

Controlador de Carga Aplicado ao Barco Solar

Ivan Júnior Andreolla | ivanjuniorandreolla7@gmail.com

Ester de Freitas Brizolla | lester.fb06@aluno.ifsc.edu.br

Luiz Gustavo da Rosa Nunes | luizgustavorosanunesnunes@gmail.com

Mauro Tavares Peraça | peraca@ifsc.edu.br

Flávio Alberto Bardemaker Batista | flabio@ifsc.edu.br

RESUMO

A busca por fontes alternativas e renováveis de energia vem ganhando cada vez mais espaço na contemporaneidade, inserida nesse contexto, a equipe Zênite Solar do IFSC participa do Desafio Solar Brasil, que é uma competição de barcos movidos à energia solar visando estimular o desenvolvimento de tecnologias e aplicações das fontes alternativas de energia em embarcações. Diante de inúmeros desafios que existem na implementação de soluções para o Barco Solar, tem destaque os controladores de carga, que são os equipamentos que processam a energia vinda dos painéis fotovoltaicos e carregam as baterias. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um controlador de carga baseado no conversor CC-CC Cuk. Para rastrear o ponto de máxima potência do painel fotovoltaico foi utilizado um algoritmo baseado no método perturba e observa (P&O). Através de sensores de tensão e corrente e de um código desenvolvido para microcontrolador Atmega328p foi possível fazer o conversor operar no ponto de máxima potência. Uma sequência sistematizada de testes validou o firmware e o conversor implementado, assim, o controlador de carga proposto atingiu os objetivos esperados e, portanto, pode ser reproduzido e utilizado pela equipe Zênite Solar.

Palavras-chave: barco solar; controlador de carga; conversor Cuk



1 Controlador de Carga Aplicado ao Barco Solar

A busca por fontes alternativas e renováveis de energia tem sido intensa nos últimos anos, abrindo espaço para uma ampla gama de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos relacionados ao setor. Nesse contexto, uma das fontes que tem se destacado é o da geração de energia fotovoltaica, reduzindo consumo em hidrelétricas e a queima de materiais nas usinas térmicas. O uso de baterias para armazenamento de energia solar é uma tecnologia promissora nos próximos anos. Outra mudança tecnológica que estamos vivenciando é a gradativa substituição da frota de veículos usando motores a combustão por veículos elétricos.

Nesse contexto de descarbonização e mudança de matriz energética um projeto que tem se destacado no meio universitário brasileiro é o Desafio Solar Brasil, que é uma competição de barcos movidos à energia solar visando estimular o desenvolvimento de tecnologias e aplicações das fontes alternativas de energia em embarcações, através do esporte e educação em tecnologia e meio ambiental (Desafio Solar, 2023).

O IFSC participa dessa competição com a equipe Zênite Solar, trata-se de uma equipe multidisciplinar, composta por alunos e professores de vários cursos do IFSC. O trabalho da equipe já resultou em diversos projetos de pesquisa, extensão, trabalhos de conclusão de curso e projetos integradores. Além de já ter se sagrado campeã da categoria livre, a equipe recebeu em diversas oportunidades o prêmio Fernando Amorim de Inovação, por apresentar projetos inovadores, sendo uma das poucas equipes a desenvolver suas próprias soluções em vez de utilizar equipamentos comerciais.

Recentemente a equipe passou a utilizar um novo conjunto de painéis fotovoltaicos, para fazer o melhor aproveitamento da energia gerada faz-se necessário otimizar os controladores de carga para esses novos equipamentos. Diante disso, foi realizado o estudo, desenvolvimento e implementação de controladores de carga aplicados as novas condições de operação do Barco Solar.

O controlador de carga é o elemento de ligação entre os painéis fotovoltaicos e as baterias, ou seja, é o elemento que tem a função de gerenciar o fluxo da energia gerada nos painéis até as baterias.

O sistema proposto é modular, sendo um controlador para cada painel fotovoltaico, assim tem-se o controle individual do ponto de máxima potência dos painéis fotovoltaicos. Desse modo, o sistema pode operar no ponto ótimo de cada painel. A modularização também tem a finalidade de viabilizar a operação parcial do sistema em caso de falha de algum painel e/ou conversor, nesse caso o sistema continuaria funcionando, ainda que abaixo da capacidade máxima.

O conversor CC-CC selecionado para implementar o controlador de carga foi o conversor Cuk, ele apresenta características interessantes ao projeto, quais sejam: ampla possibilidade de relação entre tensão de entrada e saída; característica de fonte de corrente na entrada e na saída (Dias, 2015). Além disso, os conversores Cuk costumam apresentar alto rendimento e baixa emissão de ruído.

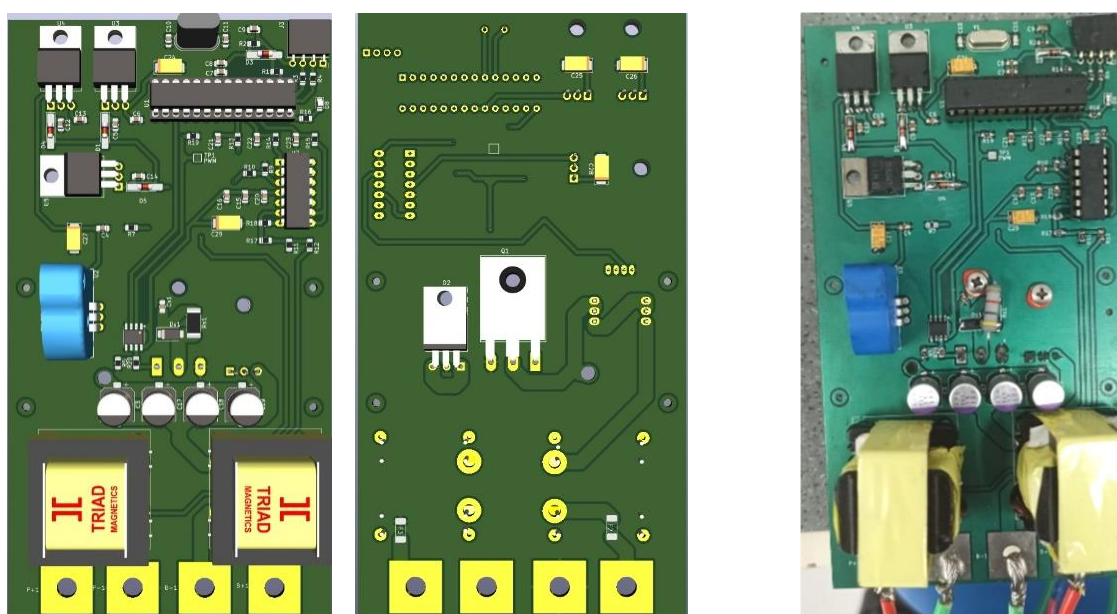
Para controlar o fluxo de potência entre o painel fotovoltaico e as baterias deve-se controlar a razão cíclica do conversor, o objetivo desse controle é operar no ponto de máxima

potência (MPP) do painel. Para tanto, é necessário implementar um algoritmo que rastreie o ponto de máxima potência (MPPT), várias técnicas capazes de implementar o MPPT são citadas na literatura (Silva, 2017). A técnica utilizada neste trabalho é a perturba e observa (P&O), na qual realiza-se uma pequena alteração na razão cíclica e observa-se a potência, se ela aumenta, continua alterando a razão cíclica na mesma direção, caso contrário, altera a razão cíclica em direção contrária.

Para viabilizar a operação do MPPT o algoritmo do P&O foi implementado em um microcontrolador Atmega328p. O microcontrolador recebe informações do painel, provenientes de sensores de tensão e corrente, permitindo determinar a potência processada e, como descrito anteriormente, realizar a otimização da razão cíclica que leva o painel a operar na máxima potência.

O conversor proposto apresenta as seguintes características: tensão de entrada: 0 a 21V; tensão de saída: 21V a 40V; potência máxima de saída 200W. Na figura 1a pode-se observar o layout da placa de circuito impresso projetada para o controlador de carga. Já na figura 1b tem-se o circuito já implementado.

Figura 1 – a) Layout da PCI, b) protótipo implementado



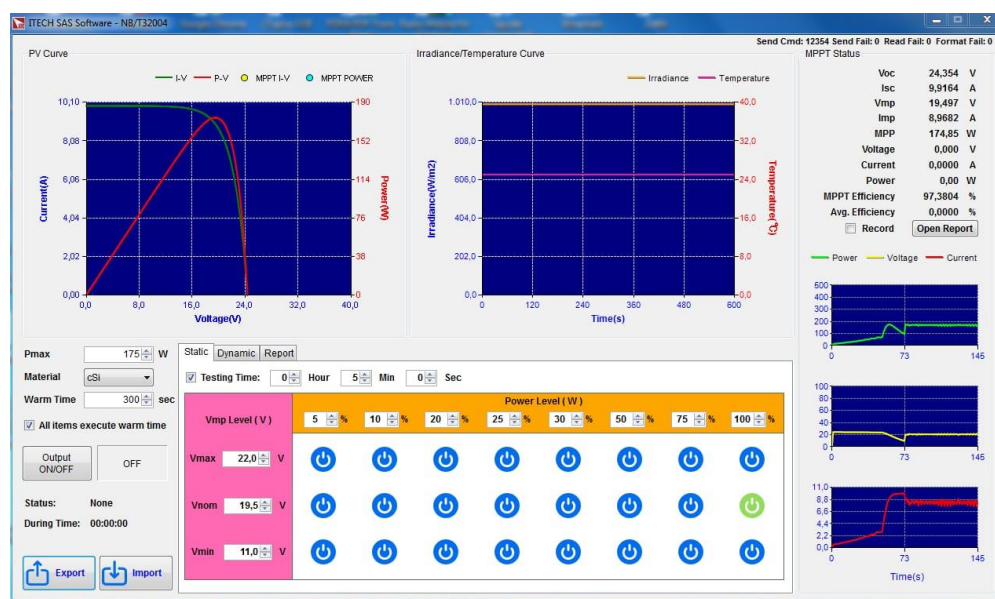
Fonte: Elaboração própria.

Após a implementação do circuito várias etapas de testes foram realizadas para validar os conceitos, os circuitos e o firmware. Inicialmente testes com fontes de bancada e cargas resistivas foram realizados para validar o funcionamento básico do conversor Cuk. Na sequência, testes com painel solar e cargas resistivas foram realizados, avaliando o conversor e o MPPT. Posteriormente a carga foi substituída pelo banco de baterias, dessa forma o sistema foi testado como efetivamente vai operar no barco solar.

Além dos testes citados, foi realizado o ensaio do controlador de carga conectado a uma fonte de laboratório modelo IT6006C-300-75, essa fonte é capaz de emular o painel

fotovoltaico e medir as grandezas do circuito, indicando o quão próximo do ponto de máxima potência o circuito está operando. O resultado desse ensaio pode ser visto na figura 2, onde observa-se que o circuito implementado convergiu para o MPP e alcançou 97,38% do ponto de máxima potência.

Figura 2 – Ensaio para verificação do MPPT.



Fonte: Elaboração própria.

Nesse trabalho realizou-se o estudo, projeto e implementação de controladores de carga aplicados ao Barco Solar, os resultados obtidos indicam que o protótipo implementado atingiu os objetivos esperados e, portanto, pode ser reproduzido e utilizado pela equipe Zênite Solar.

REFERÊNCIAS

O que é o DESAFIO SOLAR BRASIL? Disponível em: <https://desafiosolar.com.br/odesafio/>. Acesso em novembro de 2023.

DIAS, Julio Cesar; HAUSMANN, Romeu A solar-powered VRLA battery charge controller using a dc-dc Ćuk converter for a telemetry station power supply. In: 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC), IEEE 2015.

SILVA Leonardo Rosenthal Caetano et al. Análise computacional de técnicas de rastreamento de máxima potência (MPPT) para aplicação em arranjos fotovoltaicos. Revista Brasileira de Energia Solar, V. VIII, n 1, p. 26-33, julho de 2017.