

DIMENSIONAMENTO DE UM CONJUNTO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO ELETROLÍTICO

Marta Ligia Pereira da Silva⁽¹⁾, Hervé Michel Laborde⁽²⁾

(1) Aluna de Graduação/UFCG/CCT/Departamento de Engenharia Química;

(2) UFCG/CCT/Departamento de Engenharia Química;

Avenida Aprício Veloso, 882 – Bodocongó – 58.109-970 - Campina Grande – Paraíba

Fone: 83 310.1366 Fax: 83 310 1116 – e-mail: marlipersi@yahoo.com.br;

herve@labdes.ufcg.edu.br

Palavras-chave: Painéis fotovoltaicos, Eletrólise da água, Hidrogênio.

Área do Conhecimento: III - Engenharias

RESUMO: A partir de experimentos realizados com um eletrolisador alimentado pela energia proveniente da rede elétrica, dimensionou-se um conjunto de painéis fotovoltaicos, visando a sua utilização como fonte de energia (energia solar) para a produção de hidrogênio via eletrólise da água, que será utilizado como fonte de calor no cozimento de massas. Verificou-se que, para o bom funcionamento do eletrolisador, i.e., uma produção de 0,3 m³/h de gases, são necessários em torno de 24 painéis fotovoltaicos, além de um mínimo de 8 baterias.

1. Introdução

Um dos maiores problemas da produção em grande escala de gás hidrogênio através do processo de eletrólise da água é o elevado custo energético do processo, que torna o hidrogênio um combustível caro quando comparado com outras formas de energia, pois custa de 3 a 5 vezes mais do que um combustível fóssil.

Embora a eletrólise da água seja o processo mais caro de produção de hidrogênio hoje, as diminuições de custo são esperadas na próxima década com a melhoria das tecnologias. Os custos da eletrólise alimentada por painéis fotovoltaicos e/ou turbina eólica são ainda altos, mas uma redução de mais de 50 % é esperada na próxima década. Além do mais, como o hidrogênio é produzido na demanda e no lugar de consumo, os custos de transporte e armazenamento são nulos, o que torna o hidrogênio eletrolítico mais competitivo do que o hidrogênio transportado. Os preços serão ainda

melhores com a produção em massa de pequenos eletrolisadores, usando energia elétrica menos cara (como a das centrais hidroelétricas) e tendo eficiências de cerca de 70 a 85 % [Dunn, 2002].

Como o potencial de insolação da região Nordeste é da ordem de 1,05 kW/m², considerado alto em relação ao de outras regiões do Brasil, a idéia é de aproveitar esse recurso natural (solar) através da geração de eletricidade com painéis fotovoltaicos para alimentar em energia elétrica o eletrolisador.

Portanto o objetivo deste trabalho é dimensionar um conjunto de painéis fotovoltaicos, para a conversão de energia solar em energia elétrica, destinada a alimentar o eletrolisador.

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Referência em Dessalinização (LRD/SRH/MMA).

2. Revisão Bibliográfica

2.1 A Energia Solar

A energia solar é uma fonte inesgotável e gratuita. Sendo assim, pode solucionar parte dos problemas de escassez de energia que abala o mundo.

Nos países subdesenvolvidos, como o Brasil, esta fonte de energia deve ser aproveitada ao máximo. Normalmente esses países apresentam elevadas extensões territoriais e estão situados em zonas tropicais, ou seja, dispõem de alta incidência de radiação, o que torna viável o desenvolvimento de tecnologias capazes de transformar a energia solar em energia térmica, elétrica, química, mecânica etc [Palz, 1981].

A energia solar como o próprio nome já diz, é uma energia que vem do sol, sendo irradiada continuamente por este astro. Para se ter uma idéia, em apenas um segundo o sol produz mais energia (internamente) que toda energia usada pela humanidade desde o começo dos tempos. Uma outra forma de se exprimir esta imensa grandeza energética, basta dizer que a energia que a terra recebe por ano vinda do sol, representa mais que 15000 vezes o consumo mundial anual de energéticos.

A energia solar viaja no espaço a velocidade da luz que é de 300.000 Km/s.

Apenas uma pequena parte da energia irradiada pelo sol no espaço chega até a terra, correspondendo a uma parte em dois bilhões. Ainda assim, é uma quantidade enorme que vale por exemplo com um único dia de insolação nos Estados Unidos, por toda energia consumida na América em um ano e meio.

Toda esta energia vem de dentro do próprio sol, que como outras estrelas, é uma grande bola de gás feita basicamente de Hidrogênio e Hélio. O sol gera energia em seu núcleo por um processo conhecido como fusão nuclear. Durante a fusão, ocorrem temperaturas e pressões extremamente altas que fazem o átomo de Hidrogênio ter seu núcleo fundido ou combinado. Quatro núcleos de Hidrogênio fundem-se formando um átomo de Hélio. Mas o peso atômico do Hélio é menor que os 4 núcleos combinados na sua formação, fazendo então que a matéria perdida seja emitida para o espaço na forma de radiação.

2.2 Processos de Utilização da Energia Solar

O sol fornece energia que pode ser aproveitada basicamente por 3 tipos de processos: Térmico, Fotovoltaico e Químico. No processo Térmico temos o aproveitamento em baixa, média e alta temperatura. O processo Fotovoltaico parte do princípio de que determinados materiais são sensíveis à luz, transformando-a em eletricidade. Finalmente o processo fotoquímico é o que ocorre na natureza com a maioria dos vegetais, a Fotossíntese. Os dois primeiros processos citados serão detalhados na sequência. Quanto a Fotossíntese, que é a base da cadeia alimentar dos seres vivos.

2.3. Coletores termossolares

Um coletor solar é uma das maneiras se obter calor do sol. Por exemplo um carro fechado em um dia limpo, funciona como um coletor. A luz do sol passa através dos vidros do carro e é absorvida pelo seu interior, no estofamento, painel, piso, etc. A luz é então transformada em calor. Os vidros do carro funcionarão como um isolante não deixando o calor sair (este é o princípio da estufa). Podemos dizer portanto que o coletor termosolar faz três coisas:

- Permite a luz do sol passar através do vidro (ou plástico).

- Absorve a luz e a transforma em calor.

Fica com o calor "preso" em seu interior (armadilha térmica).

Existem diversos tipos de coletores solares, estando divididos em dois tipos: planos e com concentração. O coletor solar plano é o sistema mais simples e de fácil construção, consistindo de caixa de alumínio com tampa de vidro e fundo negro plano. Esta camada de cobertura negra pode utilizar o que chamamos de superfície seletiva especial de forma a maximizar a absorção da energia na faixa do infravermelho e minimizar sua emissão, aumentando o aproveitamento da energia térmica. Em outras palavras, são materiais especiais com alta absorvância e baixa emissividade. Conforme observa-se, no coletor plano não há processos de intensificação dos raios solares.

Nos sistemas de coletores solares com concentração, como o próprio nome já diz, se terá uma ampliação da quantidade de raios que alcançarão o absorvedor, que é o elemento receptor de energia. Este absorvedor por sua vez pode também apresentar-se sob diversos formatos como cilíndrico (o mais comum), em forma de aleta, plano no fundo do coletor, entre outros.

Os módulos concentradores apresentam diversos aspectos, normalmente derivados da forma de um parabolóide. Os mais conhecidos são em forma de calha e perfil parabólico simples ou composto. O absorvedor pode ter sua estrutura externa recoberta com uma camada seletiva ou não. Utilizando-se concentradores se conseguirá atingir temperaturas em muito superiores a conseguida por coletores planos, sendo portanto de uso recomendável para certas aplicações industriais onde se busque temperaturas mais elevadas.

(<http://www.guilhermehabiah.hpg.ig.com.br/pagina2.htm> 23/07/2003 às 00:18.).

2.4. Células fotovoltaicas

A célula fotovoltaica é feita de duas finas camadas de silício juntas em forma de sanduíche onde são ligados dois fios metálicos. A parte de cima do pedaço de silício é chamado de camada N(negativa), sendo de espessura muito fina onde são depositadas substâncias químicas para dopagem da camada, de forma a se ter um excesso de elétrons livres. Na parte de baixo, temos a outra camada chamada P(positiva), que é mais espessa que a N, tendo também dopagem de forma a se obter poucos elétrons livres, melhor dizendo há falta de elétrons.

Quando as duas camadas são colocadas juntas, coisas interessantes acontecem - Um campo elétrico é produzido evitando que os elétrons em excesso na parte superior se transfiram para a parte de baixo onde estão em falta. Esta junção com seu campo elétrico torna-se a parte central da célula Fotovoltaica. Sendo a célula exposta a luz, feixes de energia da luz, conhecidos como fótons, chocam-se com elétrons da parte superior da Fotocélula, camada N, fazendo com que os mesmos saiam das suas órbitas,

e que mais elétrons pela ação do campo elétrico da junção, venham para camada N.

A camada N com sua abundância de elétrons em excesso, produz uma força elétrica (tensão) que tenta "empurrar" os elétrons que sobram. Estes elétrons em excesso são então conduzidos por meio de um fio metálico para a parte inferior da Fotocélula (camada P) e, através de uma ligação externa, são levados para fora da célula, ficando disponíveis para uso (energia elétrica). A célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, pois cada elétron que a deixa é substituído pelo retorno de outro.

Um conjunto de células fotovoltaicas interligadas forma um módulo. Os módulos são encapsulados com materiais que garantem rigidez mecânica, protejam as células contra danos e condições climáticas, evitam que a umidade do ar atinja os contatos elétricos e conduzem bem o calor, para reduzir a temperatura de trabalho das células. A disposição das células solares é importante: quanto mais células são interligadas em série, maior a tensão alcançada no módulo, e quanto mais células atuam em paralelo (ou quanto maior a superfície de cada célula), maior a corrente. A mesma lógica vale também para a conexão de módulos em um gerador fotovoltaico [McVeigh, 1979, Palz, 1981].

3. Metodologia

O hidrogênio é produzido num eletrolisador de tipo bipolar, composto por um reator de 47 células ligadas em série, cada uma operando sob uma diferença de potencial de 1,85 volts.

Os painéis fotovoltaicos são do tipo Kyocera, modelo KC110-1.

O dimensionamento dos painéis foi realizado partindo-se da potência requerida para acionar o sistema e mantê-lo em funcionamento.

De acordo com os dados obtidos, foi feita a distribuição dos painéis fotovoltaicos em grupos montados com conexões em série e em paralelo. Foram realizados alguns testes alimentando o eletrolisador com painéis fotovoltaicos, visando verificar se os mesmos eram capazes de acionar o sistema e qual a capacidade de produzir hidrogênio, visto que

a quantidade de gás produzido é proporcional à energia fornecida ao sistema.

4. Resultados e Discussões

A figura 01 mostra o comportamento da tensão e da corrente do eletrolisador alimentado pela rede elétrica comercial.

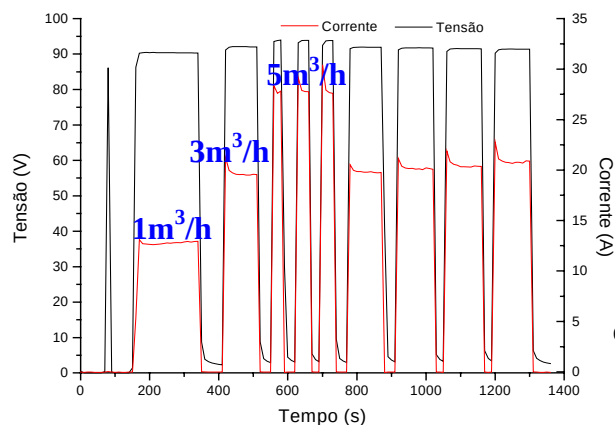


Figura 01 – Perfis de tensão e corrente do eletrolisador.

De acordo com o gráfico acima, verifica-se que a tensão de funcionamento do eletrolisador para uma produção de 0,3m³/h de hidrogênio, necessária para a manutenção da chama, é de cerca de 90-95 volts e a corrente de aproximadamente 20 Ampères.

Partindo-se desses dados e sabendo que cada painel é capaz de fornecer 12 volts e 7 ampères, são necessários 3 conjuntos ligados em paralelo, de 8 painéis ligados em série.

A partir dos testes realizados com o eletrolisador alimentado diretamente com os painéis fotovoltaicos (sem controlador de carga e conjunto de baterias), verifica-se que, além dos painéis fotovoltaicos, são necessárias pelo menos 8 baterias com a função de manter o funcionamento estável do sistema, visto que a geração de energia pelos painéis é instável devido à interrupções na recepção da radiação solar.

Encontra-se nas figuras 02, 03 e 04 abaixo os perfis de tensão e corrente do sistema eletrolisador solar (eletrolisador + painéis fotovoltaicos), com 6, 8 e 12 painéis ligados em série, respectivamente. Com relação à

produção de gás, há um fluxo considerável, mas devido à descontinuidade da geração por causa da ausência das baterias, não foi ligado o maçarico por uma questão de segurança.

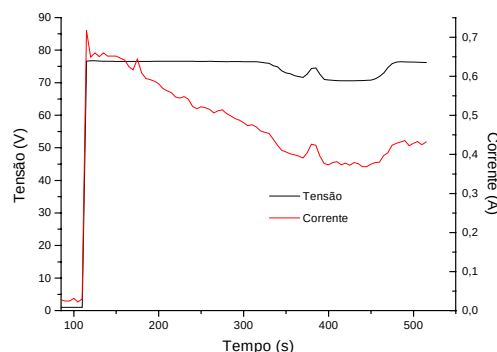


Figura 02 – Perfis de tensão e corrente do eletrolisador solar com 6 painéis fotovoltaicos ligados em série.

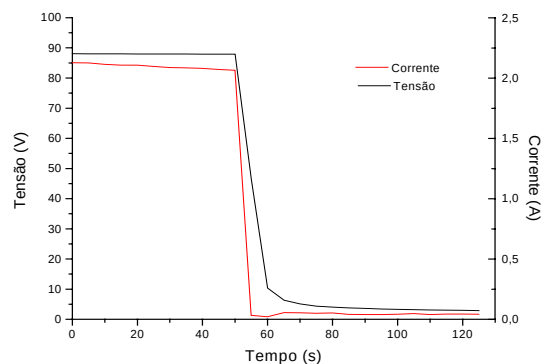


Figura 03 – Perfis de tensão e corrente do eletrolisador solar com 8 painéis fotovoltaicos ligados em série.

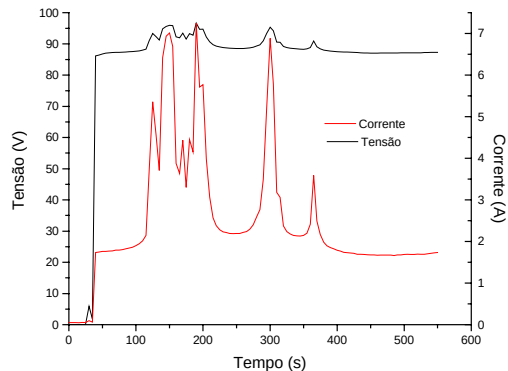


Figura 03 – Perfis de tensão e corrente do eletrolisador solar com 12 painéis fotovoltaicos ligados em série.

Palz, W. Energia solar e fontes alternativas. Hemus. São Paulo, 1981.

5. Conclusões

O eletrolisador requer uma tensão de cerca de 90-95 volts e uma corrente de aproximadamente 20 ampères para uma produção em torno de 0,3 m³/h de gás, necessária à alimentação da chama do maçarico.

São necessários 3 conjuntos ligados em paralelo de 8 painéis fotovoltaicos ligados em série, juntamente com um mínimo de 8 baterias para garantir a autonomia do sistema;

Com alimentação proveniente dos painéis fotovoltaicos sem baterias há uma produção de gás considerável;

Não há continuidade na geração devido às condições climáticas inconstantes, como também pela ausência das baterias.

6. Referências Bibliográficas

Dunn, S., Hydrogen futures: toward a sustainable energy system, International Journal of Hydrogen Energy, 27, 235, 2002.

Prof. Guilherme Bahia/Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco (<http://www.guilhermehbahia.hpg.ig.com.br/pagina2.htm> 23/07/2003 às 00:18.).

McVeigh, J.C., Sun Power – An introduction to the applications of solar energy. Pergamon International Library. England, 1979.