ESTUDO DE CONVERSOR DE ESTÁGIO ÚNICO SEM FILTRO DE ENTRADA E SEM TRANSFORMADOR PARA ACIONAR ILUMINAÇÃO DE ESTADOS SÓLIDO.

Pedro Augusto Pedrozo Brandalise (UEPG), Zito Palhano da Fonseca (Orientador), e-mail: zpfonseca@uepg.br.

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

Engenharia Elétrica, Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos.

Palavras-chave: Iluminação de estado sólido, Conversor de estágio único, fator de potência, LEDs, sem transformador.

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de estudar um conversor de único estágio sem utilização de um filtro de entrada e nem transformador para acionar iluminação de estado sólido, com elevado fator de potência. A alimentação dos LEDs (Light Emiting Diode) 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. Resultados de simulação são apresentados para validar a metodologia de projeto adotada.

Introdução

Cerca de 20% de energia elétrica é consumida por iluminação artificial. E é de extrema importância que os sistemas de iluminação sejam eficientes, sistemas de iluminação de estado sólido são ideais para esse fator, pois com potência equivalente apresenta fluxo luminoso maior a lâmpadas comuns. Por isso este projeto tem o intuito de projetar um novo conversor de energia para LEDs de potência com elevada vida útil, eficiência e fator de potência alto, baixa distorção harmônica, menor perda e número de componentes reduzidos. Para isso foi projetado um circuito de estágio único, sem filtro de entrada e sem transformador.

Materiais e Métodos

Utilizando como base os trabalhos de Fonseca (2016) e Postiglione (2011), é possível levantar as boas características de cada um dos conversores e com isso obter uma nova topologia de conversor chaveado. A figura 1 apresenta o circuito proposto.

Segundo Postiglione (2011), para obter os indutores de entrada L_{IN1} e L_{IN2}, que realizam a correção de fator de potência e a filtragem da corrente de entrada a equação (1) é utilizada.

$$Lin = Lin1 = Lin2 = \frac{(Vp^2 * \psi)}{(4 * Pin * Fs)} \quad (1)$$

Onde:

Vp - Tensão de pico na entrada.
Fs - frequência de comutação
Pin - potência de entrada,equação (2).
ψ - Fator dado pela equação (3).

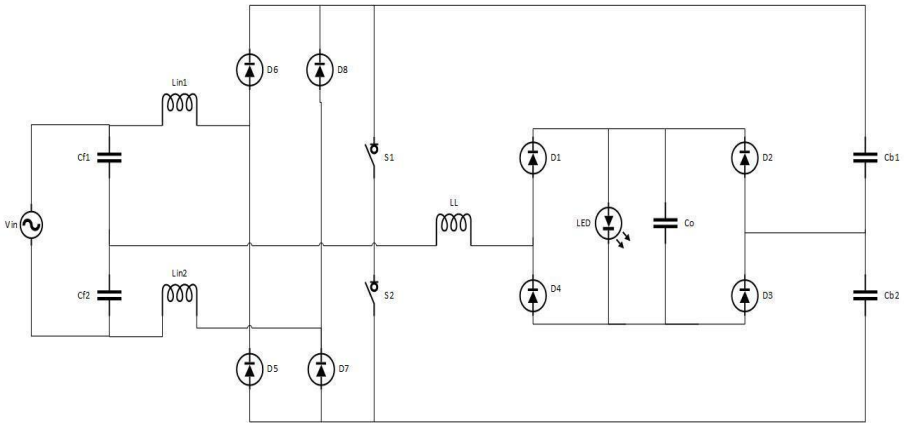


Figura 1 – Circuito proposto.

$$Pin = \frac{Pout}{\eta} \tag{2}$$

$$\psi = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}(D^2 * A + B * (1 - D^2) * sen(\omega t))d\omega t \tag{3}$$

Onde:

$$A = \frac{sen(\omega t)[\frac{\alpha-(2D-1)}{2}])}{1 - sen(\omega t)\frac{\alpha-(2D-1)}{2}}$$

$$B = \frac{sen(\omega t)[\frac{\alpha+(2D-1)}{2}]}{1 - sen(\omega t)\frac{\alpha+(2D-1)}{2}}$$

Pout - Potência nominal de saída.
η - Rendimento do conversor.
ω - Frequência natural do circuito.
α - equação (4).

$$\alpha = \frac{Vp}{Vb} \tag{4}$$

Os capacitores C_{f1} e C_{f2} criam um caminho para as correntes L_{in1} e L_{in2} que dobra a frequência da corrente de entrada com relação a frequência de comutação dos interruptores S_1 e S_2. A equação 5 apresenta o cálculo de C_{f1} e C_{f2}.

$$Cf = Cf1 = Cf2 = \frac{1}{4*\pi^2*Fs^2*\beta^2*Lin} \tag{5}$$

□ - Relação entre a frequência natural do circuito e a frequência de comutação

O indutor L_L é utilizado para limitar a corrente que será fornecida para os LEDs. Sua corrente depende os capacitores C_{b1} e C_{b2}.

$$LL = \frac{Vb1^2 - Vled^2}{8*Iled*Vb1*Fs} \tag{6}$$

Os capacitores C_{b1} e C_{b2} fornecem energia para o indutor L_L e para os LEDs. Sua energia provém dos indutores L_{in1} e L_{in2}. A capacitância desses componentes é pequena comparada a de inversores convencionais, assim podendo ser utilizados capacitores não polarizados.

$$Cb = Cb1 = Cb2 = \frac{0{,}58 * Pout}{\eta * 2 * \pi * F * Vb1 * \Delta vcb1} \quad (7)$$

Onde:
F - Frequência da rede elétrica.
Δvcb1 - Variação de tensão no capacitor Cb.

O Capacitor Co, funciona como um filtro capacitivo para os LEDs.

$$Co = \frac{Iled * Vb1 + Vled)}{8 * Vb1 * Fs * \Delta vco} \quad (8)$$

Δvco - Variação de tensão no capacitor Co.

Resultados e Discussão

Dadas as condições iniciais, que seriam uma tensão de pico de entrada (V_p), igual à da rede elétrica brasileira, 311 V, e sabendo a tensão esperada nos LEDs é de 120 V. A Tabela 1 os dados de projeto do sistema, e a Tabela 2 os valores calculados para os componentes, através das equações (1), (5), (6), (7) e (8).

Tabela 1: Dados de projeto do conversor.

Parâmetros	Valores
Vp	311 V
Fs	60 KHz
Vb	360 V
Iled	750 mA
Vled	120 V
Pout	90 W
Δvcb	5%
Δvco	5%
F	60 Hz
η	92%

Tabela 2: Elementos utilizados no conversor.

Parâmetros	Valores
Lin	900 uH
LL	278 uH
Cf	100 nF
Cb	100 uF
Co	2,2 uF

A Figura 2 apresenta a tensão e corrente de entrada do conversor proposto, pode-se observar que a corrente de entrada possui característica senoidal, logo possui alto fator de potência. Sua distorção harmônica é em torno de 11%.

A Figura 3 apresenta a tensão e corrente nos LEDs, pode-se observar que a corrente dos LEDs é em torno de 750 mA e a tensão nos LEDs é em torno de 119 V, ou seja, muito próximo dos valores de projeto.

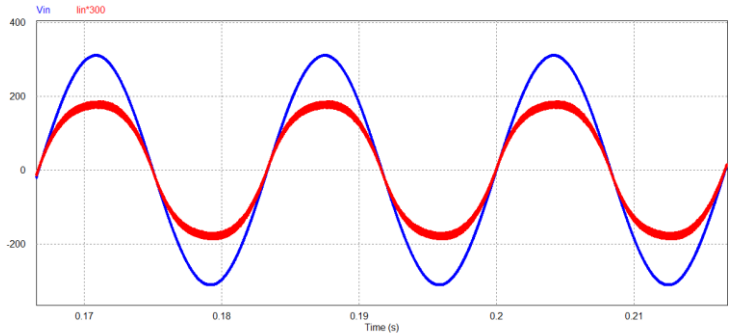


Figura 2 – Tensão (azul) e corrente (vermelho) de entrada.

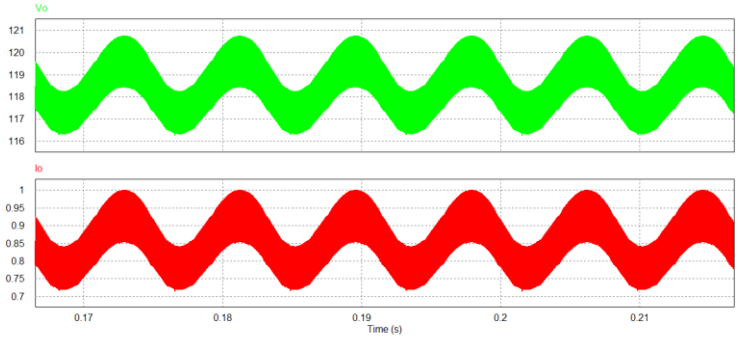


Figura 2 – Tensão (verde) e corrente (vermelho) nos LEDs.

Conclusões

Este trabalho apresentou um conversor de estágio único sem filtro de entrada acoplado a um inversor meia ponte, que alimenta um retificador onda completa com correção de correção de fator de potência para acionar e controlar LEDs de potência e sem capacitores eletrolíticos. Com número reduzido de componentes, elevado rendimento e taxa de distorção harmônica em conformidade com a norma IEC 61000-3-2 classe C a topologia proposta se apresenta como uma boa alternativa para as aplicações em sistemas de iluminação com LEDs.

Agradecimentos

Ao professor orientador da iniciação científica Zito Palhano da Fonseca pela orientação. E à UEPG pela oportunidade de realizar essa iniciação científica junto ao professor.

Referências

Fonseca, Z. P. (2016). **Single-Stage High Power Factor Converters Requiring Low DC-Link Capacitance to Drive Power LEDs**, in IEEE Transactions on Industrial Electronics.

Postiglione, C. S. (2011) "**Estudo de Estruturas para Fontes de Alimentação de Estágio Único com Correção do Fator de Potência**" Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Florianópolis.