

## IMPLEMENTAÇÃO DE UM CONVERSOR BOOST DE DOIS ESTÁGIOS

HENRIQUE GONÇALVES ANDRADE<sup>1</sup>; GUSTAVO COLPES RIBEIRO<sup>2</sup>;  
VICTOR DIFÁBIO<sup>3</sup>; MATEUS BECK FONSECA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – henriqueandrade@ufpel.edu.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – colpesgustavo@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – victor.ee13@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – mateus.fonseca@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

O processamento de energia é considerado o topo dos desafios tecnológicos da humanidade. Estudados na área de Eletrônica de Potência, a qual lida basicamente com tensão contínua (CC, abreviado do comportamento análogo de Corrente Contínua), os conversores de valores de CC para CC-CC são considerados a melhor forma de lidar com tal problema. Esta área está relacionada com a análise, o projeto, a simulação, a fabricação e a aplicação dos mesmos. Nos últimos vinte anos iniciou-se uma revolução significativa na área de Eletrônica de Potência, o que resultou em um acelerado crescimento em pesquisas e inovações (KAZIMIERCZUK; CZARKOWSKI, 2011).

A qualidade da energia é fundamental para um bom funcionamento de todos as partes constituintes de um sistema elétrico (CARNEIRO, 2018). Todos os circuitos eletrônicos ativos, tanto digitais como analógicos, exigem fontes de alimentação CC. Uma tensão de alimentação CC é geralmente derivada de uma bateria ou de uma linha de tensão alternada usando um transformador, retificador e filtro. Há duas classes gerais de fontes de alimentação conhecidas, elas são reguladas e não reguladas. As fontes reguladas são separadas em três categorias: conversores CC-CC modulados por largura de pulso (PWM), conversores ressonantes CC-CC e reguladores de tensão por chaveamento de capacitores (KAZIMIERCZUK, 2008).

Um conversor Boost é uma fonte de alimentação CC regulada por PWM onde a tensão de média de saída do circuito é sempre maior do que à de entrada, o que o faz ser conhecido também como elevador de tensão. Ele é composto por pelo menos dois semicondutores, um diodo e um transistor, e por elementos de armazenamento de energia: um capacitor e um indutor. Para reduzir a ondulação de tensão CC (ripple), filtros com capacitores ou pela combinação destes com indutores, são normalmente adicionados à saída do conversor e à entrada. O funcionamento do conversor Boost é baseado no recorte da tensão de entrada, causado pela comutação do transistor entre as regiões de corte e saturação (chave aberta e chave fechada, respectivamente). O tempo em que este permanece em cada uma destas regiões será o fator determinante do ganho de tensão do circuito, e é chamado de razão cíclica. Os elementos pasivos, os indutores e capacitores, armazenam energia e cada vez que o transistor oscilar entre sua regiões de chaveamento, descarregam de forma a fazer com que exista transferência de energia à carga. O diodo desempenha a função de garantir que o capacitor descarregue sua energia armazenada sobre a carga quando o transistor encontrar-se em estado de saturação (DUARTE, 2002).

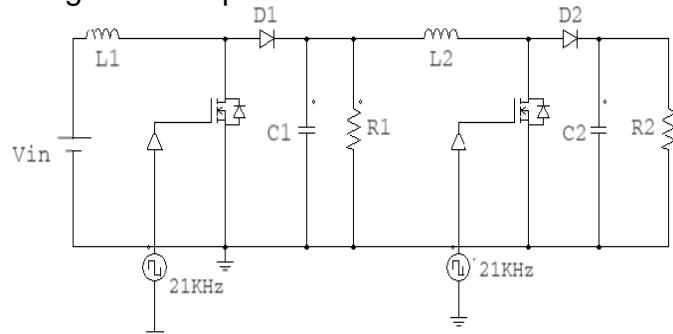
Neste trabalho é proposto a implementação de um conversor Boost de dois estágios, uma vez que este é limitado para ganhos de tensão menores ou iguais a 10. Buscando resolver esta limitação, usa-se um simples conversor em cascata, neste caso de dois estágios, onde a razão cíclica poderá ser dividida

igualmente, ou não entre os módulos, podendo então superar esta limitação. O presente trabalho foi realizado como parte do processo avaliativo referente a disciplina de laboratorio de Eletrônica IV do curso de graduação em Engenharia Eletrônica da Universidade Federal de Pelotas.

## 2. METODOLOGIA

O conversor Boost aqui tratado foi desenvolvido no Laboratório de Eletrônica Analógica do Campus Cotada da Universidade Federal de Pelotas. Em um primeiro momento foi apresentada a ideia de projeto ao professor ministrante da componente curricular e após selecionados os parâmetros de projeto, começou-se a etapa de simulações do circuito em questão. A figura 1 apresenta o diagrama esquemático do conversor Boost.

Figura 1: Esquemático do conversor Boost.



Os parâmetros de projeto foram os seguintes: Tensão de entrada de 5V; Tensão de saída de 24V e Corrente de carga de 0,5A. Aplicando a fórmula da potência elétrica, chega-se então à 12Watts de potência nominal de saída.

Para acionar o conversor foi desenvolvido um circuito eletrônico para variação do PWM previamente, sabendo que o conversor conteria dois módulos, este foi projetado com dois canais de saída onde cada uma destes serviria como acionamento de cada estágio. Como neste projeto optou-se por usar dois canais, isso implica também em duas razões cíclicas diferentes em cada canal. No primeiro calculou-se através da fórmula do ganho de tensão, uma razão cíclica de 50%, o que significa em termos gerais que a onda permanecerá metade do tempo em nível alto e a outra metade em nível baixo. Já no segundo, utilizando a mesma equação citada acima, chegou-se a uma razão cíclica de 60%, indicando assim que a onda permanecerá 40% do tempo em zero. A frequência calculada para estas mudanças de níveis foi de 22KHz.

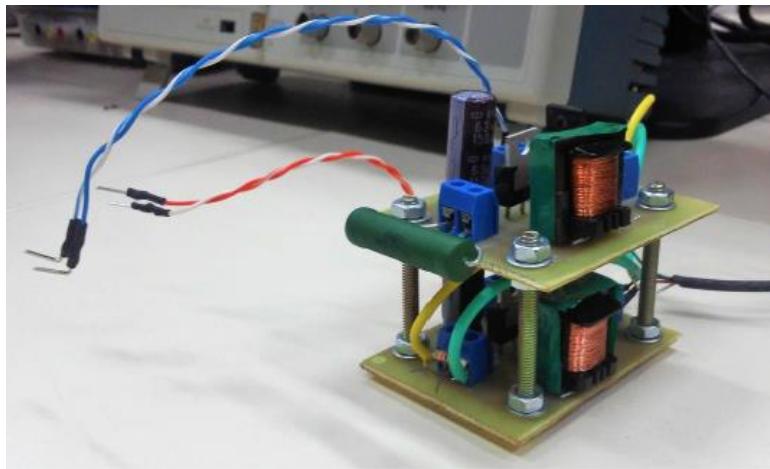
Os componentes foram então calculados e deu-se inicio a etapa de desenho de leiaute. A ideia era confeccionar duas placas semelhantes, sendo o primeiro módulo com o devido circuito de proteção.

As placas foram fabricadas utilizando o processo de transferência térmica seguido de corrosão por Percloreto de Ferro. Finalizados os protótipos, optou-se por monta-lo numa estrutura de dois níveis.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizados os procedimentos acima descritos, foi obtido como resultado o circuito apresentado na figura 2.

Figura 2: Montagem do conversor Boost



Foram encontradas dificuldades para acoplar as duas placas e os primeiros testes apresentaram algumas falhas, tais como sobretensão na saída e até corrente elevada. Este problema foi facilmente resolvido usando um resistor de  $10\text{k}\Omega$  como interface entre os módulos, provendo assim um melhor casamento de impedâncias entre os mesmos.

A razão cíclica do segundo módulo teve que ser ajustada, pois em consequência das perdas naturais de uma implementação prática.

#### **4. CONCLUSÕES**

Em algumas aplicações, altas taxas de conversão são necessárias. Diferentes técnicas e topologias de conversores podem ser implementadas para solucionar esse problema. Neste projeto, o conversor em cascata foi estudado por seu potencial uso neste tipo de aplicação. Em um conversor de estágio único, apenas um indutor tem que suportar a força total do pico de tensão gerado, enquanto que na arquitetura de dois estágios o pico de tensão gerado é dividido entre os dois indutores. Este fenômeno reduz a tensão nos componentes indutivos e melhora a sua confiabilidade.

O conversor forneceu o ganho de tensão necessário no nível de potência projetado. Os resultados de simulações foram satisfatórios e os resultados experimentais comprovam a validade do projeto.

O projeto também proporcionou aos autores um grande contato com problemas práticos e corriqueiros na vida profissional de um Engenheiro Eletrônico que trabalhe com circuitos de potência.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, F.T. **Fonte de alimentação chaveada com alto fator de potência.** 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Bacharelado em Engenharia Eletrônica, Universidade Federal de Pelotas.

DUARTE, C.M.C., BARBI. I. An Improved Family of ZVS-PWM Active-Clamping DC-to-DC Converters. **IEEE Transactions on Power Electronics**, Florianópolis, v.17, n.1, p. 1 - 7, 2002.

KAZIMIERCZUK, M.K. **Pulse-width modulated DC-DC Power Converters.** Ohio: Wiley, 2008.

KAZIMIERCZUK, M.K.; CZARKOWSKI, D. **Resonant Power Converters second edition.** United States of America: IEEE and Wiley, 2011.