ESTUDO DE CONVERSOR DE ESTÁGIO ÚNICO OPERANDO EM CONDUÇÃO CRÍTICA E COM DIMERIZAÇÃO PARA ACIONAR ILUMINAÇÃO DE ESTADOS SÓLIDOS

Leonardo Matheus Mendes (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Zito Palhano da Fonseca (Orientador), e-mail: zpfonseca@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia Departamento de Informática.

Engenharias, Engenharia Elétrica, Sistemas de Potência, Conversão e Retificação da Energia Elétrica

Palavras-chave: Iluminação de estado sólido, conversor de estágio único, fator de potência.

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de propor a simulação de um conversor de estágio único com elevado fator de potência, apresentando uma ponte retificadora para alimentação dos LED's e indutores Boost para realizar a correção do fator de potência. A alimentação do LED é realizada com corrente continua, que é fornecida por uma ponte retificadora conectada entre o ponto médio do estágio inversor e o terra do circuito. Os resultados são apresentados para validação do modelo apresentado.

Introdução

A iluminação artificial é de inegável importância para vida contemporânea, tornando-se indispensável para atividades comuns e diárias. Estima-se que o consumo mundial de energia elétrica por sistemas de iluminação esteja entre 15% e 20%, sendo um quinto dedicado a iluminação pública (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2005).

Lâmpadas LEDs (*Light Emiting Diode*), assim como as lâmpadas convencionais, quando conectados à rede elétrica de distribuição, necessitam de um controle de corrente e tensão. O controle é responsável pela transformação da corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC). Atualmente os circuitos mais eficientes para acionar e estabilizar a corrente de um LED são conversores chaveados como, *Buck*, *Boost*,*Buck-Boost*, *Flyback*, SEPIC (*Single Ended Primary Inductance Converter*), Zeta e Cuk. Em todos os exemplos citados há a utilização de um capacitor eletrolítico no barramento CC, devido seu baixo custo, porém apresentando menor vida útil, pois segundo (Fonseca, 2012), quanto maior for a capacitância e a tensão de operação de um capacitor, menor será sua vida útil. Em contrapartida os capacitores de polipropeno apresentam uma durabilidade maior em relação aos capacitores eletrolíticos (Fonseca, 2016), apresentando assim condições ideais para este trabalho.

O intuito deste trabalho é apresentar a simulação de um novo conversor de estado único baseado nos trabalhos de (Fonseca, 2017) e (Postiglione 2011), com elevado fator de potência, operando em condução crítica e com

dimerização para alimentar LEDs de potência, utilizando número reduzido de componentes que apresentam elevada vida útil.

Materiais e Métodos

O fator de potência é uma medida que está diretamente relacionada com o consumo de energia e representa a relação entre a potência real e a potência aparente (Postiglione 2011). Existindo por exemplo, um baixo fator de potência e um elevado conteúdo harmônico nas correntes, provoca, entre outros problemas, sobrecargas excessivas em equipamentos, perdas adicionais em transformadores e linhas de transmissão, mau funcionamento de equipamentos e mau funcionamento de dispositivos de proteção. Por este motivo é de suma importância o estudo de técnicas de Correção de Fator de Potência (CFP). É uma medida de quão eficiente a energia elétrica é convertida em trabalho útil.

As principais soluções de conversores eletrônicos para sistemas de iluminação encontradas na literatura, fazem uso de transformadores isoladores associados a conversores de estágio único utilizando como base conversores *boost* e *buck-boost* (Fonseca, 2016).

A técnica de intercalamento, ou *interleaved*, consiste na distribuição de potência entre conversores do tipo *boost*. Conversores *boost* funcionam como elevadores de tensão. A técnica de intercalamento permite que conversores *boost* operem na mesma frequência de chaveamento, mas com períodos defasados de 180 graus, este intercalamento é importante para que não haja sobre-tensão no circuito.

A Figura 1 apresenta a topologia proposta neste trabalho, tal estrutura é fundamentada nos trabalhos de (Fonseca, 2017 e Postiglione 2011), e tem como objetivo principal apresentar elevado fator de potência (FP) e pouca ondulação na corrente de carga onde algumas considerações são apresentadas a seguir:

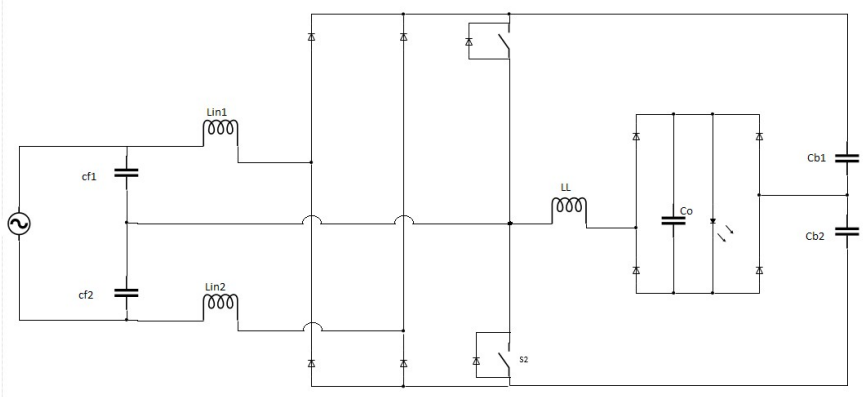


Figura 1: Topologia Proposta.

- As tensões aplicadas sobre os capacitores Cf_1 e Cf_2, são iguais à metade da tensão de entrada, pois estes atuam como divisores de tensão, consequentemente apresentam o mesmo valor de capacitância;
- Lin_1 e Lin_2 possuem à mesma indutância;
- As tensões aplicadas sobre os capacitores do barramento (V_{b1} e V_{b2}) são iguais à metade da tensão aplicada sobre o barramento (V_b), a consequência disto é que suas capacitâncias são iguais;
- As etapas são apresentadas para o semiciclo positivo da rede;

- Circuito está operando em regime permanente, razão cíclica de 0,5 e frequência de comutação constante;

Resultados e Discussão

Para determinação de valores dos componentes seguiu-se o modelo matemático de (Fonseca, 2017 e Postiglione, 2011).

Os dados de simulação são fornecidos pelo *software* PSIM, que é um software pago porém apresenta um *trial*, é a ferramenta ideal para simulações onde foi possível verificar se o conversor atende os requisitos de carga a ser acionada (35 LEDs em série). Através da Figura 2 é possível observar os valores médios de corrente e tensão, a corrente apresenta um valor acima do esperado, isso se dá pelo fato de o *software* considerar o sistema ideal.

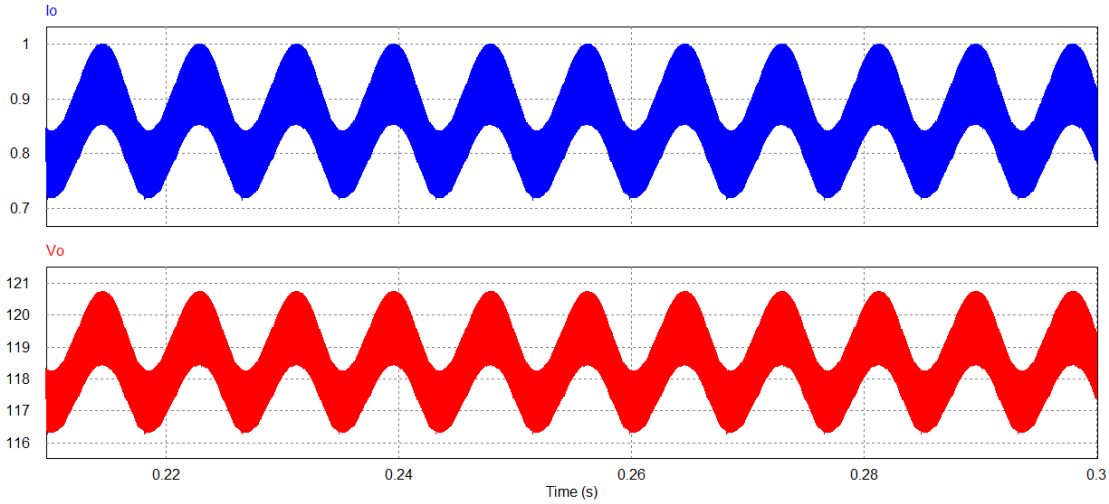


Figura 2: Corrente(azul) e tensão (vermelho) sobre os LEDs.

A figura 3 apresenta a tensão de entrada (V_{in}) em fase com a corrente de entrada. A distorção harmônica da corrente de entrada é de aproximadamente 9,3% e seu fator de potência é em torno de 99,5%. Demonstrando assim que o conversor possuí elevado fator de potência e baixa distorção harmônica.

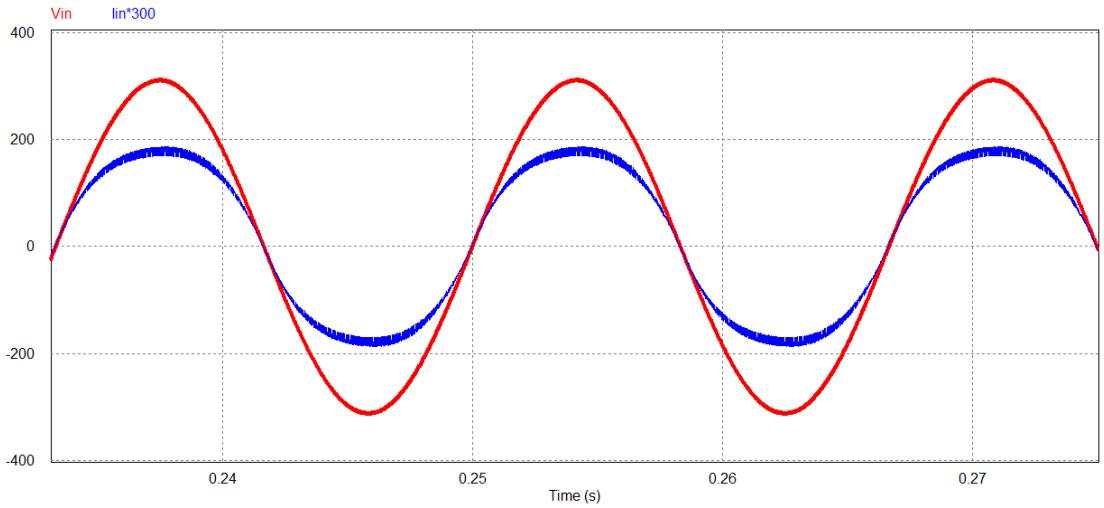


Figura 3 – Tensão (vermelho) e Corrente (azul) de entrada.

Conclusão

Este trabalho apresentou uma simulação de um conversor de estágio único com operação *Interleaved* para acionar e controlar LEDs de potência, sem capacitores eletrolíticos, e com elevada vida útil. Os resultados obtidos através do software PSIM verificam a funcionalidade do conversor. Mesmo o sistema apresentando um número maior de semicondutores quando comparado a conversores clássicos, seu elevado rendimento e o pequeno capacitor de barramento CC, torna a topologia proposta uma boa alternativa para as aplicações em sistemas de iluminação de estado sólido. Sua frequência de comutação e razão cíclica fixas inviabilizam sua aplicação em sistemas de entrada universal, 90V à 285V. No entanto utilizando um controle com PWM assimétrico e mudança de frequência, ou seja, um controle hibrido é possível o conversor operar com entrada universal, assim como com dimerização.

Agradecimentos

Agradeço a instituição pela oportunidade de pesquisa e financiamento através da bolsa e ao meu orientador Zito Palhano da Fonseca pela orientação neste trabalho.

Referências

Internacional Energy Agency. The potencial to lower global lighting energy consumption, 2005.

Philips Lumileds 2010. Disponível em:<http://ritelites.com/yahoo_site_admim/asset/docs/Wp_on_LED_Life.3482523.pdf >Acesso em: 20 de março de 2018.

Osram, 2007. Disponível em: <http://www.osram.com.br> .Acesso em: 20 de março de 2018.

Fonseca, Z. P.; et al, "Single stage high power factor converter using coupled input boost inductor BCM without eletrolytic capacitor to drive power LED," *2016 12th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)*, Curitiba, 2016

Fonseca, Z. P.; et al, "Single-Stage High Power Factor Converters Requiring Low DC-Link Capacitance to Drive Power LEDs," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 64, no. 5, pp. 3557-3567, May 2017.

Fonseca, Z. P.; et al. Single-Stage High Power Factor Converter without Electrolytic Capacitors to Drive Power LEDs, 38th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2012. p. 1802 – 1809, 2012.

Postiglione, C. S, Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2011.