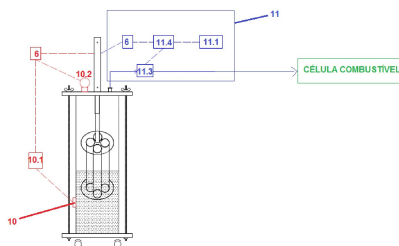
(51) **Int. Cl.:** B01J 7/00; B01J 19/00.

(52) **CPC:** B01J 7/00; B01J 19/0093; B01J 19/0013; B01J 2219/00819; B01J 2219/00961.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP; UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB.

(72) **Inventor(es):** RUY ALBERTO CORRÊA ALTAFIM; LUÍS GUILHERME TROVÓ CASSANELLI; JOELMA PEREZ; ERNESTO RAFAEL GONZALEZ; MANOEL LUIS DE AGUIAR; AZAURI ALBANO DE OLIVEIRA JUNIOR; LUIZ GONÇALVES NETO; JOSÉ ROBERTO BOFFINO DE ALMEIDA MONTEIRO; RUY ALBERTO PISANI ALTAFIM; VALDECIR ANTONIO PAGANIN.

(57) **Resumo:** REATOR DE HIDROGÊNIO ATRAVÉS DA REAÇÃO QUÍMICA ENTRE ALUMÍNIO, ÁGUA E HIDRÓXIDO DE SÓDIO A presente invenção refere-se a um reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio, o qual compreende sensores de temperatura e/ou sensores de vazão associados a um circuito elétrico e atuadores pneumáticos promovendo, portanto, a melhoria funcional do referido reator. Assim, o usuário irá controlar o fluxo de hidrogênio gerado através do controle de temperatura do reator e/ou através do controle preciso que deseja de H₂ com o sensor de vazão vinculado ao microcontrolador.



**REATOR DE HIDROGÊNIO ATRAVÉS DA REAÇÃO QUÍMICA ENTRE
ALUMÍNIO, ÁGUA E HIDRÓXIDO DE SÓDIO**

Campo da Invenção:

[001] A presente invenção se insere no campo de aplicação de aparelhos para geração de gases, mais especificamente, de aparelhos para produção de hidrogênio, uma vez que se refere a um reator de hidrogênio baseado na reação química entre água e alumínio assistido por hidróxido de sódio, em que sensores de temperatura e sensores de vazão associados a um circuito elétrico e atuadores pneumáticos promovem a melhoria funcional do referido reator.

Fundamentos da Invenção e Estado da Técnica:

[002] Com a crescente busca por energia sustentável os países do mundo lutam para dominar tecnologias cada vez mais novas nesse mercado competitivo. Nesse âmbito, a geração distribuída tem alavancado a maioria das novas pesquisas para geração ou cogeração de energia elétrica.

[003] Apesar de ser considerado como uma fonte de energia limpa do futuro, "95%" do hidrogênio produzido hoje provém de combustíveis fósseis, tais como o gás natural, óleo e carvão. Uma das desvantagens da produção do hidrogênio é a sua indisponibilidade na atmosfera da Terra (1 PPM em volume), isso dificulta sua produção, tecnologia de obtenção, e armazenamento.

[004] Os processos de produção de hidrogênio são vastos, podendo-se utilizar processos biológicos, elétricos e termoquímicos. Entre esses processos um dos mais recentes e promissores é a produção de hidrogênio a partir da reação

química do metal alumínio, água e uma base forte. O hidrogênio produzido por esse processo pode ser usado para abastecer células combustíveis e motores.

[005] Um dos principais métodos de geração de hidrogênio é através do deslocamento de hidrogênio a partir da água. Trata-se de um estudo já conhecido através da reação de alumínio e água assistido por hidróxido de sódio.

[006] Nesse sentido, há diversos reatores de obtenção de gás de hidrogênio através a reação de alumínio com água na presença de um catalisador.

[007] Os documentos US2002081235A, US4543246A e US 6638493 B2 descrevem um reator que utiliza a equação $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{H}_2$, porém a quantidade de água na superfície é feita por aspersão de água na superfície do alumínio.

[008] Diferentemente, na presente invenção o controle se dá pelo mergulho do sólido alumínio na solução aquosa de NaOH, fazendo com que o mesmo seja controlado pelo próprio fluxo de gás H_2 gerado, ou controlado por uma faixa de temperatura para operação do reator, ambas a partir da parametrização do usuário. Ou seja, o usuário que define a produção de gás desejada através do fluxo de gás H_2 ou através da temperatura.

[009] Portanto, vantajosamente, a presente invenção propõe um reator de hidrogênio baseado na reação química entre água e alumínio assistido por hidróxido de sódio, em que sensores de temperatura e sensores de vazão associados a um circuito elétrico e atuadores pneumáticos promovem sua melhoria funcional.

Breve descrição da Invenção:

[010] A presente invenção refere-se a um reator de

hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio, o qual compreende sensores de temperatura e/ou sensores de vazão associados a um circuito elétrico e atuadores pneumáticos promovendo, portanto, a melhoria funcional do referido reator. Assim, o usuário irá controlar o fluxo de hidrogênio gerado através do controle de temperatura do reator e/ou através do controle preciso que deseja de H_2 com o sensor de vazão vinculado ao microcontrolador.

Breve Descrição das Figuras:

[011] Para obter uma total e completa visualização do objeto desta invenção, são apresentadas as figuras as quais se faz referências, conforme se segue.

[012] A Figura 1 representa um modelo do reator de hidrogênio em duas dimensões.

[013] A Figura 2 representa o fluxograma esquemático de atuação do controle do reator.

[014] A Figura 3 representa uma modalidade opcional do referido reator compreendendo apenas o sistema controlador de temperatura (10).

[015] A Figura 4 representa uma modalidade opcional do referido reator compreendendo apenas o microcontrolador de fluxo de gás (11).

[016] A Figura 5 representa o reator da presente invenção, relacionando a entrada externa de ar comprimido.

[017] A Figura 6 representa uma exemplificação da atuação do referido sistema controlador de temperatura (10) do reator, em que (a) refere-se à operação sem a atuação do sensor de temperatura, e (b) com a atuação do sensor de temperatura.

Descrição Detalhada da Invenção:

[018] A presente invenção refere-se a um reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio, o qual compreende:

- um recipiente para reação (1);
- uma base (2);
- uma tampa (3); e pelo menos:
- um atuador pneumático (5);
- um reservatório de alumínio (7);
- uma fonte de alimentação de energia elétrica;
- conexões de equipamentos elétricos e pneumáticos;
- um sistema controlador de temperatura (10);
- um sistema microcontrolador de fluxo de gás (11);
- uma válvula pneumática duplo solenoide (6);

em que o sistema controlador de temperatura (10) compreende:

- um medidor de temperatura (10.1);
- um sensor de pressão (10.2);

em que o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) compreende:

- display com botões (11.1);
- relés de acionamento (11.2);
- medidor de vazão (11.3); e
- microcontrolador (11.4).

[019] A Figura 1 representa um modelo do reator de hidrogênio em duas dimensões.

[020] O referido recipiente para reação (1) é vedado em sua porção inferior e consiste no formato que varia de cilíndrico a quadrado, com diâmetro que varia de 30 a 50 cm, de material selecionado do grupo que consiste

em vidro, polimetil-metacrilato, ou polímeros em geral que suportem a ação de hidróxido de sódio, preferencialmente polimetil-metacrilato de resistência térmica até 80 °C, e volume que varia de 15 a 300 L.

[021] A reação de obtenção do hidrogênio ocorrerá no interior do referido recipiente para reação (1).

[022] A base (2) deve suportar o peso estrutural do reator e é fabricada com material selecionado do grupo que consiste em metal ou polimetil-metacrilato; no formato que varia de quadrado a cilíndrico, no tamanho que varia de 40 a 70 cm de lados ou diâmetro; com os devidos pés atarrachados (2.1), e hastes de fixação (2.2) unindo a tampa (3) com a base (2) para fechamento hermético em forma de flange.

[023] A tampa (3) do reator é fabricada com material selecionado do grupo que consiste em vidro, polimetil-metacrilato, ou polímeros em geral que suportem a ação de hidróxido de sódio; no formato que varia de cilíndrico a quadrado, com tamanho que varia de 40 a 70 cm de diâmetro ou lados; e compreende uma saída de gás hidrogênio (3.1) para uso e/ou armazenagem do hidrogênio.

[024] O atuador pneumático (5) consiste no tamanho que varia de 15 a 50 cm. O atuador é interligado à válvula pneumática duplo solenoide (6) para controlar a geração de hidrogênio por meio do mergulho do alumínio na solução aquosa de NaOH. Assim, o conjunto atuador (5) e válvula (6) pneumáticos são responsáveis por levantar e abaixar o reservatório de alumínio (7). Ainda, a referida válvula (6) deve ser alimentada por uma tensão que varia de 12 a 24 VDC, preferencialmente 12V.

[025] O referido reservatório de alumínio (7) trata-se de pelo menos um recipiente que varia de 15 a 50 cm de altura por 8 a 35 cm de diâmetro para imersão das peças de alumínio, de volume que varia de 500 a 5600 mL, confeccionado de material selecionado do grupo que consiste em polímeros em geral, tal como policloreto de vinila, compreendendo diversos furos que variam de 2 a 5 mm de diâmetro em todo o seu corpo.

[026] Desse modo, a melhoria funcional do reator consiste em controlar a imersão de peças de alumínio em uma solução de hidróxido de sódio, e isto por meio de um atuador pneumático (5) operado por ar comprimido. O sistema de blocos então pode ser descrito como a Figura 2, em que (11) refere-se ao sistema microcontrolador de fluxo de gás, e (10) refere-se ao sistema controlador de temperatura.

[027] O sistema controlador de temperatura (10) e/ou o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) enviam sinais elétricos para o circuito elétrico das válvulas solenoides (6), que por sua vez controlam a atuação do atuador pneumático (5) por meio de uma entrada de ar comprimido externa. O atuador pneumático (5) então imerge ou não o alumínio contido no reservatório de alumínio (7). Opcionalmente, as referidas válvulas solenoides (6) podem ser substituídas por válvulas eletropneumáticas com retorno por mola.

[028] Portanto, para o reator proposto funcionar com controle ou acionamento automático do atuador (5), é necessário um conjunto de equipamentos elétricos e pneumáticos tanto para a atuação da válvula pneumática (6) quanto do atuador (5).

[029] O referido conjunto de conexões de equipamentos elétricos e pneumáticos compreende uma chave liga/desliga de proteção manual para o ar comprimido, um filtro regulador de pressão e por fim uma válvula eletropneumática duplo solenoide (6). Além desses itens pneumáticos apresentados é necessário possuir uma fonte de ar comprimido no local de operação do reator (Figura 5). Se tal fonte de ar comprimido não existir, deve-se utilizar um motor de pequena potência (até 2 HP) destinado a produzir tal compressão de ar para esta finalidade.

[030] O referido reator compreende ainda diversas fontes de alimentação, uma para cada sensor ou controlador, variando de 9 a 24 V, preferencialmente 12V.

[031] É oportuno ressaltar que o medidor de temperatura (10.1) mede a temperatura externa do recipiente onde ocorre a reação, ou seja, o recipiente (1). Preferencialmente, o medidor de temperatura (10.1) é com saída digital. Ainda, o mesmo deve compreender ao menos um contato NA ou NF (NA - Normalmente Aberto e NF - Normalmente Fechado).

[032] O sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) compreende um display com botões (11.1), relés de acionamento (11.2), um medidor de vazão (11.3); e um microcontrolador (11.4) que controla e processa as informações de entradas e saídas dos sensores do reator.

[033] Assim, o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) monitora o fluxo de gás H₂ gerado, por meio da comunicação com um medidor de vazão (11.3); por meio de um display (11.1) conectado, facilita-se a comunicação com o usuário do reator, permitindo selecionar qual o fluxo de

gás H_2 desejado; e realiza a atuação no sistema pneumático para atuação do controle. Opcionalmente, o referido sistema microcontrolador (11) armazena os valores de fluxo de gás gerado H_2 em um cartão de memória.

[034] Além disso, o referido reator compreende um botão liga/desliga que se trata de um botão manual para subida ou descida do atuador (5).

[035] Alternativamente, o uso do referido reator compreendendo os sistemas controlador de temperatura (10) e microcontrolador de fluxo de gás (11) pode ser substituído pelo uso de apenas um desses sistemas.

[036] Nesse caso, para o reator compreendendo apenas o sistema controlador de temperatura (10), preferencialmente, o recipiente (1) possui diâmetro que varia de 30 a 40 cm; a base (2) possui tamanho que varia de 46 a 50 cm de lados ou diâmetro; a tampa (3) do reator possui de 46 a 50 cm de diâmetro ou lados; o atuador pneumático (5) consiste no tamanho que varia de 15 a 20 cm; o referido reservatório de alumínio (7) trata-se de um recipiente que possui 15 cm de altura por 8 cm de diâmetro e volume que varia de 500 a 2000 mL.

[037] Assim, o usuário poderá parametrizar uma faixa de temperatura para operação do reator. Essa versão corresponde à modalidade opcional 1 apresentada na Tabela 1 abaixo.

[038] Para melhor entendimento, a Figura 3 representa uma modalidade opcional do referido reator compreendendo apenas o sistema controlador de temperatura (10). E a Figura 6 representa uma exemplificação da atuação do referido sistema controlador de temperatura (10) do

reator, em que (a) refere-se à operação sem a atuação do sensor de temperatura, e (b) com a atuação do sensor de temperatura.

Tabela 1 – Modalidades opcionais do mesmo reator.

Modalidade	Controle	Usuário	Dispositivos de segurança
Opcional 1	Controle por temperatura do tipo on/off (2 estágios)	Parametriza uma faixa de temperatura para operação do reator.	Sensor de pressão (10.2)
Opcional 2	Controle por fluxo de gás H ₂ produzido (multi-estágios)	Parametriza a geração de hidrogênio que deseja.	Sensor de pressão (10.2) e medidor de temperatura (10.1)

[039] Ainda em relação à referida Tabela 1, a modalidade opcional 2 pode ser melhor entendida pelos esclarecimentos abaixo que retratam o reator compreendendo apenas o microcontrolador de fluxo de gás (11).

[040] O reator compreendendo apenas o microcontrolador de fluxo de gás (11), preferencialmente o recipiente (1) possui diâmetro que varia de 40 a 50 cm; a base (2) possui tamanho que varia de 60 a 64 cm de lados ou diâmetro; a tampa (3) do reator possui de 60 a 64 cm de diâmetro ou lados; o atuador pneumático (5) consiste no tamanho que varia de 30 a 50 cm; o referido reservatório de alumínio (7) trata-se de quatro recipientes acoplados juntos possuem 50 cm de altura por 35 cm de diâmetro e

volume que varia de 1400 a 5600 mL.

[041] Assim, o usuário poderá parametrizar a geração de hidrogênio que deseje.

[042] Para melhor entendimento, a Figura 4 representa uma modalidade opcional do referido reator compreendendo apenas o microcontrolador de fluxo de gás (11).

[043] É importante ressaltar que as duas modalidades opcionais discutidas acima, reator compreendendo somente o sistema controlador de temperatura (10) ou somente o microcontrolador de fluxo de gás (11), fazem parte do mesmo reator revelado na presente invenção.

[044] Portanto, a principal vantagem do reator aqui proposto é realizar um controle que se dá pelo mergulho do sólido alumínio na solução aquosa de NaOH, fazendo com que o mesmo seja controlado pelo próprio fluxo de gás H_2 gerado, ou controlado por uma faixa de temperatura para operação do reator, ambas a partir da parametrização do usuário. Ou seja, o usuário que define a produção de gás desejada através do fluxo de gás H_2 ou através da temperatura.

[045] Nesse sentido, o controle por temperatura é estável e seguro para aplicações que admitem pequenas variações (da ordem de 0 a 1000 ml) de fluxo de gás. Enquanto o controle por fluxo de gás promove maior controle da reação, com menores variações de produção de gás (da ordem de 150 ml).

[046] Ainda, o referido reator possui aspectos sustentáveis, como a possibilidade de produção segura de gás hidrogênio a partir de latas de bebidas vazias e água.

[047] Assim, o referido reator pode ser aplicado na alimentação de células combustíveis para geração de eletricidade, queima de hidrogênio em motores de combustão para produção de energia mecânica, queima de hidrogênio em lâmpadas para produção de luz, entre outras aplicações da indústria pesada.

[048] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio **caracterizado** pelo fato de compreender:

- um recipiente para reação (1);
 - uma base (2);
 - uma tampa (3); e pelo menos:
 - um atuador pneumático (5);
 - uma válvula pneumática duplo solenoide (6);
 - um reservatório de alumínio (7);
 - uma fonte de alimentação de energia elétrica;
 - conexões de equipamentos elétricos e pneumáticos;
 - um sistema controlador de temperatura (10);
 - um sistema microcontrolador de fluxo de gás (11);
- em que o sistema controlador de temperatura (10) compreende:

- um medidor de temperatura (10.1);
- um sensor de pressão (10.2);

em que o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) compreende:

- display com botões (11.1);
- relés de acionamento (11.2);
- medidor de vazão (11.3); e
- microcontrolador (11.4).

2. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o recipiente para reação (1) ser vedado em sua porção inferior e no formato que varia de cilíndrico a quadrado, com diâmetro ou lados que variam de 30 a 50 cm, de material selecionado do grupo que consiste em vidro, polimetil-metacrilato, ou

polímeros que suportem a ação de hidróxido de sódio, preferencialmente polimetil-metacrilato de resistência térmica até 80 °C, e volume que varia 15 a 300 L, em que a reação de obtenção do hidrogênio ocorre no interior do referido recipiente para reação (1).

3. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a base (2) ser fabricada com material selecionado do grupo que consiste em vidro, polimetil-metacrilato, ou polímeros que suportem a ação de hidróxido de sódio; no formato que varia de quadrado a cilíndrico, no tamanho que varia de 40 a 70 cm de lados ou diâmetro; com os devidos pés atarrachados (2.1), e hastes de fixação (2.2) unindo a tampa (3) com a base (2) para fechamento hermético em forma de flange.

4. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a tampa (3) ser fabricada com material selecionado do grupo que consiste em vidro, polimetil-metacrilato, ou polímeros que suportem a ação de hidróxido de sódio; no formato que varia de cilíndrico a quadrado, com 40 a 70 cm de diâmetro ou lados; e compreende uma saída de gás hidrogênio (3.1) para uso ou armazenagem do hidrogênio.

5. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o atuador pneumático (5) ser no tamanho que varia de 15 a 50 cm, interligado à válvula pneumática duplo solenoide (6) para controlar a geração de hidrogênio por meio do mergulho do alumínio na solução aquosa de NaOH, em que o conjunto atuador (5) e válvula (6) pneumáticos são responsáveis por levantar e abaixar o reservatório de alumínio (7).

6. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o referido reservatório de alumínio (7) ser pelo menos um recipiente que varia de 15 a 50 cm de altura por 8 a 35 cm de diâmetro para imersão das peças de alumínio, de volume que varia de 500 a 5600 mL, confeccionado de material selecionado do grupo que consiste em polímeros, tal como policloreto de vinila, compreendendo furos que variam de 2 a 5 mm de diâmetro em todo o seu corpo.

7. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema controlador de temperatura (10) e o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) enviarem sinais elétricos para o circuito elétrico das válvulas solenoides (6) controladoras do atuador pneumático (5) por uma entrada de ar comprimido externa ou motor de potência de até 2 HP, em que o atuador pneumático (5) imerge ou não o alumínio contido no reservatório de alumínio (7).

8. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o conjunto de conexões de equipamentos elétricos e pneumáticos compreender uma chave liga/desliga de proteção manual para o ar comprimido, um filtro regulador de pressão e por fim uma válvula eletropneumática duplo solenoide (6).

9. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender uma fonte de alimentação para cada sensor ou controlador, em que a referida fonte varia de 9 a 24 V, preferencialmente 12V.

10. Reator de hidrogênio, de acordo com a

reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o medidor de temperatura (10.1) medir a temperatura externa do recipiente (1) onde ocorre a reação, em que preferencialmente, o medidor de temperatura (10.1) é com saída digital, compreendendo pelo menos um contato NA ou NF.

11. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) monitorar o fluxo de gás H₂ gerado, por meio da comunicação com um medidor de vazão (11.3) e um display (11.1) conectado, em que o microcontrolador (11.4) controla e processa as informações de entradas e saídas dos sensores do reator.

12. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema microcontrolador de fluxo de gás (11) realizar ainda a atuação no sistema pneumático para atuação do controle, em que opcionalmente, o referido sistema microcontrolador (11) armazena os valores de fluxo de gás gerado H₂ em um cartão de memória.

13. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender um botão liga/desliga responsável pela subida ou descida do atuador (5).

14. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de, alternativamente, compreender somente o sistema controlador de temperatura (10) ou somente o microcontrolador de fluxo de gás (11).

15. Reator de hidrogênio, de acordo com a

reivindicação 1 ou 14, **caracterizado** pelo fato de, para o reator compreendendo apenas o sistema controlador de temperatura (10), preferencialmente, o recipiente (1) possuir diâmetro que varia de 30 a 40 cm; a base (2) possuir tamanho que varia de 46 a 50 cm de lados ou diâmetro; a tampa (3) do reator possuir de 46 a 50 cm de diâmetro ou lados; o atuador pneumático (5) ser no tamanho que varia de 15 a 20 cm; o reservatório de alumínio (7) ser um recipiente que possui 15 cm de altura por 8 cm de diâmetro e volume que varia de 500 a 2000 mL.

16. Reator de hidrogênio, de acordo com a reivindicação 1 ou 14, **caracterizado** pelo fato de o reator compreendendo apenas o microcontrolador de fluxo de gás (11), preferencialmente, o recipiente (1) possuir diâmetro que varia de 40 a 50 cm; a base (2) possuir tamanho que varia de 60 a 64 cm de lados ou diâmetro; a tampa (3) do reator possuir de 60 a 64 cm de diâmetro ou lados; o atuador pneumático (5) ser no tamanho que varia de 30 a 50 cm; o reservatório de alumínio (7) ser quatro recipientes que possuem 50 cm de altura por 35 cm de diâmetro e volume que varia de 1400 a 5600 mL.

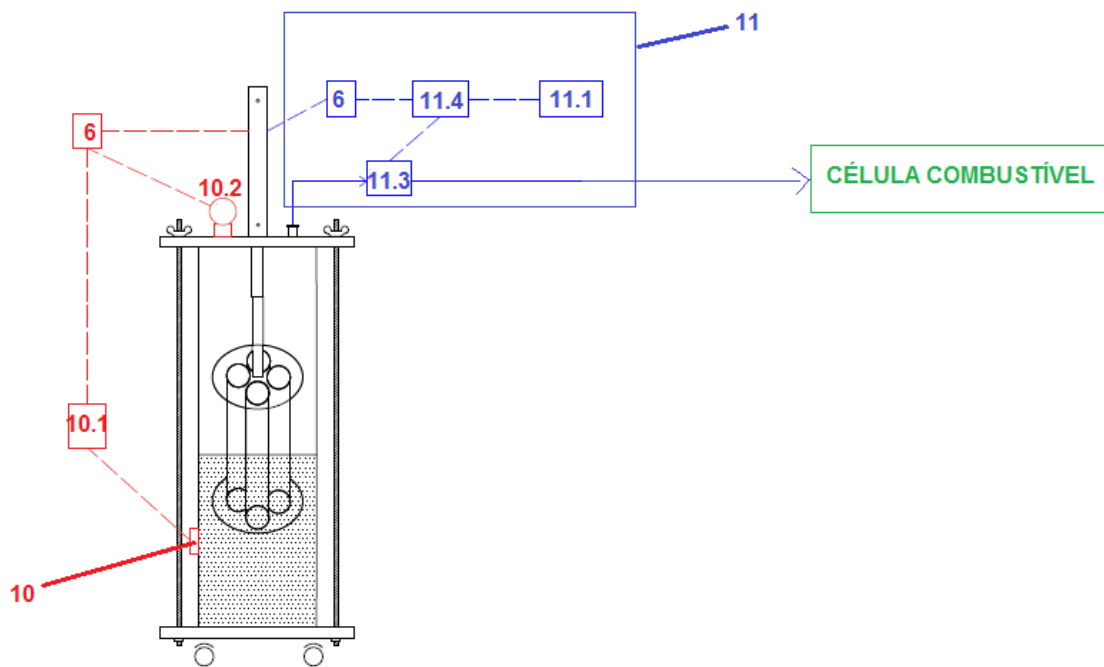


Figura 1

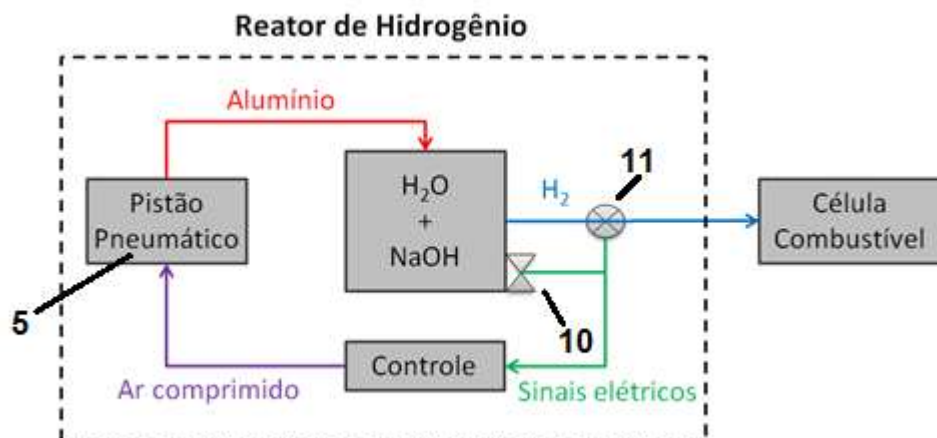


Figura 2

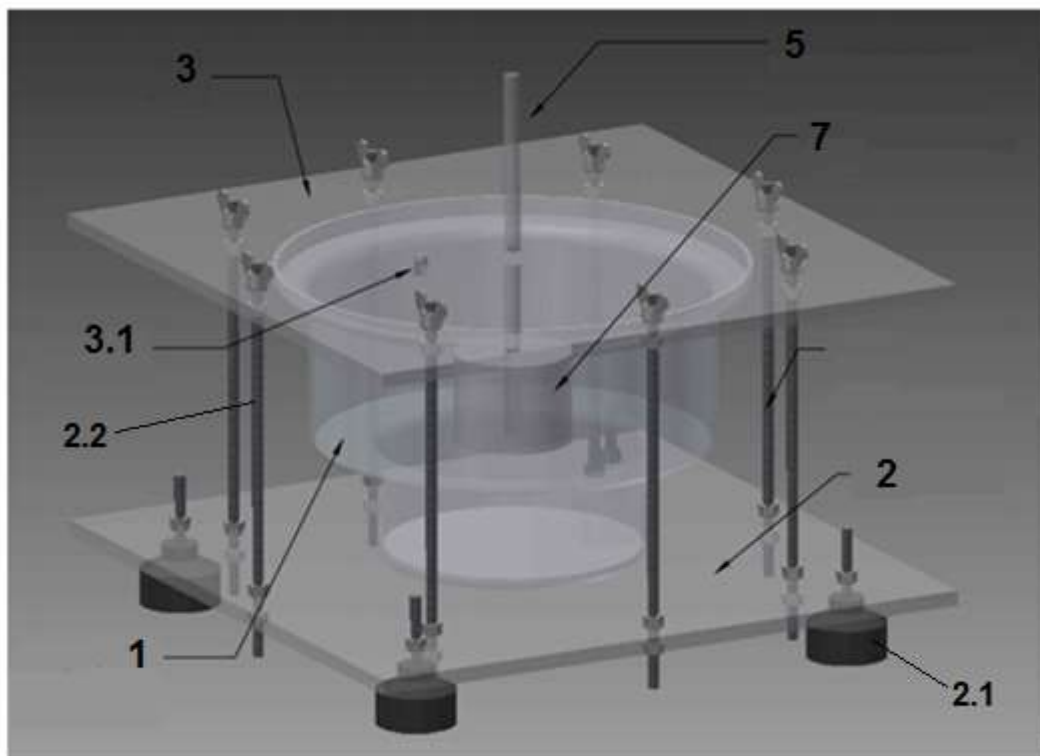


Figura 3

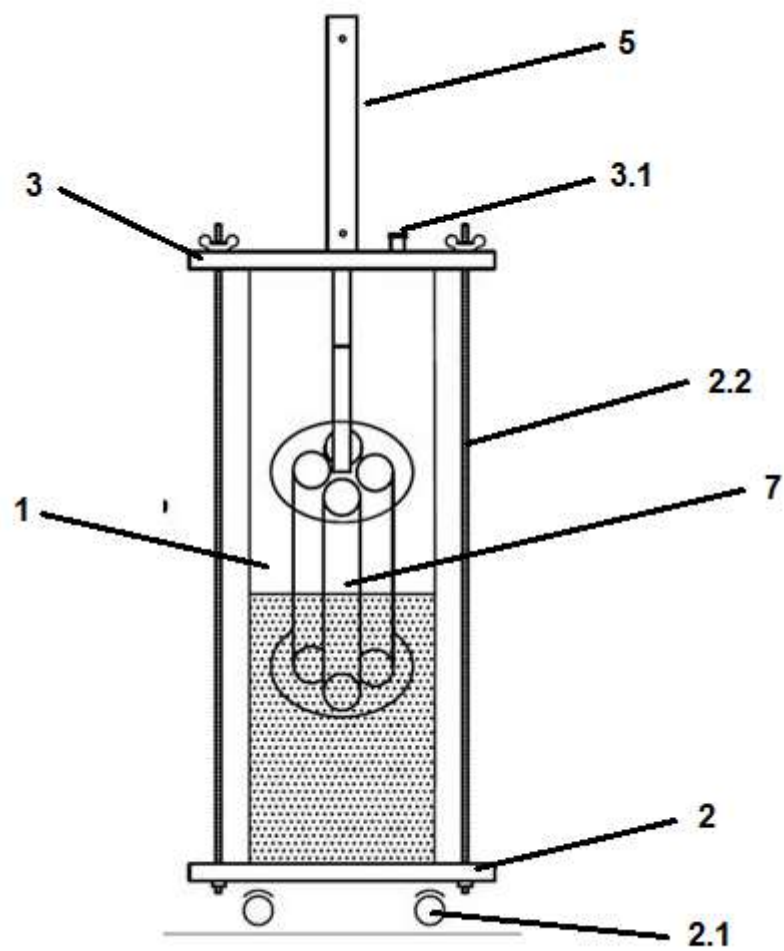
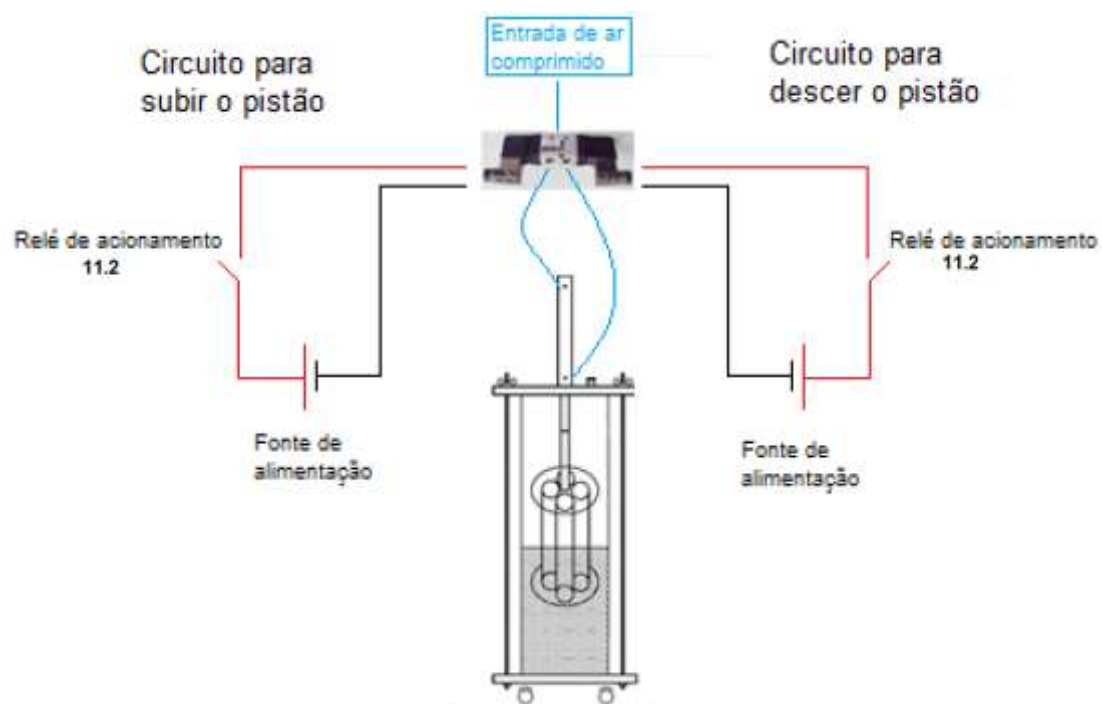


Figura 4

**Figura 5**

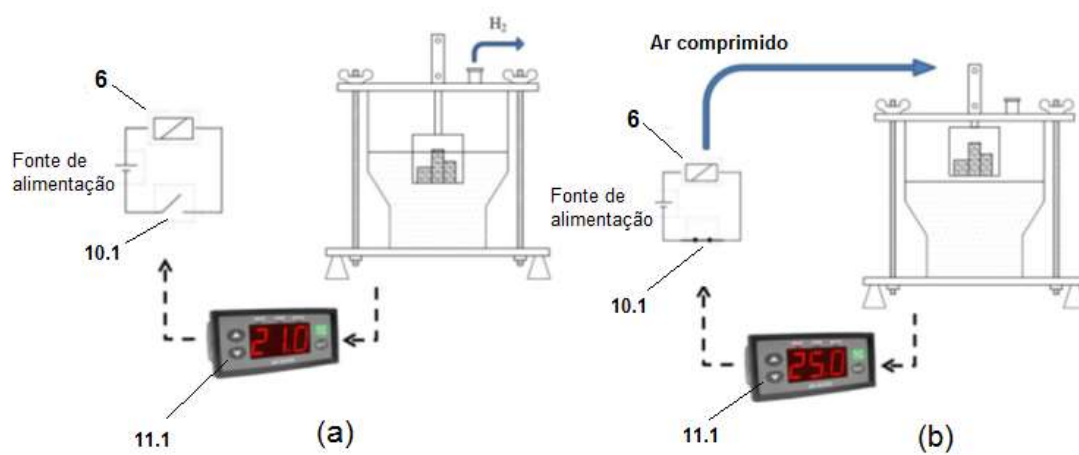


Figura 6

Resumo**REATOR DE HIDROGÊNIO ATRAVÉS DA REAÇÃO QUÍMICA ENTRE
ALUMÍNIO, ÁGUA E HIDRÓXIDO DE SÓDIO**

A presente invenção refere-se a um reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio, o qual compreende sensores de temperatura e/ou sensores de vazão associados a um circuito elétrico e atuadores pneumáticos promovendo, portanto, a melhoria funcional do referido reator. Assim, o usuário irá controlar o fluxo de hidrogênio gerado através do controle de temperatura do reator e/ou através do controle preciso que deseja de H_2 com o sensor de vazão vinculado ao microcontrolador.