

FAMÍLIA DE CONVERSORES ISOLADOS DE LONGA VIDA ÚTIL PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA BASEADO EM LEDS DE POTÊNCIA

Priscila E. Bolzan

Acadêmica do curso de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Santa Maria
priscila@gedre.ufsm.br

Paulo C. V. Luz

Pesquisador do curso de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Santa Maria
paulocesarluz@gedre.ufsm.br

Thiago Maboni

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Santa Maria
tmaboni@gedre.ufsm.br

Ricardo N. do Prado

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Santa Maria

Resumo. *Este resumo apresenta uma família de conversores isolados de longa vida útil para acionamento de lâmpadas de LEDs de potência. Estes sistemas foram analisados visando diminuir as capacitâncias do circuito, de forma a eliminar ou substituir os capacitores eletrolíticos por outra tecnologia com maior vida útil, como os capacitores de filme. Isso será feito através de um controlador. Os sistemas foram projetados para alimentar 32 LEDs de potência conectados em série e alimentados com 700 mA. Os sistemas visam elevado fator de potência e baixa taxa de distorção harmônica total (THD) na corrente de entrada, de forma a atender a norma 61000-3-2.*

Palavras-chave: *Conversores isolados. Lâmpada de LEDs. Redução das capacitâncias.*

1. INTRODUÇÃO

Os diodos emissores de luz (LEDs), usados neste trabalho, são atrativos para sistemas de iluminação pública devido às suas características luminotécnicas, como por exemplo, elevada vida útil, alta eficiência luminosa e robustez. Além disso, eles possuem características desejáveis em

sistemas de iluminação, como tamanho reduzido, facilidade de controle da intensidade luminosa e elevado índice de reprodução de cores quando comparados com sistemas de iluminação baseado em lâmpadas de descarga (LI et al, 2009).

Para serem acionados através da rede elétrica, os LEDs precisam de um circuito de acionamento. A maioria desses circuitos empregam capacitores eletrolíticos, dispositivos cuja vida útil é de aproximadamente 10 000 horas, enquanto os LEDs podem atingir até 60 000 horas (OSRAM, 2010). Desta maneira, a vida útil de todo o sistema é limitada pelo capacitor. Assim, faz-se necessário a eliminação ou substituição destes capacitores eletrolíticos por outros de tecnologia com maior vida útil. Nesse âmbito existem os capacitores de filme, com vida útil próxima a 50.000 horas. Porém os capacitores para os níveis de tensão utilizados, geralmente são em valores de pequenas capacitâncias.

2. CONVERSORES INTEGRADOS

Todos os sistemas de iluminação com potência superior a 25 W devem atender a norma IEC 61000-3-2, que limita os níveis de distorção harmônica da corrente de entrada (PINTO, 2011). A forma utilizada

para correção do fator de potência neste trabalho é estruturada conforme a Fig. 1.

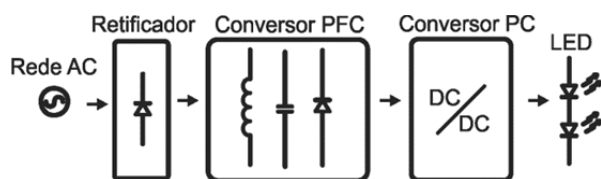


Figura 1. Sistema para acionamento de LEDs

Os conversores para a correção do fator de potência (PFC) e de controle de potência (PC) são integrados visando reduzir o número de interruptores controlados, bem como os circuitos de controles para a chave, aumentando a confiabilidade do circuito (XIAOJUN, 2008). A técnica de integração utilizada é proposta por Wu (1998).

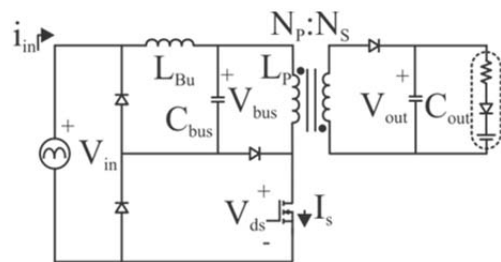
Três conversores foram analisados pra operar como PFC, o Buck, Boost e Buck-Boost, na parte de controle de potência foi utilizado o conversor Flyback, por oferecer isolamento, possibilitar reduzir ou aumentar a tensão (devido a relação de transformação), possuir baixo número de componentes e por sua simplicidade. Os principais resultados do projeto dos circuitos podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Principais resultados do projeto

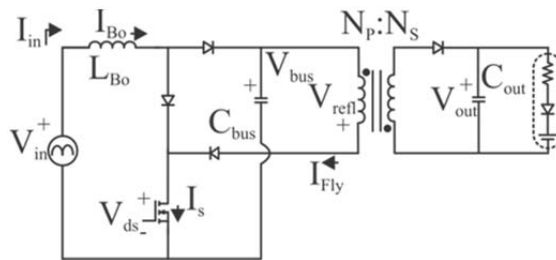
	Bu-Fly	Bo-Fly	BuBo-Fly
V_{Bus} (V)	90	450	400
D (%)	28	28	40
L (μH)	212	856	677
L_p (mH)	0,055	1,38	2,23
N_p/N_s	0,42	4,24	3,19
C_{Bus} (μF)	100	10	13
C_{out} (μF)	10	1	1

Onde V_{Bus} é a tensão de barramento, D é a razão cíclica, L é a indutância do conversor PFC, L_p é a indutância do primário do Flyback, N_p/N_s é a relação de transformação, C_{Bus} é o capacitor de barramento e C_{out} é o capacitor de saída.

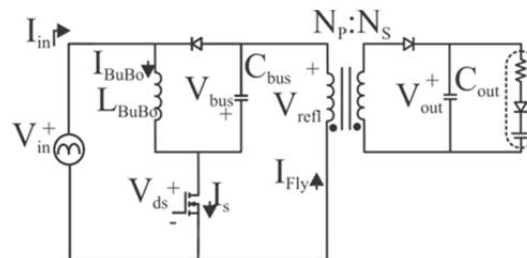
Os três conversores integrados são mostrados na Fig. 2.



(a) Buck-Flyback



(b) Boost-Flyback



(c) Buck-Boost-Flyback

Figura 2. Topologias integradas

3. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O conversor Boost-Flyback foi implementado a fim de se comprovar experimentalmente os resultados. Foram feitos três diferentes testes: (a) Conversor em malha aberta com capacitor nominal, (b) conversor em malha fechada com capacitor nominal e (c) capacitor em malha fechada com capacitor reduzido.

A Fig. 3 mostra o circuito operando em malha aberta com o capacitor de projeto. A corrente média nos LEDs é aproximadamente 700 mA e a ondulação de corrente nos LEDs é quase 350 mA (50%). A tensão de barramento é aproximadamente 450 V e a potência de saída é 70 W.

A Fig. 4 mostra o circuito com o mesmo capacitor de barramento, porém em malha fechada. Pode-se perceber que a ondulação da corrente de saída está menor do que a projetada, devido a ação do controle, atingindo 280 mA (40%).

As figuras estão com as medições conforme segue: tensão de barramento (Ch1 - 500V/div), corrente nos LEDs (Ch2 - 500mA/div), tensão nos LEDs (Ch3 - 100V/div) e potência de saída (ChM - 50W/div) - 2ms/div.

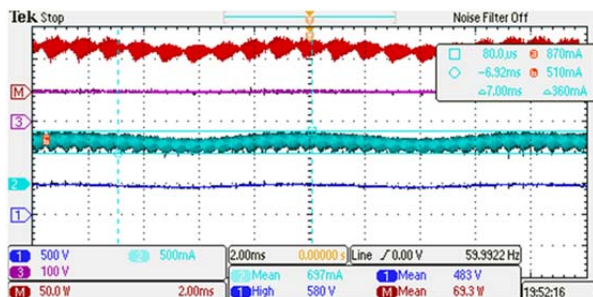


Figura 3. Malha aberta - capacitor nominal

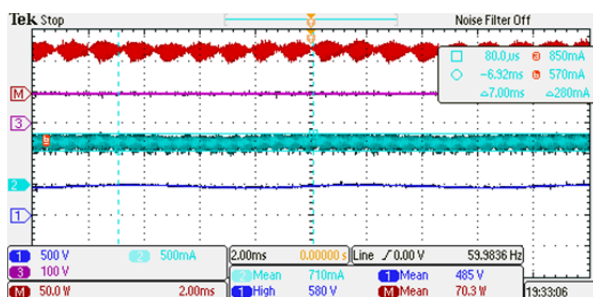


Figura 4. Malha fechada - capacitor nominal

A Fig. 5 mostra o circuito em malha fechada, o capacitor de barramento pode ser reduzido para manter a ondulação nos LEDs em 50%, de forma que foi substituído o de 10 μF por um de 3,5 μF .

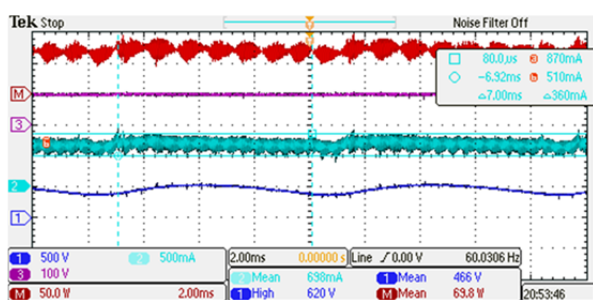


Figura 5. Malha fechada - capacitor reduzido

Na Fig. 6 tem-se a tensão, corrente e potência de entrada para o circuito em malha fechada com capacitor reduzido. O rendimento do conversor nesse caso é de 84%.

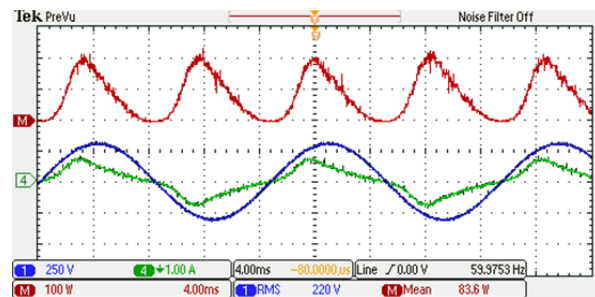


Figura 6. Tensão de entrada (Ch1 - 250 V/div), Corrente de entrada (Ch2 - 1 A/div) e Potência de entrada (ChM - 100 W/div) - 4ms/div

Ainda são apresentados os resultados do conteúdo harmônico de cada um dos modos, conforme é mostrado na Fig. 7.

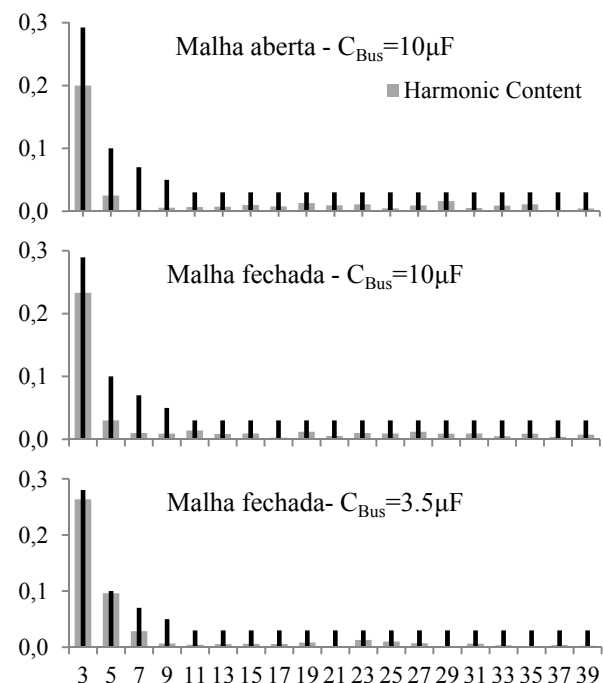


Figura 7. Conteúdo harmônico da corrente de entrada vs a norma IEC 61000-3-2

Conforme se pode observar na Fig. 7, o conteúdo harmônico da corrente de entrada do conversor aumenta quando o controle é implementado ao circuito, bem como piora quando o capacitor é reduzido, de forma que o pior caso é quando o circuito está operando em malha fechada com o capacitor reduzido a 3,5 μF . As harmônicas de ordem 3 e 5 foram as que mais se destacaram. Nos três casos o circuito atendeu a norma 61000-3-2.

4. CONCLUSÕES

Este resumo apresentou uma família de conversores isolados de longa vida útil para o acionamento de uma lâmpada de LEDs para iluminação pública. O capacitor de barramento foi diminuído devido a ação de controle, desta forma pode-se substituí-lo por outra tecnologia de capacitores com maior vida útil, como o de filme.

Outros objetivos foram alcançados, como alto fator de potência (0,93), baixa taxa de distorção harmônica total (29%) e ainda atendendo a norma IEC 61000-3-2. O circuito atingiu rendimento de 84%.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da FAPERGS, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

5. REFERÊNCIAS

LI F; et al. LEDs: A Promising Energy-Saving Light Source for Road Lighting. In: POWER AND ENERGY ENGINEERING CONFERENCE, APPEEC 2009, pp. 1-3, Maio 2009.

OSRAM. Case study: Lansing city street lights, 2010.

PINTO, R. A.; et al. High-Power-Factor Street Lighting System to Supply LEDs without Energy Consumption during the Peak Load Time. In: 37° ANNUAL CONFERENCE ON IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, pp. 2947-2952 – IECON 2011.

WU T.; CHEN Y. A systematic and unified approach to modeling PWM DC/DC converters based on the graft scheme. In: IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, vol.45, no.1, pp.88-98, DOI: 10.1109/41.661309, 1998.v

XIAOJUN, X; et al. A Novel Closed Loop Interleaving Strategy of Multiphase Critical Mode Boost PFC Converters. In: APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION. APEC 2008, Twenty-Third Annual IEEE, Fev. 2008.