

OTIMIZAÇÃO TERMODINÂMICA DE CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL DE ELETRÓLITO POLIMÉRICO

^aRodrigo Martins Farias, ^aJeferson Avila Souza, ^bJose Viriato Coelho Vargas,

^aFundação Universidade Federal do Rio Grande(FURG). Av. Italia, km 08 S/N- Rio Grande, RS

^bUniversidade Federal do Paraná, Dep. de Eng. Mecânica. Centro Politécnico, 81531-990 - Curitiba, PR

RESUMO

Células de combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem a energia química de uma reação diretamente em energia elétrica. Esta é uma tecnologia atualmente bem desenvolvida, que vem sendo aplicada tanto para geração de energia (pequenas estações) como em aplicações portáteis. As células de combustível de eletrólito polimérico (PEMFC) são atualmente muito atrativas economicamente. Isto ocorre principalmente devido a sua alta eficiência e grande potencial para aplicações portáteis e veiculares. É necessário, no entanto, o desenvolvimento de metodologias de projeto que maximizem a performance da célula de acordo com as especificações desejadas de eficiência, energia e condições operacionais.

A alternativa de “análise termodinâmica” escolhida neste projeto, divide a célula de combustível unitária em vários volumes de controle que correspondem às partes mais representativas do sistema de fluxos para célula de combustível PEM. O resultado é um modelo com fluxo interno unidirecional dependente do tempo e que contém características adicionais tridimensionais, tais como a área úmida do eletrodo, a transferência de calor entre a célula, combustível, oxidante e a vizinhança, e as perdas de carga nos canais de gases. O modelo é representado por um sistema de equações diferenciais ordinárias e algébricas, cuja solução fornecerá os históricos de temperatura e pressão para cada volume de controle, e as curvas de polarização e potência líquida para todo o sistema.

1. MODELAGEM MATEMÁTICA DE UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL UNITÁRIA

Baseado no modelo proposto por Vargas (2004), a célula de combustível foi dividida em sete volumes de controle que interagem energeticamente entre si e com ambiente. As duas placas bipolares (interconectores) têm a função de permitir que os elétrons produzidos pela reação de oxidação eletroquímica no anodo fluam para o circuito externo ou para uma célula adjacente.

Como mostra a Figura 1, os volumes de controle (VC) são: o canal de entrada de combustível (VC1), a camada de difusão anódica (VC2), a camada de reação anódica (VC3), a membrana de eletrólito polimérico (VC4), a camada de reação catódica (VC5), a camada de difusão catódica (VC6) e o canal de entrada de oxidante (VC7).

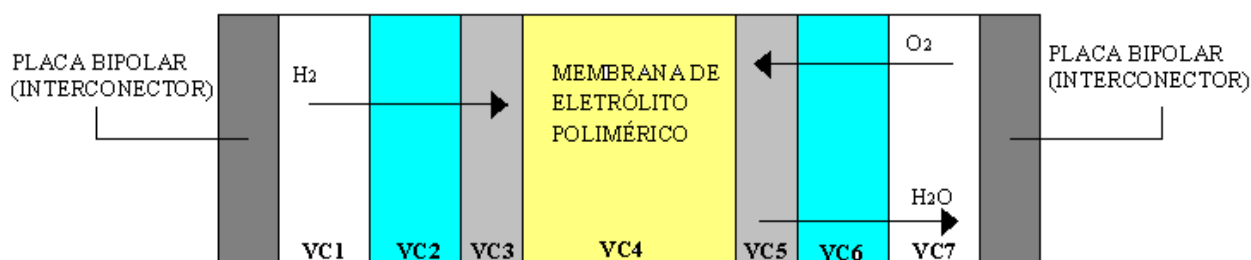


Figura 1: Modelo de uma célula de combustível unitária de eletrólito polimérico.

O modelo consiste em escrever as equações de conservação de massa e de energia para cada volume de controle, considerando-se reações eletroquímicas quando presentes. A potência líquida da célula de combustível é calculada com base nas reações. Os campos de temperatura e pressão também são determinados a partir destas equações. Todos são funções da corrente total da célula, a qual é proporcional a carga externa (ou a voltagem da célula).

2. CRIAÇÃO DE UM APLICATIVO CAPAZ DE MODELAR NUMERICAMENTE AS CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

2.1 Modelo em Regime Permanente

Foi criado um programa em FORTRAN para a solução numérica do modelo apresentado por Vargas (2004) para uma célula combustível do tipo PEM. Utilizou-se o método de Newton-Raphson na solução de um sistema de 9 equações algébricas não-lineares, que descrevem simplificada o fenômeno da geração de energia dentro da célula. Como resultado, obteve-se as mesmas pressões de entrada e de saída, assim como as mesmas temperaturas de operação de cada volume de controle da célula de combustível encontradas por Vargas (2004).

2.2 Modelo em Regime Transiente

Neste estágio do projeto, todos os conhecimentos adquiridos serviram de base para a modificação de um programa, criado por Vargas (2005), onde o modelo é considerado transiente. A modificação feita foi a criação de uma interface interativa onde o usuário pode fazer alterações dos parâmetros de entrada e visualizar os resultados após a conclusão da simulação, conforme mostra a Figura 2.

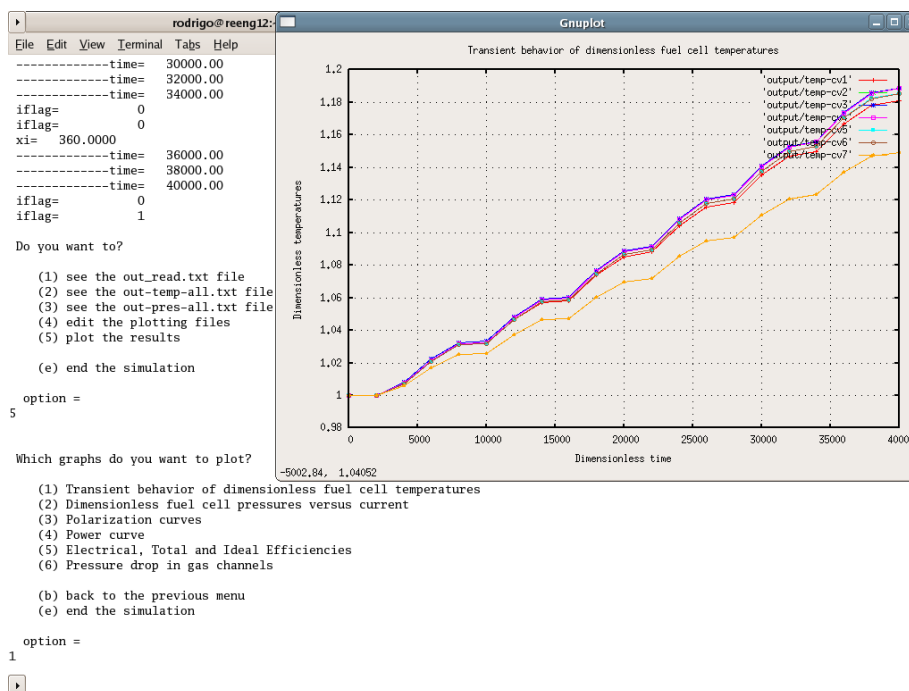


Figura 2: Interface do programa e gráfico gerado após a conclusão da simulação.

3. REFERÊNCIAS

- Vargas, J.V.C., Ordóñez, J. C., Bejan, A., 2004, "Constructal flow structure for a PEM fuel cell", International Journal of Heat and Mass Transfer.
- Vargas, J.V.C., Ordóñez, J. C., Bejan, A., 2005, "Constructal PEM fuel cell stack design", International Journal of Heat and Mass Transfer.