

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelagem Matemática das Curvas V-I de um Painel Fotovoltaico Aplicando a Identificação de Sistemas

Leandro B. K. Fisch¹

Cícero J. M. Moreira²

Cassio L. Baratieri³

Adilson L. Stankiewicz⁴

Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, URI, Erechim, RS

1 Introdução

O conhecimento sobre a existência da energia fotovoltaica iniciou-se em meados do século XVIII, quando físico francês Edmond Becquerel, por meio de testes em platina ou prata, mergulhadas em um eletrólito, produziram pequenas diferenças de potencial quando expostas a luz, assim denominando-se de efeito fotovoltaico. Entretanto, apenas em 1954, devido aos avanços tecnológicos dos semicondutores, foi possível utilizar o efeito fotovoltaico para geração de energia. Nesta data, foi desenvolvida por Chapin, Fuller e Pearson a primeira célula fotovoltaica, como uma eficiência de 6% [3].

Atualmente, as células fotovoltaicas possuem tamanho de 100 cm² a 200 cm², sendo capazes de gerar aproximadamente 0,6V de tensão para uma potência que varia entre 1W a 3W por célula [2]. Sabe-se que os painéis fotovoltaicos são um conjunto de células interligadas, que possuem um comportamento não linear devido a alguns fatores como, a limitação do material semicondutor que constitui a célula fotovoltaica e o efeito da temperatura sob o painel fotovoltaico, fazendo com que reduza a potência fornecida pelo painel. A fim de dimensionar a matriz fotovoltaica mais eficiente para uma planta (industrial, comercial ou residencial), é importante investigar o comportamento não linear do painel fotovoltaico. Além disso, tal conhecimento auxilia no projeto de controladores, conversores de potência e na escolha da melhor técnica de rastreamento de máxima potência (MPPT).

Por isso, a modelagem matemática se apresenta como uma ferramenta simples e de fácil implementação para análise do desempenho dos painéis fotovoltaicos. Na literatura é amplamente utilizado o modelo de diodo único para descrever o comportamento de uma célula fotovoltaica, onde tal método é representado pelo circuito elétrico equivalente. Apesar deste modelo apresentar boa acuracidade, faz-se necessário o conhecimento do

¹leandrofisch1@gmail.com

²cicero.matematica@gmail.com

³cassiobaratieri@uricer.edu.br

⁴adilsonluis@uricer.edu.br

processo físico e químico da célula fotovoltaica, assim tornando o modelo mais trabalhoso e complexo. Com o intuito de se obter um modelo acurado e simples, este trabalho propõem-se a modelagem matemática das curvas V-I (Tensão x Corrente) de um painel fotovoltaico real através da identificação de sistemas.

2 Metodologia

Com o intuito de representar adequadamente a dinâmica do módulo fotovoltaico, propõem-se o uso da Identificação de Sistemas, uma técnica alternativa de modelagem que visa um modelo matemático que explique parcialmente ou por inteiro e de forma aproximada, a relação entre causa e efeito presente nos dados. Com isso, adotou-se para o desenvolvimento deste trabalho as cinco etapas propostas por [1]. Inicialmente, realizou-se a coleta de dados, os quais foram obtidos por meio da folha de dados do painel fotovoltaico KD140-SX. Para a representação matemática optou-se pelos modelos autorregressivos. A estrutura do modelo selecionada foi o modelo ARX (*Autorregressive with Exogenous Inputs*), um modelo linear com estrutura simples e fácil estimação de parâmetros. Para estimação de parâmetros aplicou-se o métodos dos mínimos quadrados, devido a sua implementação simples e eficiente. Por fim o modelo foi validado analisando o erro relativo percentual entre os dados das curvas de 200, 400, 600, 800 e 1000 W/m² da folha de dados e do modelo obtido.

3 Conclusões

Considerando o comportamento não-linear do painel fotovoltaico, a Identificação de Sistemas apresentou resultados satisfatórios, onde um modelo ARX(2,1,0) obteve erros relativos percentuais de 1,74%, 0,87%, 0,53%, 0,47% e 0,46% para as curvas de 200 a 1000 W/m². Sendo assim, a Identificação de Sistemas mostra-se como uma técnica adequada para determinar o comportamento dinâmico do painel fotovoltaico, sem a necessidade do conhecimento prévio do sistema em questão. Desta forma, tornando-se uma ferramenta de baixa complexidade e de fácil implementação.

Referências

- [1] L. A. Aguirre . Introdução a identificação de sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais. UFMG, Belo Horizonte, (2004).
- [2] R. F. Coelho Estudo dos conversores buck e boost aplicados ao rastreamento de máxima potência de sistemas solares fotovoltaicos, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UFSC, 2008.
- [3] A. M. Vallêra e M. C. Brito, Meio século de história fotovoltaica, <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>, março 2017.