

PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UMA PLANTA A CÉLULAS A COMBUSTÍVEL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS HORÁRIOS DE PICO DE DEMANDA

Guilherme Basso

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Maria
eletrobasso@gmail.com

Felix A. Farret, PhD

Professor do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria
fafarret@gmail.com

Frank Gonzatti

Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria
frankgonzatti@gmail.com

Resumo. *Este artigo visa discutir os conceitos para produção, armazenagem e consumo de hidrogênio. Além disso, são especificados os equipamentos da planta para gerar hidrogênio, o armazenamento e a conversão deste em energia elétrica através de células a combustível e hidretos metálicos, com a finalidade de reduzir o consumo no horário de ponta de demanda.*

Palavras-chave: *Hidrogênio. Hidretos metálicos. Célula a combustível.*

1. INTRODUÇÃO

O hidrogênio (H_2) como fonte de geração de energia elétrica nas células a combustível (CaC) apresenta uma alternativa promissora devido às vantagens da energia por ele produzida ser renovável, silenciosa, eficiente, limpa cujos subprodutos são água e calor. O hidrogênio não é um combustível primário, pois comumente está associado a um composto químico e pode ser um excelente vetor energético e exerce a função de conector e

conversor entre as fontes e forma de energia (SILVA, 1991). O processo assim formado para geração de energia elétrica permite armazenar energia na forma de hidrogênio. Uma das aplicações pode ser a geração de hidrogênio na madrugada quando a energia é mais barata para reconvertê-lo em energia elétrica nos períodos de energia mais cara que são os horários de ponta de demanda. Este modo de usar o hidrogênio gerou um projeto entre o CEESP/UFMS e a CEEE. Uma das dificuldades encontradas durante o projeto foi a escolha e a aquisição de equipamentos no que se refere ao hidrogênio. Este trabalho trará a concepção da planta e as suas especificações que facilitem estas etapas.

2. CÉLULA A COMBUSTÍVEL

Entre os vários modelos de CaC o tipo PEM (Próton Exchange Membrane - Membrana de Troca de Prótons) é a que parece ser a melhor opção, pois são mais fáceis de serem adquiridas, tem água pura como resíduo, operam em baixas

temperaturas, possibilitam uma partida relativamente rápida, seu eletrólito é um polímero sólido, o que reduz as preocupações na construção, transporte e segurança e apresentam elevada densidade de potência. Para este projeto foi adquirido a célula de combustível GreenHub 3000 da empresa italiana Horizon, com potência máxima de 3 kW, alimentada com hidrogênio sob pressão de 7 a 10 bar e com pureza mínima 99,995%.

3. ARMAZENAMENTO DE H_2

O armazenamento do gás hidrogênio pode ser feito por diferentes meios, entre os quais se destacam: a compressão em cilindros de alta pressão, armazenamento na forma líquida em tanques criogênicos e em hidretos metálicos.

A armazenagem de hidrogênio por compressão em cilindros de alta pressão a massa do hidrogênio de 6 a 10% do total do armazenador a pressões de 35 a 70 Mpa. Embora seja comercialmente disponível, essa forma de armazenamento tem custo elevado, consumo elevado de energia (uns 30%) problemas com fratura mecânica e insegurança devido à energia de compressão (LINARDI, 2010).

Na forma líquida o H_2 pode ser armazenado em tanques criogênicos comumente cilindros isolados, 20% de massa de H_2 e pressões de 0,1 MPa a -253°C. As desvantagens desse método são os problemas relacionados à quantidade de energia para liquefação e as perdas por evaporação (LINARDI, 2010).

A melhor opção para armazenamento atualmente parece ser na forma de hidretos metálicos, onde o H_2 é absorvido ou adsorvido em estado sólido em hidretos metálicos, possuindo potencial máximo de 7% em massa de H_2 e 90 kg H_2/m_3 a pressões entre 0,1 e 6,0 MPa. A desvantagem são as altas temperaturas de dessorção, enquanto as vantagens são

menores pressões de trabalho o que representa maior segurança de operação e tempos de recarga favorável, além de ocupar menor volume (LINARDI, 2010).

Optou-se na planta pela armazenagem de H_2 em hidretos metálicos que permitem o armazenamento em pressões menores, dispensando o uso do pressurizador o que elevaria o custo e as perdas na planta e comprometeria a eficiência. Como a célula trabalha em baixa pressão, assim como a geração e o armazenamento do hidrogênio, a segurança da planta será maior.

O modelo de hidretos metálicos escolhido foi a da LABTech HBOND-7000L com capacidade de 7000 litros de hidrogênio e com pressão de carga de 15 bar e de descarga de 2 a 10 bar, pelas facilidades de mercado e custo reduzido.

4. PRODUÇÃO DE H_2

O hidrogênio a ser armazenado pode ser obtido através da eletrólise da água. O método convencional consiste em eletrodos imersos em uma solução eletrolítica como meio condutor iônico. A temperatura de operação é de 70 a 80°C com rendimento de 70 a 80% (STOJIC et al., 2003). A solução eletrolítica é geralmente básica, composta de hidróxido de potássio (KOH) dissolvido em água deionizada. A concentração do eletrólito, bem como a temperatura e a pressão de operação, variam para cada modelo de célula, geralmente situados na faixa de 25-30%, 70-100°C e 1-30 atmosferas, respectivamente.

Os eletrolisadores modernos diferem dos convencionais apenas pela existência de coberturas especiais nos eletrodos, com a deposição de catalisadores e superfícies rugosas. Os eletrodos são de aço de alta condutividade elétrica, o ânodo é recoberto por níquel rugoso e o ânodo tem a superfície ativada por tratamento eletroquímico para que a deposição de níquel possa garantir menores sobrepotenciais catódicos

(ULLERBERG, 2003). Isso garante rendimentos maiores, na faixa de 75 a 85% (ULLERBERG, 2003). Alguns modelos utilizam membranas separadoras à base de teflon ou outros materiais, permitindo operar em temperaturas maiores que o convencional, os eletrolisadores avançados. Estes caracterizam-se pela compacticidade e de elevada densidade de corrente, usando catalisadores e metais nobres.

Muitos modelos de eletrolisador apresentam eletrólito sólido desempenhando a função de membranas separadoras. A temperatura de operação destes modelos é superior a 120°C, dando um rendimento que varia entre 80 e 90%. A eletrólise avançada possui características diferentes dos modelos convencionais e modernos, sendo que o modelo avançado mais conhecido baseia-se na tecnologia de funcionamento das células a combustível. A principal característica é a utilização de uma membrana iônica formada por um polímero de estrutura similar ao teflon, denominada nafion (BARBIR, 2005).

Para a planta do projeto CEESP/CEEE foi adquirido um eletrolisador moderno do tipo alcalino (modelo comercial “HIDROGENIA 400”). Na Figura 1 tem-se o diagrama simplificado para a produção de hidrogênio.

Das especificações técnicas do gerador de hidrogênio, nota-se que a pureza do hidrogênio na saída do eletrolisador é de, aproximadamente 99,5%. A pureza de entrada do hidrogênio na CaC deve ser de 99,995%. Essa condição tem de ser atendida para garantir o bom desempenho da célula e também a vida útil da membrana. Com isso, torna-se necessária a instalação de um purificador de hidrogênio (modelo comercial “Deoxo”).

A água usada no eletrolisador deve ser isenta de minerais, pois estes podem contaminar a membrana e prejudicar o desempenho do eletrolisador. Para isso instalou-se um desmineralizador de água (modelo comercial “Water demineralizer

OSMODEMI 8”) com capacidade de processar até 8 L/h. A figura 2 traz o diagrama completo da planta do hidrogênio.

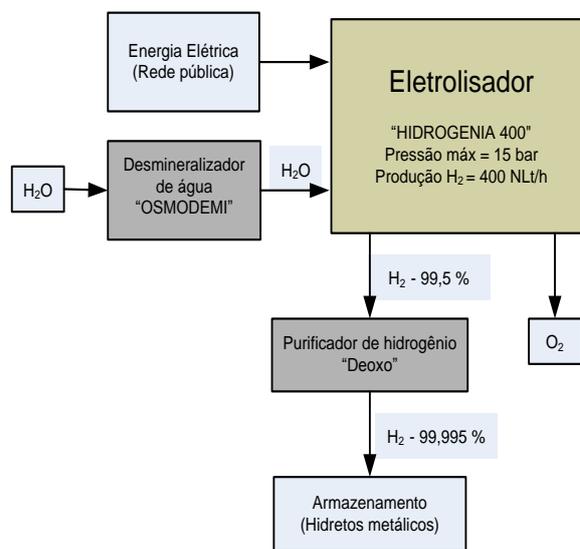


Figura 1 - Diagrama simplificado da central de produção de hidrogênio.

5. CONCLUSÕES

Os hidretos metálicos são a próxima geração dos armazenadores de energia sob a forma de combustível, no caso deste projeto H_2 . Os hidretos metálicos permitem o armazenamento em pressões menores, dispensando o uso do pressurizador o que elevaria o custo e as perdas na planta, logo comprometeria a eficiência. Como a célula trabalha em baixa pressão, assim como a geração e o armazenamento do hidrogênio, a segurança da planta será maior. O mercado brasileiro dispõe muito pouco de equipamentos, válvulas, sensores e itens de segurança da tecnologia do hidrogênio. Já a CaC, geradores de hidrogênio e hidretos metálicos, tanto a fabricação quanto a venda estão disponíveis quase que na totalidade em outros países. Isto gera grandes dificuldades na concepção, no domínio da tecnologia e na montagem deste tipo de planta.

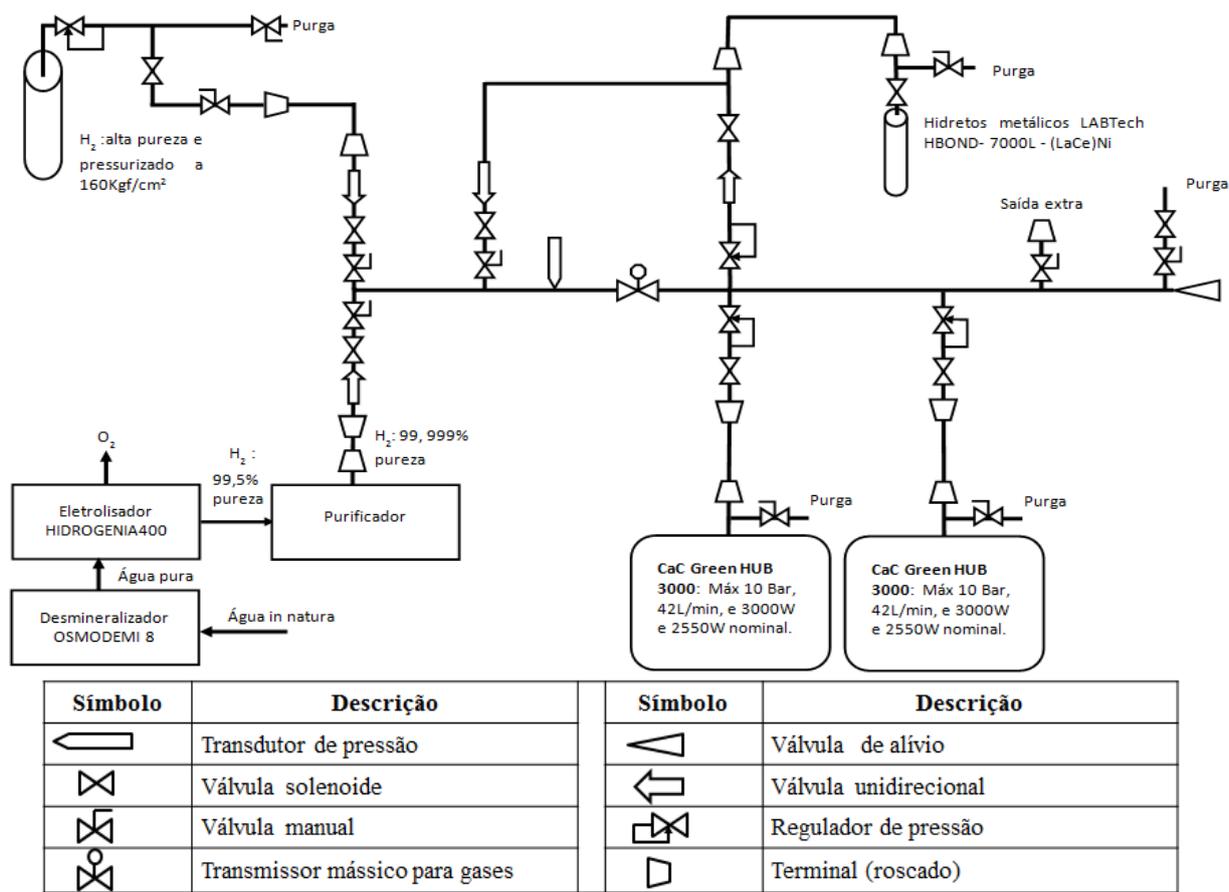


Figura 2 - Diagrama da planta.

Agradecimentos

Este é um dos projetos realizados no CEESP – UFSM, financiado pela CEEE para minimizar a carga da rede pública no horário de ponta com a implantação da geração de H_2 até a produção da energia elétrica pela CaC.

6. REFERÊNCIAS

BARBIR, F. **PEM Electrolysis for Production of Hydrogen from Renewable Energy Sources**. Solar Energy, Vol. 78, N. 5, 2005. 661 – 664 p.

LINARDI, M. **Introdução à Ciência e Tecnologia de Células a Combustível**. Editora Artliber, São Paulo, 2010. 125-128p.

SILVA, E. P. **Introdução à Economia de Hidrogênio**. 1ª Ed., Editora da Unicamp, 1991. 200 – 204 p.

STOJIC, D. L.; MARCETA, M. P.; SOVILJ, S. P.; MILJANIC, S. V. S. **Hydrogen Generation from Water Electrolysis – Possibilities of Energy Saving**. Journal of Power Sources, v. 118, n. 1-2, 2003. 315 – 319 p.

ULLERBERG, O. **Modeling of Advanced Alkaline Electrolyzers: a System Simulation Approach**. International Journal of Hydrogen Energy, n.28, 2003. 21 – 33 p.