

5

Conclusões

A célula de combustível de 5 kW com um reformador foi instalada e testada na PUC-Rio com o objetivo de determinar experimentalmente seu desempenho e seu potencial de cogeração para melhorar o uso da energia química do combustível. A unidade utiliza um processador de combustível para converter energia do gás natural em hidrogênio. Isto também garante que o fornecimento de combustível para a célula tenha uma baixa concentração de CO. O processador de combustível contém três zonas de reação catalítica de separação, (1) oxidação parcial catalítica (CPO), onde os hidrocarbonos são convertidos em hidrogênios e CO, (2) conversão à alta temperatura (HST) primordial para a redução de CO e (3) conversão à baixa temperatura (LTS), para uma maior redução de CO. Na unidade de oxidação preferencial (PROX), existe uma maior redução de CO. Finalmente, a unidade PEM é o coração da célula, onde a energia elétrica é gerada. A célula é totalmente instrumentada, fornecendo informações para o cálculo da eficiência global (eficiência elétrica), eficiência de reforma, eficiência da pilha, eficiência de conversão (DC/AC) e o potencial de cogeração para uma configuração de 2,5 kW. As equações necessárias para o cálculo dos parâmetros analisados foram detalhadas anteriormente, teoricamente, dos pontos de vista termodinâmicos e eletroquímicos, e experimentalmente, do balanço de massa e energia, comparando os resultados. A eficiência teórica máxima de 82,3% é encontrada junto com o potencial de reversibilidade padrão de 1,219 V para a célula à 25°C e 1 atm. A hipótese de gás ideal é feita para calcular a tensão reversível máxima teórica de 1,219 V, quando for usado ar como fornecedor de oxigênio e comparado com o medido. As informações num regime permanente foram tiradas ao longo do estudo, resultando em eficiências médias de reforma, pilha, conversão e global, respectivamente de 50,9%, 32,4%, 76,4% e 22%. O potencial de cogeração foi estimado pelo cálculo do calor rejeitado pela pilha e o calor rejeitado pelo reformador, dando um potencial de 71,3%.

A análise dos resultados permite tirarmos mais conclusões a respeito do desempenho da célula de combustível com reformador da Plug Power:

- A irreversibilidade associada ao processo de reforma do gás natural corresponde a quase metade da energia elétrica de saída da pilha – 48,9% - afetando decisivamente o desempenho de todo o sistema.
- O balanço de massa das reações é um instrumento poderoso para a análise termodinâmica do sistema e associado a algumas medições de

composições, tais como dos gases de exaustão da chaminé da pilha e do gás natural de entrada, permitirá verificar a exatidão dos resultados disponibilizados pelo sistema de controle da pilha – SARC.

- Células de combustível tipo PEM, no estado da arte atual, ainda apresentam limitações importantes para que se tornem uma solução competitiva para aplicações de geração distribuída.
- Células que funcionam a altas temperaturas, como as de óxido sólido e carbonato fundido, superam diversas dessas limitações, tais como:
 - reforma do gás natural realizada de forma conjunta à alimentação do anodo, sem que seja necessário eliminar CO;
 - a utilização de materiais catalíticos nobres e caros nos anodos não é necessária.
- Isso pode compensar a maior irreversibilidade da reação eletroquímica da célula, devido às altas temperaturas em que operam, que, por outro lado, também permitem um melhor aproveitamento dos gases exaustos em sistema de co-geração.
- Uma análise termodinâmica mais aprofundada desses caminhos tecnológicos alternativos para células seria oportuna e indispensável no sentido de orientar quais soluções para o desenvolvimento de células a combustível são as mais promissoras.

Ao longo dos testes, a célula mostrou uma variabilidade significativa dos resultados. Essa variabilidade resultou de oscilações de tempo curto em função do algoritmo de controle interno da célula, degradação com o uso, mudança da pilha, mau funcionamento e reparos subseqüentes.

Com isso, pode-se concluir que a célula ainda não é confiável, pois possui uma baixa eficiência e uma curta durabilidade. Poderia-se reduzir seu tamanho alimentando-a diretamente com hidrogênio, retirando-se seu reformador. Uma outra conclusão importante é que a célula perde 2 kW na conversão do gás natural em hidrogênio, prejudicando-a economicamente. Outro fato que seria benéfico para a célula seria a utilização de baterias como backup (centro de manutenção da célula).

Embora a célula seja de 5 kW, não foi possível alcançar essa potência. A vida útil ainda não é muito grande, caracterizando o equipamento em estágio de desenvolvimento. Foi feita uma comparação com outros estudos, verificando-se uma boa confiabilidade dos resultados.

Com base nas incertezas é aconselhável fazer um estudo baseado no cálculo da vazão de hidrogênio e na média dos valores diários dos PCI's. Com relação à cogeração, seria ideal fazer uma variação constante da vazão.