

FLYBACK ELECTRONIC BALLAST FOR FILAMENT HEATING IN FLUORESCENT LAMPS T5

Eduardo Minuzzi Viera, Paulo Reginatto, Álysson Raniere Seidel

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Departamento de Engenharia Elétrica, Campus universitário – Santa Maria - RS

eduardomviera94@gmail.com

Abstract. The proposed work involves the study of an efficient and compact manner to maintain the heating filaments of a 28 W T5 fluorescent lamp in reduced power conditions, in order to prolong lamp life. A Flyback converter was used to solve this issue. We also present the operating stages of the proposed converter and value specifications aiming at the best possible efficiency. The simulation results are promising, future versions of this work will present experimental results.

Palavras-chave: Filaments, Fluorescent lamp, Flyback.

1. INTRODUÇÃO

O pré-aquecimento dos filamentos de lâmpadas fluorescentes (LF) é muito importante para o funcionamento adequando das mesmas, de acordo com *D. Klien* [1]. No modo convencional o aquecimento dos filamentos é realizado através da descarga, porém ao se diminuir a descarga de corrente na LF é necessária que ocorra a injeção de corrente nos filamentos através de um circuito externo. Assim foi necessário o desenvolvimento de um circuito auxiliar de duas saídas, uma para cada filamento, para manter o aquecimento dos eletrodos durante a dimerização da LF. Dentre as alternativas foi escolhido o conversor Flyback devido a sua alta eficiência em baixa potência, isolamento galvânica entre o circuito de entrada e saída e fácil controle.

2. CONVERSOR FLYBACK

A isolamento galvânica proporciona o desenvolvimento do conversor com múltiplas saídas, isoladas entre si, e entre o

potencial de entrada. Tais características tornam interessante a aplicação do conversor Flyback em uma ampla faixa de acionamentos, sendo este o circuito mais utilizado em fontes chaveadas até 100 W *Ashraf et al.* [2]. Normalmente a estrutura Flyback está associada ao baixo custo e a característica intrínseca de isolamento, tornando-se uma topologia de ampla relevância. Devido a estas características, este conversor será utilizado para suprir a carência de energia provida da variação de potência na LF durante a dimerização em *R. Chen et al* [3].

Neste trabalho optamos por operar no modo de condução descontínua (DCM) por apresentar maior eficiência, baixa indutância no primário acarretando em um indutor menor e a pela recuperação reversa no diodo do secundário não ser um fator agravante *W. Chang et al* [4].

2.1 Etapas de funcionamento

O Flyback é um conversor CC-CC isolado derivado do Buck-Boost. A Figura 1 ilustra o circuito simplificado de um Flyback com duas saídas. O indutor acoplado (L_{ac}) presente no circuito exerce três funções: propiciar o isolamento da fonte com a carga, acumular energia quando o interruptor (SW) é fechado e adaptar a tensão necessária ao secundário.

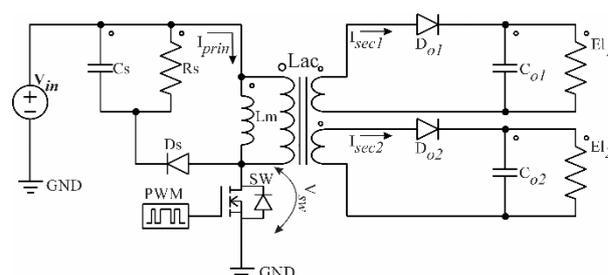


Figura 1 - Conversor Flyback com duas saídas.

As principais formas de ondas da operação do conversor Flyback, em DCM, são apresentadas na Figura 2.

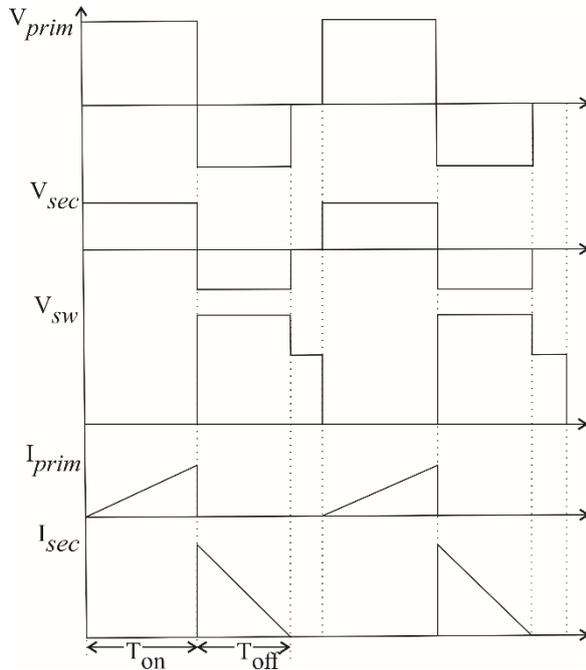


Figura 2- Formas de onda Flyback.

O funcionamento do circuito se dá em duas etapas. Na 1ª, SW conduz (T_{on}) e o indutor acoplado armazena energia no enrolamento primário. Podemos analisar na Figura 2 que a corrente do primário (I_{prim}) cresce em rampa e que a tensão aplicada ao enrolamento primário (V_{prim}) é igual à tensão de entrada (V_{in}) menos a queda de tensão associada a (V_{sw}). Nos enrolamentos secundários, os diodos de saída (D_{o1} , D_{o2}) estão bloqueados, enquanto os capacitores de saída (C_{o1} , C_{o2}) descarregam sua energia nas suas respectivas cargas (El_1 e El_2).

Na 2ª etapa, SW entra em estado de bloqueio (T_{off}), forçando a descarga de energia no enrolamento secundário. Neste caso, os diodos de saída entram em condução e a energia do primário é transferida ao secundário. Na Figura 2 podemos comparar a forma de onda I_{Prim} , I_{Sec1} e I_{Sec2} fornecendo energia para os eletrodos.

2.2 Dimensionamento conversor Flyback

O projeto do conversor Flyback foi realizado baseado na metodologia de Ref. [2]. A Tabela 1 apresenta os parâmetros de entrada e os projetados, considerando no projeto os fatores recomendados pelo fabricante das lâmpadas T5 D. Sávio [5].

Tabela 1. Parâmetros da topologia.

Dados de Entrada	
Tensão da rede	$V_{in} = 220 \text{ V}$
Frequência da rede	$F_r = 60 \text{ Hz}$
Frequência da chave	$F_s = 100 \text{ KHz}$
Razão cíclica	$D_{max} = 0,35$
Tensão de saída	$V_{o1, o2} = 6,2 \text{ V}$
Resistência do eletrodo	$El_{1, 2} = 9,5 \Omega$
Dados calculados	
Potência estimada	$P = 12,6 \text{ W}$
Rendimento	$\eta = 80\%$
Indutância magnetizante	$L_m = 2,7 \text{ mH}$
Espiras primário	$N_p = 120$
Espiras secundário	$N_{s1, 2} = 7$
Indutância secundária	$L_{s1, 2} = 8,7 \mu\text{H}$
Corrente do secundário	$I_{sec1, 2} = 2,3 \text{ A}$
Corrente do primário	$I_p = 300 \text{ mA}$
Tensão na chave	$V_{sw} = 600 \text{ V}$
Capacitor de saída	$C_{o1, 2} = 10 \mu\text{f}$
Capacitor snubber	$C_s = 1 \text{ n}$
Resistor snubber	$R_s = 54 \text{ K}\Omega$

3. AQUECIMENTO

O conversor Flyback foi projetado para atender as necessidades especificadas pelo fabricante da LF. A Figura 3 mostra a carga ao qual conversor deverá alimentar. I_{LH} representa a corrente de entrada do filamento, I_D a corrente de descarga da lâmpada e I_{LL} representa a corrente resultante da diferença entre I_{LH} e I_D . A saída do conversor Flyback será conectada nos pontos (A) e (B) fazendo com que a corrente I_{LH} aumente e assim mantenha o aquecimento dos filamentos.

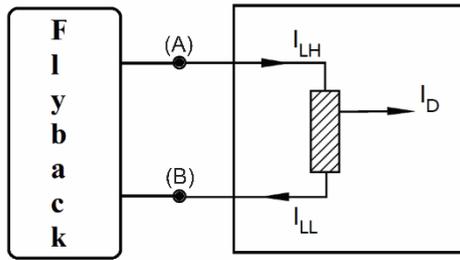


Figura 3 – Integração do conversor Flyback e a LF

2.3 Resultados de simulação

Para validação do projeto foi feita uma simulação do circuito Flyback juntamente com o circuito do reator da LF no software PSIM. O reator é composto por um circuito inversor meia ponte conectado a um filtro ressonante LCC. Na Figura 4 apresentamos as formas de onda da corrente do primário (I_{prim}), secundário ($I_{s1, 2}$) e a tensão de saída ($V_{01, 2}$).

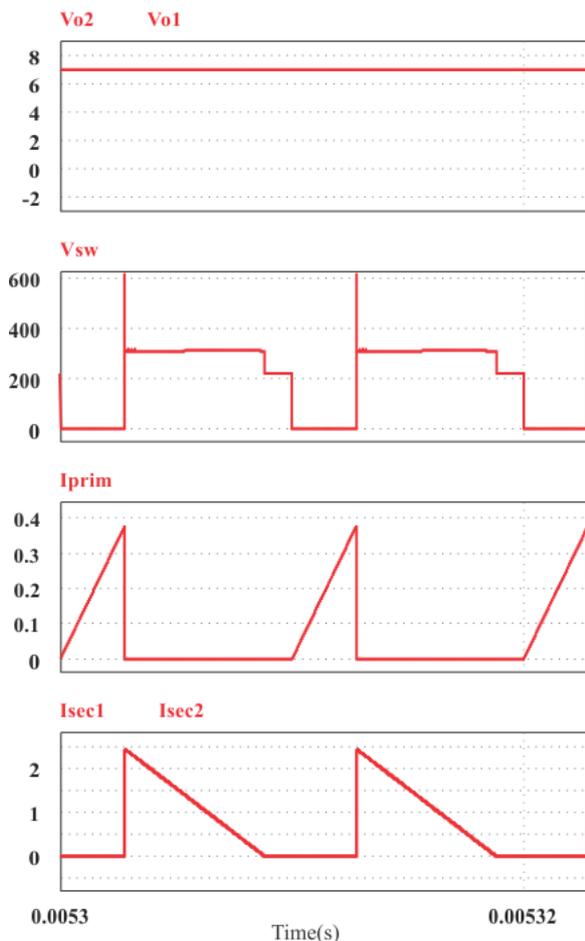


Figura 4 - Formas de onda Flyback

Pode-se realizar um comparativo com a Figura 2, onde os resultados de simulação confirmam aos resultados característicos da topologia e o dimensionamento dos componentes utilizados.

4. CONCLUSÃO

Através dos cálculos e resultados de simulação concluímos que é possível utilizar um conversor Flyback para realizar o aquecimento do filamento da LF. Com um número pequeno de componentes e grande eficiência.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Bolsista do CNPq - Brasil - (Processo 311911/2015-3) pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS

- [1] D. Klien, "A New Heating Concept for Fluorescent Lamp Ballasts," Industry Applications Conference, 2000. Conference Record of the 2000 IEEE, Rome, 2000, pp. 3428-3433 vol.5.
- [2] A. Mohammed and S. Nafi, "Flyback Converter Design for Low Power Application," International Conference on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Engineering, 2015.
- [3] R. Chen, "Analysis and Design of a DCM SEPIC PFC with Adjustable Output Voltage" Master of Science In Electrical Engineering 2015.
- [4] W. Chang, "The design of a Flyback converter based on simulation" 2011 IEEE.

- [5] D. Sávio, "The Discontinuous Conduction Mode Sepic and Cuk Power Factor Preregulators: Analysis and Design," IEEE transactions on industrial electronics, vol. 44, no. 5, october 1997.