

PRÉ-AQUECIMENTO DOS ELETRODOS DE LÂMPADAS FLUORESCENTES DE UM REATOR ELETRÔNICO AUTO-OSCILANTE COM RECONHECIMENTO

Caio de Souza Guedes

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica UFSM/bols. FAPERGS
caio_ee@hotmail.com

William Guidolin

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica UFSM/bols. PIBIC-CNPq

Maikel Menke

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica UFSM/bols. PIBIC-CNPq

Ricardo Nunes Marchesan

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica UFSM/bols. FIT-BIT

Alex Lago

Acadêmico do curso técnico de Eletrônica CTISM/bols. FAPERGS

Juliano de Pelegrini Lopes

Doutorando em Engenharia Elétrica UFSM

julianopelegrini@gedre.ufsm.br

Àlysson R. Seidel

Professor/Pesquisador do CTISM/UFSM

seidel@ctism.ufsm.br

***Resumo.** As condições de partida de uma lâmpada fluorescente (LF) são muito importantes na sua vida útil. O pré-aquecimento dos filamentos da LF antes de ignição impede a degradação prematura dos mesmos, desde que estejam satisfeitas certas exigências para atuar efetivamente. Existem, na literatura, soluções de pré-aquecimento para reatores eletrônicos auto-oscilantes. Porém, algumas soluções utilizadas não são as mais efetivas, enquanto as soluções efetivas apresentam maior complexidade ou utilizam circuitos integrados aumentando seu custo. Este artigo apresenta uma solução efetiva, e de baixo custo para pré-aquecimento dos filamentos de LF's com partida programada para um reator eletrônico auto-oscilante com reconhecimento de lâmpadas.*

***Palavras-chave:** Reator Eletrônico, Pré-Aquecimento, Auto-Oscilante.*

1. INTRODUÇÃO

O pré-aquecimento dos filamentos é um fator importante a ser considerado no projeto de um reator eletrônico. Filamentos com

baixas temperaturas levam a altas tensões na partida da lâmpada, ocasionando uma forte emissão de elétrons, enquanto em filamentos com altas temperaturas ocorrerá evaporação excessiva e choque térmico no material de cobertura dos filamentos.

Ambas as condições de temperatura inadequadas reduzirão a vida útil da LF e causarão escurecimento prematuro das suas extremidades. Tendo em vista este problema, alguns trabalhos são apresentados na literatura (ALONSO et al., 2002).

A resistência dos filamentos aumenta conforme sua temperatura. A razão entre a resistência dos filamentos ao final do pré-aquecimento (R_h), e a resistência dos filamentos com a LF fria (R_c) é definida como γ . Sendo um fator importante no pré-aquecimento (T.-F. WU et al., 2001).

Para uma partida adequada da LF os filamentos devem ser aquecidos a temperaturas entre 700°C e 1000°C (WAKABAYASHI et al., 2004). Significando um γ maior que 4,25 e menor que 6,25.

Outro fator importante e desejável seria uma tensão na LF mais baixa possível durante o pré-aquecimento, uma tensão maior do que

certos limites iniciaria uma descarga danosa para os filamentos.

Após os filamentos serem aquecidos adequadamente, a tensão na LF deve subir até o nível de partida, preferencialmente em menos de 100ms (Philips MASTER TL5 Lamps, 2006).

2. REATOR ELETRÔNICO PROPOSTO

O sistema proposto implementa um reator eletrônico auto-oscilante que reconhece as LFs T5 HO (alto fluxo luminoso de saída) de 24W, 39W e 49W automaticamente (LOPES et al., 2012). A quantidade de energia mínima necessária para os filamentos atingirem as temperaturas desejadas é dada em (Philips MASTER TL5 Lamps, 2006). Os respectivos valores de tensão nos filamentos (V_f) necessários para fornecer a energia adequada, para o tempo de um segundo de pré-aquecimento, são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores eficazes de V_f para 1 segundo de pré-aquecimento (em Volts)

LF T5HO	$V_{fmin} - V_{fmax}$
24W	4,4 – 6,7
39W	4,4 – 6,7
49W	4,9 – 8,0

2.1 Estágios do circuito

Um diagrama de blocos do circuito completo pode ser visto na Fig. 1. O circuito é dividido em diferentes estágios, o primeiro estágio consiste em um conversor SEPIC alimentado em $220V_{rms}$ atuando na correção do fator de potência (ALONSO et al., 1998).

O SEPIC fornece a tensão de barramento para o estágio do inversor half-bridge conectado ao filtro LCC ressonante utilizando um comando auto-oscilante (SEIDEL et al., 2004).

Neste estágio o comando auto-oscilante é modificado ao inserirmos uma indutância em paralelo com a indutância do comando auto-oscilante. Essa modificação tem como objetivo promover a oscilação em uma

frequência mais elevada do que a frequência de ressonância do filtro LCC (LOPES et al., 2012). Isto ocorre apenas durante o pré-aquecimento, garantindo que a tensão na lâmpada não será elevada no período de pré-aquecimento.

O reconhecimento das LFs é feito através do circuito de seleção de razão cíclica (CSRC). O valor da tensão em regime permanente da lâmpada é utilizado para, através do uso de amplificadores operacionais, definir um valor de tensão de controle V_{ctrl} . Este valor de tensão varia a razão cíclica do SEPIC, adequando a potência para cada LF (LOPES et al., 2012).

O circuito de pré-aquecimento é formado por um filtro LC projetado para uma frequência mais elevada que a frequência do filtro LCC. O secundário do indutor do filtro LC aplica uma tensão nos filamentos da LF, fornecendo assim energia necessária e elevando sua temperatura (SOARES et al., 2004).

Para a alimentação dos circuitos integrados do CSRC é implementada uma fonte de tensão auxiliar baseada em (HAUSMANN et al., 2000).

O circuito do inversor junto com o filtro ressonante já com o circuito de pré-aquecimento é mostrado na Fig. 2.

As chaves S_3 e S_4 são acionadas simultaneamente, apenas durante o período de pré-aquecimento, adicionando no circuito o indutor L_{PH} (responsável por variar a frequência de comutação) e o filtro LC de pré-aquecimento, respectivamente.

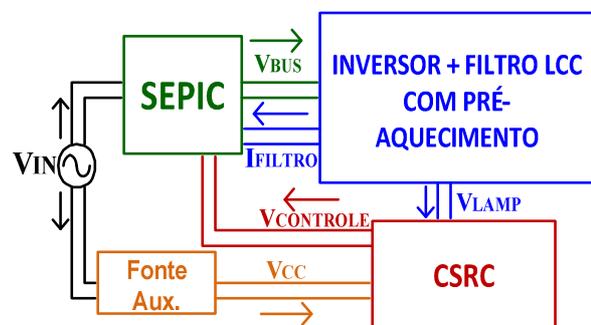


Figura 1. Diagrama de blocos do circuito completo

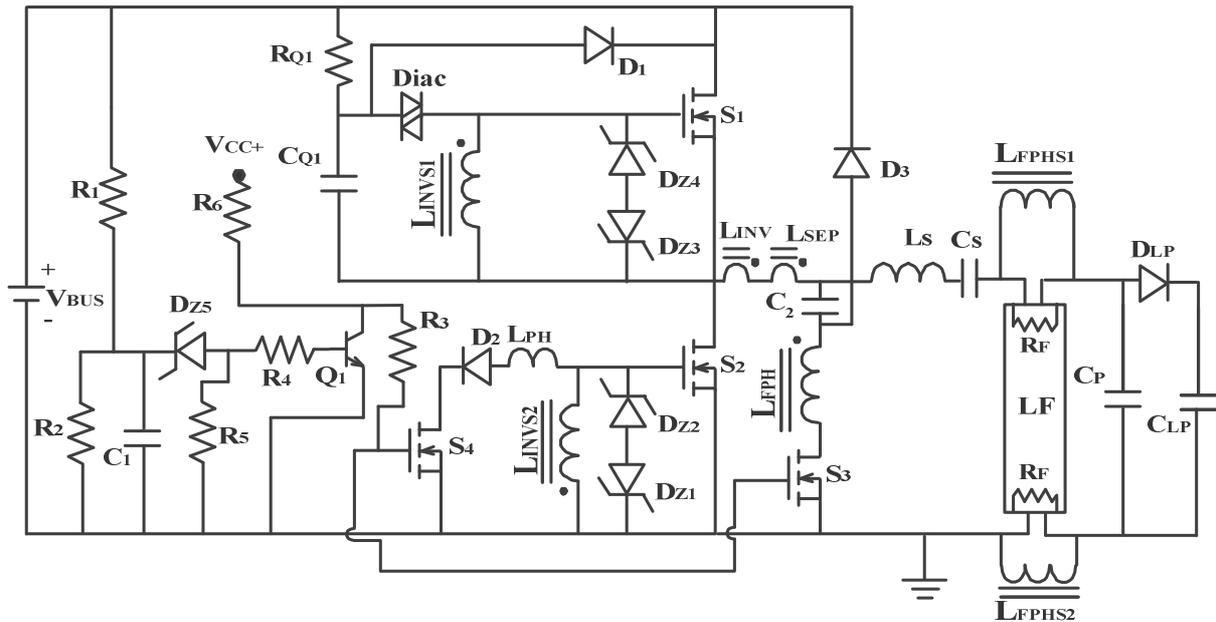


Figura 2. Diagrama do circuito do inversor com o filtro LCC e o filtro LC de pré-aquecimento

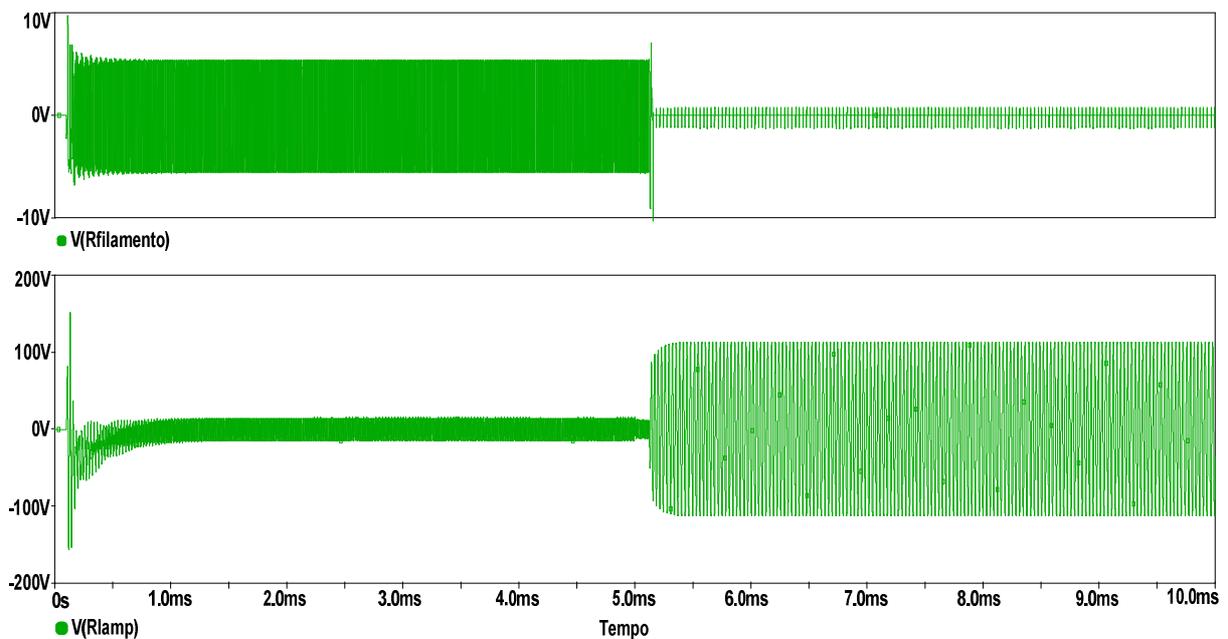


Figura 3. Forma de onda da tensão nos filamentos e na LF

2.2 Resultados de Simulação

Como a frequência durante o pré-aquecimento será elevada, a lâmpada não irá partir, tendo um comportamento de uma resistência elevada. Esse comportamento será o mesmo para as três lâmpadas fluorescentes, pois a pequena variação das resistências dos seus filamentos não representa uma grande variação na

impedância do filtro (WAKABAYASHI et al., 2004).

Sendo assim, o CSRC atuará da mesma forma para as três lâmpadas no pré-aquecimento e teremos uma tensão de barramento semelhante em todas LFs. Este fato é muito importante e simplifica bastante o projeto do filtro LC de pré-aquecimento, que de outro modo seria mais complexo de ser implementado.

Na Fig. 3 é mostrada a forma de onda da tensão nos filamentos e tensão na LF durante o período de pré-aquecimento, de partida e em regime permanente. É possível notar que a tensão na LF no período de pré-aquecimento é muito baixa, como desejado, devido a alteração realizada na frequência de auto-oscilação.

Na forma de onda da tensão no filamento, pode-se ver que assim que o circuito de pré-aquecimento é desligado a tensão aplicada nos filamentos passa a ser praticamente zero, evitando assim um desgaste indesejado na vida útil da LF.

3. REFERÊNCIAS

RIBAS, J.; ALONSO, J. M. et al. **Single-stage high-power-factor self-oscillating electronic ballast for fluorescent lamps with rapid start.** In: Proc. 8th IEEE CIEP, 2002, pp. 15–20.

WU, T.-F.; WU, Y.-C.; SU, Z.-Y. **Design considerations for single-stage electronic ballast with dimming feature.** In: IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 37, no. 5, pp. 1537–1543, Sep./Oct. 2001.

WAKABAYASHI, F. T. et al. **Measuring the equivalent resistance of electrode filaments of tubular fluorescent lamps, during dimming operation.** In: Proc. WSEAS Int. Conf. Instrum., Meas., Control, Circuits Syst., 2004, pp. 1–7.

LOPES, J. P. et al. **Feedforward regulation method for self-oscillating electronic ballast for fluorescent lamps.** In: IEE Trans. On Indus. Eletron., vol. 59, no. 4, pp. 1869-1878, Abril 2012.

ALONSO, J. M. et al. **Single-stage constant-wattage high-power-factor electronic ballast with dimming capability.** In: Proc. IEEE Electron. Specialist Conference, Vol.2, PP 1330-1336, May 1998.

SEIDEL, A. R. **Técnicas de projeto para o reator eletrônico Auto-Oscilante empregando ferramentas de controle.** Tese

(Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2004.

LOPES, J. P. et al. **Automatic lamp detection technique for self-oscillating fluorescent lamp electronic ballasts.** In: IECON - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 2012.

SOARES, A. **Reator eletrônico multifrequência para lâmpada fluorescente T5 com pré-aquecimento por tensão.** Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2004.

HAUSMANN, R. **Sistema inteligente de iluminação para duas lâmpadas fluorescentes de 40W.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reator eletrônico proposto apresenta uma topologia simples e de baixo custo, sem a utilização de circuitos integrados e que satisfaz os requisitos necessários durante o pré-aquecimento.

Devido a sua simplicidade, a topologia pode ser utilizada em outros tipos de reatores eletrônicos auto-oscilantes. Como as três LFs utilizadas apresentam um comportamento semelhante antes da partida, o circuito de pré-aquecimento funciona adequadamente, sem interferir no reconhecimento das LFs.

A tensão nos filamentos durante o pré-aquecimento mostrou-se adequada e apresenta um valor baixo durante e após a partida da lâmpada. A tensão na lâmpada fluorescente se mantém em um valor baixo garantindo que não existe descarga através da LF, evitando danos aos filamentos.

Resultados experimentais ainda devem ser obtidos para o circuito proposto, demonstrando sua eficiência e comprovando sua funcionalidade.