

Estudo comparativo de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica utilizando um conversor CC-CC *boost* clássico e um conversor CC-CC *boost* quadrático

RESUMO

Cecília Rosot

ceciliarosot@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil.

Sérgio Augusto Oliveira da Silva

augus@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil.

OBJETIVO: Identificar, por meio de implementações computacionais, as principais diferenças que caracterizam e justificam a utilização dos conversores CC-CC *Boost* Clássico e *Boost* Quadrático em um sistema fotovoltaico (PV). **MÉTODOS:** A simulação do sistema, constituído por dois painéis fotovoltaicos conectados em série, um conversor CC-CC, um conversor CC-CA, um filtro indutivo e sistemas de controle para conexão com a rede, foi realizada em ambiente *Matlab/Simulink*[®], alterando a topologia do conversor CC-CC utilizada para que fossem comparados resultados referentes à aplicabilidade, custos e eficiência das duas estruturas. Para o projeto dos conversores foram escolhidos componentes comerciais que fossem adequados às especificações dos circuitos, de modo a favorecer a avaliação das perdas de energia e custos dos sistemas. **RESULTADOS:** Para que fosse atingido o nível de tensão adequado, foi observada a necessidade de uma maior amplitude de razão cíclica do conversor *Boost* Clássico em relação ao *Boost* Quadrático. Quanto à eficiência, foi verificada uma vantagem de aproximadamente 4% do conversor *Boost* Clássico em relação ao *Boost* Quadrático. Outro resultado favorável ao *Boost* Clássico deu-se em relação aos custos: utilizando este conversor CC-CC, a economia seria de 0,11 pu. **CONCLUSÕES:** Os resultados apontam vantagens do conversor CC-CC *Boost* Clássico em relação à sua eficiência e custos. Entretanto, o maior número de elementos no conversor *Boost* Quadrático proporciona um ganho maior de tensão, tornando-o adequado em aplicações que envolvam demasiado sombreamento ou número pequeno de painéis conectados em série.

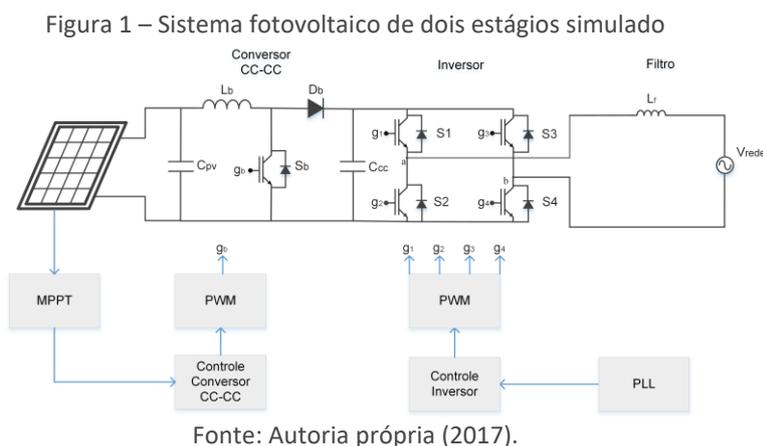
PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Fotovoltaicos. Conversor CC-CC. *Boost* Clássico. *Boost* Quadrático.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias fotovoltaicas de modo a aumentar a eficiência e reduzir custos, o interesse na pesquisa de conversores foi acelerado. Isto porque a aplicação de conversores neste tipo de sistema exige especificações rigorosas, como garantia de longo período, requisitos de controle específicos e alto índice de eficiência (KOURO, 2015). Assim, devido à diversidade de topologias disponíveis atualmente, a escolha do conversor a ser utilizado em uma instalação fotovoltaica deve ser um compromisso entre os requisitos de entrada e saída, eficiência do sistema e viabilidade econômica.

MÉTODOS

Para a simulação dos sistemas em ambiente *Matlab/Simulink*[®], foram utilizados dois painéis fotovoltaicos de 245 W com as especificações técnicas do modelo comercial SW245 da *SolarWorld*. O sistema completo, em sua forma simplificada e utilizando o conversor CC-CC *Boost* Clássico, pode ser observado na Figura 1.



RESULTADOS

A diferença entre a potência esperada e a potência verificada na saída do circuito para ambos os conversores para $G = 1000 \text{ W/m}^2$ e $T = 25^\circ\text{C}$ pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Perdas nos elementos dos conversores CC-CC

Elemento	Potência de entrada	Potência de saída	Eficiência
Conversor CC-CC <i>Boost</i> Clássico	489,6 W	464,7 W	94,9%
Conversor CC-CC <i>Boost</i> Quadrático	489,6 W	446 W	91,1%

Fonte: Autoria própria (2017).

De forma a identificar os elementos que produzem perdas mais significativas de energia e geram mais custos à instalação, foi organizada a Tabela 2.

Tabela 2 – Perdas nos elementos dos conversores CC-CC

Elemento	Conversor CC-CC Boost Clássico		Conversor CC-CC Boost Quadrático	
	Perdas	Custo	Perdas	Custo
Indutor L1	10,6 W	0,633 pu	11,14 W	0,297 pu
Indutor L2	-	-	9,283 W	0,343 pu
Diodo D1	1,799 W	0,038 pu	3,336 W	0,039 pu
Diodo D2	-	-	3,336 W	0,039 pu
Diodo D3	-	0,039 pu	1,574 W	0,033 pu
MOSFET S	7,597 W	-	11,54 W	0,177 pu
Capacitor C1	-	0,038 pu	-	0,038 pu
Capacitor C2	-	-	-	0,032 pu
Total	19,996 W	0,887 pu	40,209 W	1 pu

Fonte: Autoria própria.

DISCUSSÃO

Vários autores têm proposto e analisado conversores CC-CC que possibilitam maiores ganhos de tensão quando comparados ao conversor *Boost* Clássico. Kumar et al. (2016) traça comparativos entre a eficiência dos conversores *Boost* Clássico e *Boost* Quadrático, mostrando que para determinadas razões cíclicas, o conversor com maior ganho de tensão apresenta maior eficiência. Por outro lado, Navamani et al. (2015) corrobora com os resultados deste trabalho apresentando perdas de energia na ordem de 86% no elementos do conversor *Boost* Quadrático em modo contínuo, principalmente nos indutores e chave, que representam 84% das perdas. É nesse aspecto que as pesquisas envolvendo conversores CC-CC têm evoluído: buscando aliar eficiência e custos à aplicabilidade e flexibilidade, desenvolvem novas topologias ou apontam as fragilidades das já existentes, com o intuito de aprimorá-las.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um sistema fotovoltaico com poucos painéis ou sujeito a intenso sombreamento, são utilizados conversores que produzem ganho estático maior que o conversor CC-CC *Boost* Clássico, como o *Boost* Quadrático. Esta substituição garante um aumento considerável do ganho de tensão, mas também gera redução no rendimento do sistema. Neste trabalho, constatou-se que o maior número de elementos do conversor *Boost* Quadrático provoca o dobro das perdas de energia quando comparado ao conversor *Boost* Clássico. Quanto aos custos, foi observada uma discrepância menos expressiva entre os conversores, sendo o custo do conversor *Boost* Clássico 88,7% do valor encontrado para a outra topologia estudada. Considerando a importância de um sistema eficiente e menos dispendioso para geração de energia, estes são parâmetros relevantes, que devem ser ponderados no projeto de um sistema PV.

Comparative study of grid-connected photovoltaic systems using a DC-DC Classic Boost Converter and a DC-DC Quadratic Boost Converter

ABSTRACT

OBJECTIVE: Identify, using computations implementations, the main differences that characterize and justify the use of the DC-DC Boost Classic and Quadratic Boost converters in a photovoltaic (PV) system. **METHODS:** The simulation of the system, consisting of two series connected photovoltaic panels, a DC-DC converter, a DC-AC converter and an inductive filter for connection to the grid, was performed in Matlab/Simulink® environment, changing the topology of the DC-DC converter used to compare results regarding the applicability, costs and efficiency of the two structures. In the design of the converters, commercial components were chosen that were adequate to the specifications of the circuits, in order to favor the evaluation of the energy losses of the systems. **RESULTS:** In order to reach the appropriate voltage level, it was observed the necessity of a greater amplitude of duty cycle of the Boost Classic converter in relation to the Boost Quadratic. As for the efficiency, an advantage of approximately 4% of the classic Boost converter was verified in relation to the Quadratic Boost. Another favorable result for the Classic Boost was in terms of costs: using this DC-DC converter, the economy would be 0.11 pu. **CONCLUSIONS:** The results point out advantages of the CC-CC Boost Classic converter in relation to its efficiency and costs. However, the greater number of elements in the Quad Boost converter provides a higher voltage gain, making it suitable for applications involving too much shading or a small number of panels connected in series.

KEYWORDS: Photovoltaic systems. DC-DC Converter. Classic Boost. Quadratic Boost.

REFERÊNCIAS

KOURO, Samir et al. Grid-connected photovoltaic systems: An overview of recent research and emerging PV converter technology. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 9, n. 1, p. 47-61, 2015.

KUMAR, Selva R.; VIGNESH, J; DEIVANAYAKI, V.P. Gaiathri V; NAVEENA P. Design and Comparison of Quadratic Boost Converter with Boost Converter. **International Journal of Engineering Research & Technology**. v.5, jan. 2016. p 877-881.

NAVAMANI, J. Divya et al. Efficiency comparison of quadratic boost DC-DC converter in CCM and DCM. In: **Electronics and Communication Systems (ICECS), 2015 2nd International Conference on**. IEEE, 2015. p. 1156-1161.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

ROSOT, C; SILVA, S.A.O. Estudo comparativo de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica utilizando um conversor CC-CC *Boost* Clássico e um conversor CC-CC *Boost* Quadrático. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Cecília Rosot

Rua Antônio Paiva Júnior, número 179 – apt. 301, Bairro Jardim Estoril, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

