

Células de combustível

O conceito de células de combustível existe há mais de 150 anos, é atribuída a paternidade da célula de combustível a William Grove, ele teve a idéia durante seus experimentos sobre eletrólise de água, quando imaginou como seria o processo inverso, ou seja reagir hidrogênio com oxigênio para gerar eletricidade, o termo célula de combustível surgiu em 1839, criado por Ludwig Mond e Charles Langer.

A primeira célula de combustível bem sucedida aconteceu devido as descobertas do engenheiro Francis Bacon em 1932, problemas técnicos adiaram a sua realização até 1959 por Harry Karl Ihrig.

No final dos anos 50, a NASA precisou pensar em geradores de eletricidade para missões espaciais. O projeto Apollo e as missões espaciais Shuttle fizeram uso das células de combustível.

As células de combustível são baterias (pilhas) que convertem energia química diretamente em energia elétrica e térmica, elas possuem uma operação contínua graças a alimentação constante de um combustível.

A conversão ocorre por meio de duas reações químicas parciais em dois eletrodos separados por um eletrólito apropriado: a oxidação de um combustível no ânodo e a redução de um oxidante no cátodo.

Tendo o hidrogênio como combustível e o oxigênio como oxidante, na célula de combustível a formação de água e a produção de água, além da liberação de elétrons livres, que podem gerar trabalho elétrico. Os prótons gerados na reação anódica são conduzidos pelo eletrólito até o cátodo, onde se ligam aos ânions oxigênio (O^{2-}), formando água.

Diferentemente dos motores de combustão, que têm sua eficiência teórica (máxima) determinada pelo ciclo de Carnot, a eficiência teórica das células de combustível é dada pelo quociente entre a energia livre da reação (ΔG) pela entalpia da reação (ΔH), segundo a equação:

$\eta_{\text{eletroquímico}} = \Delta G / \Delta H$

A eficiência dada pela equação acima tem uma fraca dependência da temperatura quando comparada à dada pelo ciclo de Carnot, assim as células de combustível, mesmo e especialmente em baixas temperaturas; na prática, obtêm-se eficiências de 55% a 60%. Esse indicador, não isoladamente, não é a principal vantagem de sistemas de geração de energia com célula de combustível, mas sim o seu fator ecológico, além de serem silenciosos, compactos e de fácil manutenção.

Existem vários tipos de células de combustível, classificadas segundo o tipo de eletrólito que utilizam e, conseqüentemente, a sua temperatura de operação.

Tipos, características e aplicações das células de combustível

Tipo: PEMFC (proton exchange membran fuel cell – célula de combustível com membrana para troca de próton); eletrólito: polímero (próton) , faixa de temperatura: 20oC-120oC; vantagens: alta densidade de potência, operação flexível, mobilidade ; desvantagens: custo da membrana e catalisador, contaminação do catalisador com monóxido de carbono; aplicações: veículos automotores, espaçonaves, unidades estacionárias.

Tipo: PAFC (phosphoric acid fuel cell – célula de combustível de ácido fosfórico); eletrólito: próton; faixa de temperatura: 160oC – 220oC; maior desenvolvimento tecnológico – tolerância a CO; desvantagens: controle de porosidade do eletrodo, eficiência limitada pela corrosão; aplicações: unidades estacionárias, geração de calor.

Tipo: MCFC (Molten carbonate fuel cell – célula de combustível de carbonato); eletrólito: carbonatos fundidos; faixa de temperatura: 550oC - 660oC; vantagens: tolerância a monóxido e dióxido de carbono, eletrodos de níquel; desvantagens: corrosão do cátodo, interface trifásica de difícil controle; aplicações: unidades estacionárias, cogeração de eletricidade e calor.

Tipo: SOFC (solid oxid fuel cell – célula de combustível de óxido sólido); eletrólito: zircônia (anión oxigênio); faixa de temperatura: 850oC - 1000oC; vantagens: alta eficiência (cinética favorável); desvantagens: problemas de materiais , expansão térmica; aplicações: unidades estacionárias, cogeração de eletricidade e calor.

As células de combustível em si não produzem resíduos tóxicos ou nocivos ao ambiente, já não se pode dizer o mesmo da produção de hidrogênio. A molécula de hidrogênio não é encontrada na natureza, a maneira de obtê-la é a partir de outras moléculas. Uma fonte da molécula de hidrogênio são os hidrocarbonetos, o petróleo, por exemplo é formado por hidrocarbonetos, mas conseguir hidrogênio a partir deles tem como subproduto carbono que reage como oxigênio atmosférico resultando em dióxido de carbono.

Outra opção é utilizar a água como fonte de hidrogênio, basta quebrá-la, entretanto esse processo despende muita energia, o que torna tal método de produção da molécula de hidrogênio muito caro. Existe aqui, inclusive, um outro grave problema, se a energia elétrica a ser utilizada para a eletrólise da água (nesse processo de produção de hidrogênio) for fornecida por uma termelétrica, esta produz também carbono, que vai para a atmosfera, ou seja para conseguir hidrogênio, nesse caso, polui-se.

Apenas quem dispor de usinas hidrelétricas e usinas atômicas

(que em condições normais não são poluentes.) não terá o ônus da produção de carbono, mas gastarão mais dinheiro para alcançar esse objetivo.

Projeto brasileiro

O primeiro projeto brasileiro de implantação da tecnologia de células de combustível em um sistema de transporte coletivo, pretende ser não poluente e econômico.

Criado pelo Ministério de Minas e Energia é financiado na maior parte pela ONU, o programa entra em sua segunda fase em 2001.

A primeira fase, que durou dois anos e acabou em abril de 2000, consistiu em estudos de viabilidade. A Segunda etapa, com custo de 25 milhões de dólares, envolve a compra de oito ônibus e de eletrolisadores, equipamentos para produzir hidrogênio a partir da água, com eletricidade. Trolebus tem um custo de R\$ 2,37 por quilômetro, o ônibus a diesel tem um custo de R\$ 1,66, o ônibus movido a células de combustível tem um custo de R\$ 2,21, apesar de

maior do que o custo do trolebus , mas o ônibus movido a células de combustível não fazem barulho, não esquentam e não trepidam.

Os outros oito ônibus, que colocarão São Paulo entre as poucas cidades que utilizam veículos movidos a células de combustível para transporte coletivo (as outras são Vancouver, no Canadá e Chicago, nos EUA), devem circular inicialmente até 2005, data em que será encerrada a Segunda fase. Ela servirá para testar a eficiência do sistema, com vistas à implantação de um sistema maior (200 ônibus). Finalmente, em 2010, o sistema deve chegar ao estágio de produção em série, propiciando a substituição da atual frota de ônibus.

México, China, Egito e Índia estão entre os países em desenvolvimento que estão desenvolvendo projetos semelhantes ao brasileiro., afinal o petróleo não irá durar para sempre. A Islândia (segundo a revista "New Scientist") pretende substituir todos os seus veículos automotores por equipamentos movidos a hidrogênio até 2020.

Mesmo a indústria de petróleo está se preparando para a conversão. A Shell, já possui uma divisão de pesquisas com hidrogênio. A montadora DaimlerChrysler além de fabricar ônibus movidos a células de combustível, também está investindo na criação de carros movidos à hidrogênio.

A BMW pretende carros movidos com a própria combustão do hidrogênio, em motores de explosão, de forma similar à que ocorre com a gasolina no interior dos automóveis.

Em 1874, o escritor Júlio Verne, em seu livro: "A Ilha Misteriosa", afirmou que quando os combustíveis fósseis fossem totalmente consumidos , o hidrogênio seria uma fonte inesgotável de luz e calor" . Não é incrível ?

Obstáculos ao uso das células de combustível

É difícil obter hidrogênio, sua fabricação pode envolver a queima de combustíveis fósseis, tornando – a poluente.

Hidrogênio é inflamável e exige sistemas grandes de contenção de combustível.

Seu armazenamento é complicado, pois ocupa muito espaço e rende pouco.

Extraído dos artigos:

- "O poder do hidrogênio" publicado na Folha de São Paulo de 10/12/2000 no caderno "Mais" de autoria de Salvador Nogueira.

- "O hidrogênio como opção energética" de Gerhardt Ett publicado no Informativo CRQ-IV de set-out de 2000.

- "What is a fuel cell?", extraída de <http://www.ttcorp.com/fccg/fc-what1.htm> (fact sheet, a publication of the fuel cell commercialization group, Washington, D.C.)

Fonte: USP (<http://educar.sc.usp.br>)