

Resumo

O objectivo central deste trabalho consistiu no dimensionamento de uma célula de combustível de óxido sólido de 10 W de potência eléctrica. Para o atingir foi primeiro necessário estudar e compreender o método de funcionamento das células de combustível.

As células de combustível dividem as reacções electroquímicas em duas metades, obrigando os electrões em trânsito a passar por um circuito externo. Existem vários tipos de células de combustível, mas as de óxido sólido e as de membrana de permuta iónica apresentam as melhores perspectivas de desenvolvimento, devido às suas elevadas eficiências e potências específicas. Diversos tipos de células de combustível são já usados em sistemas de cogeração, nos transportes, nas telecomunicações e nas missões espaciais.

Para o dimensionamento da célula recorreu-se a um modelo matemático baseado no conceito de balanço de fluxos. Este modelo implica a determinação dos fluxos de elementos químicos que entram, saem e atravessam a célula. A voltagem da célula foi determinada considerando o efeito das perdas de activação, das perdas óhmicas, e das perdas de concentração. O modelo foi corrido através do programa EES, tendo-se obtido em diversas tabelas e gráficos as características de funcionamento da célula, para diversas condições de operação.

Os resultados obtidos demonstram que o aumento da concentração de oxigénio melhora a performance da reacção, provocando a diminuição das perdas no cátodo, e possibilita reacções mais rápidas, ou seja, permite o funcionamento pleno a temperaturas mais elevadas, já que o aumento da concentração provoca o aumento do fluxo de carga limite. As perdas óhmicas diminuem com o aumento da temperatura, não sendo afectadas pela concentração de oxigénio. O aumento da temperatura provoca uma melhoria da cinética superior à registada no transporte mássico, pelo que este último começará a ter um maior peso na reacção, já que uma reacção mais rápida exigirá um fluxo de reagentes superior, podendo este superar o fluxo máximo permitido pelo transporte mássico, o que levará a que a célula deixe de funcionar.

Numa situação de referência, usando ar atmosférico, será necessário usar uma pilha constituída por duas células de óxido de sólido com $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ de área, funcionando a 700°C , de modo a obter a potência requerida de 10 W. O rendimento desta pilha será de 51,3%, valor este que está na gama de valores característicos do rendimento das células de óxido de sólido.

Abstract

The main objective of this work was the dimensioning of a solid oxide fuel cell with 10 W of electrical power. To achieve this it was first necessary to study and understand the method of operation of fuel cells.

Fuel cells divide the electrochemical reactions in two halves, forcing the electrons in transit to go through an external circuit. There are several types of fuel cells, but the solid oxide fuel cell and the proton exchange fuel cell have the best prospects for development due to their high efficiency and specific powers. Several types of fuel cells are already used in cogeneration systems, transportation systems, telecommunications and in space missions.

To design the solid oxide fuel cell a mathematical model based on the concept of mass flux balance was used. This implies the determination of the flow of chemical elements that enter, leave and cross the cell. The voltage of the cell was determined considering the effect of the activation losses, of the ohmic losses, and of the concentration losses. It was possible to apply the model to the ESS program and from this application various tables and charts with operational characteristics of the cell were obtained.

The results show that increasing the concentration of oxygen improves the reaction performance, reducing the cathode losses and leading to faster reactions, that is, it allows full functioning at higher temperatures, since the increase of the concentration raises the charge flow limit. A greater operating temperature increases the charge flow limit and still improves the performance of the reaction, reducing the losses on the cathode. Ohmic losses decrease with increasing temperature, and are not affected by the concentration of oxygen. The increase in temperature causes an improvement in

kinetics higher than that recorded for the mass transportation, so that the latter begins to have a greater influence on the reaction. As a higher reaction rate requires a faster flow of reagents, this could overcome the maximum mass flow rate allowed by the mass transport mechanisms, leading to a nonfunctional state of the cell. In a situation of reference, using air, it will be necessary to use a stack with two cells with $2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ of area, running at 700° C , in order to obtain the required power of 10 W.

The efficiency of these cells will be 51.3%, a value which is in the range of characteristic values for the solid oxide fuel cells.