

TÉCNICA DO RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO APLICADO A UM CONVERSOR BOOST

GUSTAVO COLPES RIBERIO¹; CLÁUDIO MANOEL DA CUNHA DUARTE³

¹Universidade Federal de Pelotas– colpesgustavo@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – claudio.mc.duarte@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A possível escassez de energias provenientes de combustíveis fósseis, como o petróleo, faz com que seja plausível a busca por melhorias em sistemas de conversão de energia solar para a energia elétrica. Neste contexto, os *algoritmos* de rastreamento do ponto de máxima potência – MPPT, do inglês *Maximum Power Point Tracking* - dos painéis fotovoltaicos ganham destaque e importância, já que através destes é possível obter um sistema com menor custo inicial e mais eficiente do ponto de vista do aproveitamento da energia gerada pelos módulos. (RABELO RIBEIRO, 2015).

O incentivo em pesquisas de fontes de energia limpa está sendo impulsionado pela dependência da energia elétrica nas atividades feitas pelo ser humano, pela iminente escassez dos combustíveis fósseis como carvão, gás natural e petróleo, bem como pela poluição que o processo de conversão causa ao meio ambiente. O atual modelo de geração de energia elétrica possui problemas atrelados aos altos custos de manutenção, emissão de poluentes, ruídos e susceptibilidade a falhas e, portanto, caracteriza-se como um sistema de baixa eficiência (ZANOTTI, 2014).

Com o objetivo de explorar uma importante fonte alternativa e renovável de energia, conhecendo suas origens, modo de utilização, tecnologias, aplicações e modo de integração com fontes tradicionais, este trabalho aborda uma implementação de um *algoritmo* MPPT aplicado a um painel solar fotovoltaico, funcionando em conjunto com um conversor CC-CC *Boost* isolado da rede elétrica de alimentação.

A partir dos conhecimentos adquiridos ao longo deste trabalho, objetiva-se analisar os resultados obtidos nas simulações, avaliar a funcionalidade do conversor no sistema, bem como caracterizar a eficiência do *algoritmo* MPPT, o qual pode ser adaptado como um protótipo para o carregamento de baterias em um sistema *stand alone*.

2. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos básicos da conversão direta de Energia Solar Fotovoltaica para Energia Elétrica, afim de estudar o fenômeno físico envolvido, bem como esclarecer as características construtivas das células fotovoltaicas (SANTOS, 2013). A baixa porcentagem de eficiência da conversão de energia também foi analisada, haja visto que esta é um dos principais motivos para o estudo da otimização eletrônica a partir dos *algoritmos* de rastreamento do ponto de máxima potência do sistema fotovoltaico (ZANOTTI, 2014).

Uma célula fotovoltaica é formada por uma junção P-N em um material semicondutor, para a qual a Figura 1 apresenta uma abstração na forma de circuito elétrico.

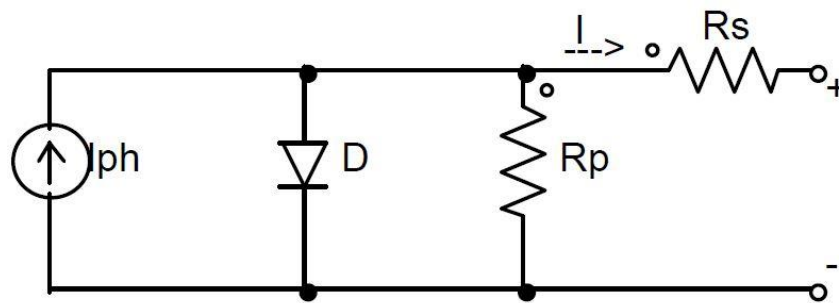


Figura 1- Circuito Elétrico Equivalente de uma Célula Fotovoltaica (RABELO RIBEIRO, 2015).

A corrente I é da forma exponencial e as características de corrente, potência e tensão, das células fotovoltaicas, são mostradas Figura 2, onde PMP é o ponto de máxima potência, V_{MP} e I_{MP} são, respectivamente, tensão e corrente no ponto de máxima potência e V_{oc} e I_{sc} são a tensão de circuito aberto e a corrente de curto circuito para condições padrão de ensaio.

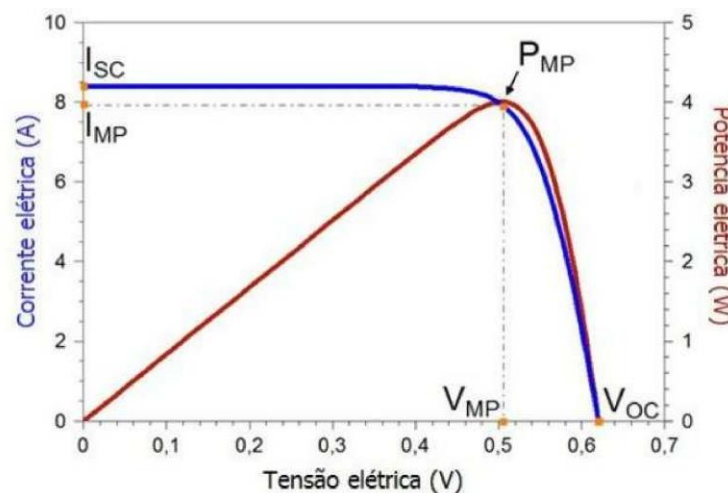


Figura 2 - Ponto de Máxima Potência (TAVARES PINHO; GALDINO, 2014).

Painéis solares possuem desvantagens atreladas à baixa eficiência na conversão de energia, alto custo de fabricação e dependência quanto aos fatores climáticos como a radiação solar e a temperatura ambiente. Para variações de carga, o comportamento das curvas de corrente e potência é não-linear. Algoritmos convencionais de MPPT são projetados para condições uniformes no ambiente, para os quais a curva P-V possui apenas um ponto de máxima potência. (ISLAM, et al., 2018).

A modificação do ponto de operação do sistema para atingir o MPP é dada pela variação do ciclo de trabalho dos conversores CC-CC utilizados no sistema a partir dos cálculos do *algoritmo* MPPT, o qual monitora tensão e corrente do módulo e calcula a derivada da potência de saída e então toma a decisão de incrementar ou decrementar a razão cíclica do conversor (RABELO RIBEIRO, 2015).

A Figura 3 introduz o diagrama esquemático do sistema proposto para as simulações, onde é possível observar a presença do painel fotovoltaico, conversor *Boost* e de um sistema que é responsável pela execução do *algoritmo* do rastreador do ponto de máxima potência. As simulações foram feitas utilizando o *algoritmo Hill-Climbing*, o qual é o mais simples, porém o mais difundido no meio acadêmico e na construção dos protótipos para a indústria.

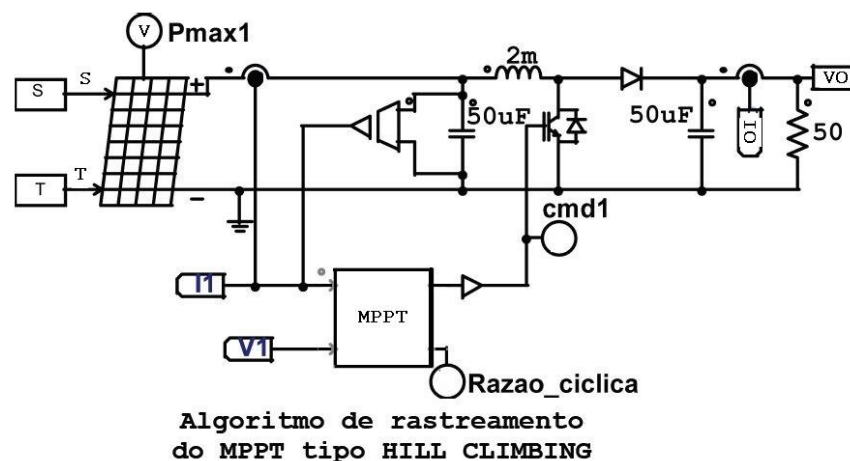


Figura 3 - Sistema Proposto de Aproveitamento de Energia Solar Fotovoltaica (RIBEIRO, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da utilização do *software* CAD para simulação de circuitos elétricos PSIM, a Figura 4 introduz a eficiência e capacidade do *algoritmo*, já que a curva em vermelho, que designa a potência de saída do painel fotovoltaico, obtida através da medição na simulação, se aproxima muito da potência ideal dada pela curva em azul.

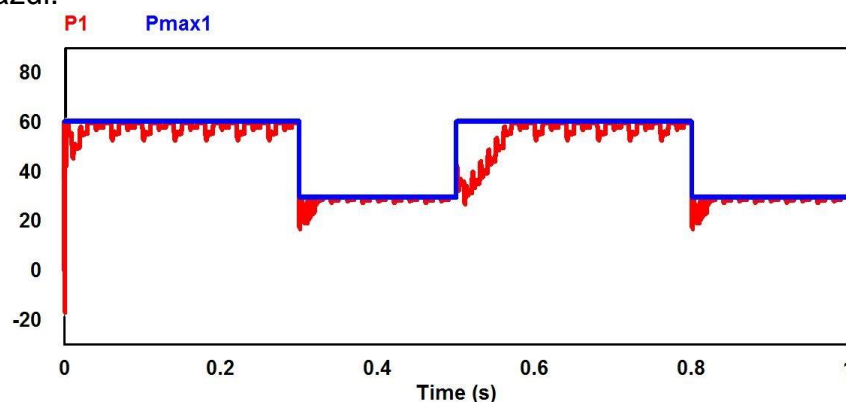


Figura 4 - Potência de Entrada do Módulo x Potência Rastreada pelo *Algoritmo Hill-Climbing* - Realizada no PSIM. (RIBEIRO, 2018)

A variação da razão cíclica imposta ao conversor CC-CC também foi obtida, como mostra a Figura 5.

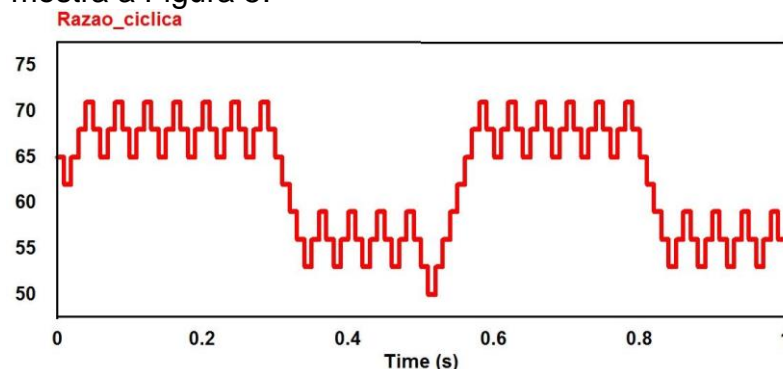


Figura 5 - Variação da Razão Cíclica imposta pelo *Algoritmo Hill-Climbing* - Realizada no PSIM (RIBEIRO, 2018).

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho é resumido pelo seguinte fluxo: Após uma revisão bibliográfica acerca da conversão da Energia Solar para Energia Elétrica e dos conceitos básicos de Eletrônica de Potência envolvida, um conversor *Boost* foi projetado para que a tensão proveniente do painel solar fosse elevada. Em um segundo momento, um *algoritmo* de rastreamento do ponto de máxima potência foi escrito em um ambiente de simulação matemática e então importado para um simulador de circuitos, juntamente com os modelos do conversor CC-CC e do painel fotovoltaico.

Realizando as análises e medições necessárias, foi observada a importante característica obtida, visto que o sistema rastreia o ponto de máxima potência do painel fotovoltaico, já que há variações tanto de temperatura quanto de irradiância ao longo do dia, o que aumenta significativamente a eficiência global do sistema. Deste modo, viabiliza-se um sistema de Energia Fotovoltaica Isolado, contemplando suas particularidades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ISLAM, H., MEKHILEF, S., MOHAMED SHAH, N.B., SOON, T.K., SEYEDMAHMOUSIAN, M., HORAN, B., STOJCEVSKI, A. Performance Evaluation of Maximum Power Point Tracking Approaches and Photovoltaic Systems. **Journal of Energy Research, Engineering and Policy**, Basel, v.11, n.11, p.365 - 389, 2018.

RABELO RIBEIRO, M. **Conexão de um Sistema Solar Fotovoltaico na Rede de Distribuição de Energia Elétrica**. 2015. 61f. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Programa de Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RIBEIRO, G.C. **Sistema Isolado de Aproveitamento de Energia Solar Fotovoltaica**. 2018. 68f. Dissertação (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Programa de Graduação em Engenharia Eletrônica, Universidade Federal de Pelotas.

SANTOS, M. A. **Fontes de Energia Nova e Renovável**. Rio de Janeiro: GEN Grupo Editorial, 2013.

TAVARES PINHO, J.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho de Energia Solar - GTES, 2014.

ZANOTTI, J. **Rastreador de Máxima Potência para Sistemas Fotovoltaicos utilizando o Método da Impedância Característica de Conversores Estáticos**. 2014. 248f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina.