



**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (STC)**

**REATOR ELETRÔNICO
PARA LÂMPADA DE VAPOR DE SÓDIO 70W**

Carlos Gabriel Bianchin*

Ivan Jorge Chueiri,

João Ricardo Pasqualin

LAC – UFPR/COPEL

RESUMO

A iluminação pública atual é baseada em reatores robustos, resistentes, de altas perdas e com deterioração rápida de suas características elétricas. As principais lâmpadas utilizadas para esse fim são de vapor de mercúrio e de sódio a alta pressão. As lâmpadas de vapor de sódio apresentam um ganho sobre as de mercúrio devido ao alto índice de luminosidade. A entrada dos reatores eletrônicos nesse segmento sempre teve como barreira dois fatores: custo e confiabilidade. Esse trabalho apresentará o comportamento de um reator eletrônico para lâmpada de vapor de sódio de 70W com baixas perdas.

PALAVRAS-CHAVE

Reator eletrônico, Baixas perdas, Fator de potência, Lâmpada de vapor de sódio.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os reatores convencionais ou eletromagnéticos para lâmpadas de vapor de sódio de 70W apresentam perdas da ordem de 14W (1). A sua permanência no mercado ainda é possível devido ao fato de serem robustos, resistirem a intempéries (descargas atmosféricas, trancos mecânicos, etc) e de apresentarem custos relativamente baixos. No entanto, a deterioração das características elétricas desses reatores torna-se algo bastante relevante a partir do momento em que o capacitor de entrada, utilizado para correção do fator de potência, apresenta variações no seu comportamento durante o funcionamento. A consequência direta desse fenômeno de deterioração do

capacitor de entrada é a redução expressiva do fator de potência, que chega a atingir um valor de 0,80 em poucos anos de uso. Se se considerar um período prolongado de uso deste reator eletromagnético, o fator de potência pode atingir um valor próximo de 0,60. Outro ponto de deterioração é o indutor utilizado que, devido ao aquecimento excessivo promovido pelas perdas, tem seu valor alterado, prejudicando o funcionamento do reator e alterando o índice de luminosidade fornecido pela lâmpada.

O reator convencional é composto por um indutor em série com a lâmpada, um capacitor e um ignitor. O seu comportamento pode ser melhorado com a utilização de material de melhor qualidade na fabricação do núcleo do indutor e de um capacitor de melhor qualidade de fabricação. Porém, mais uma vez, deve-se lembrar que esses dois elementos sempre sofrerão com os itens descritos anteriormente, e provocarão alterações no funcionamento do conjunto reator+lâmpada.

2.0 - REATOR ELETRÔNICO

Os reatores eletrônicos vêm absorvendo as exigências do mercado de forma confiável e assegurando ao usuário uma série de vantagens:

- Alto fator de potência: a tecnologia de eletrônica de potência permitiu que se fizesse um reator eletrônico e ao mesmo tempo este circuito realizasse uma outra função, que é correção de fator de potência. Isso permite que se opere um reator eletrônico durante toda a sua vida útil sem alteração do fator de potência;
- Baixas perdas: a eletrônica utilizada para realizar a operação de controle e funcionamento do reator

eletrônico apresenta confiabilidade e reduzidas perdas devido a alta tecnologia empregada na fabricação dos dispositivos de alta potência (transistores, indutores e capacitores);

- Melhor rendimento da lâmpada em alta frequência com respeito ao índice de luminosidade. A consequência direta deste fenômeno é uma menor quantidade energia utilizada para a obtenção do mesmo índice de luminosidade, que no caso, é o de referência. Testes realizados em laboratório com esfera integradora comprovam esse fenômeno comparando a potência de entrada dos reatores eletrônico e eletromagnético;

- Peso do reator eletrônico: o protótipo final do reator eletrônico 70W foi comparado com um reator eletromagnético convencional; e seu peso é de 900 gramas; bem abaixo do convencional que é de 2.400 gramas. Isso permite reduzir o seu volume, e torná-lo mais manuseável durante a instalação e manutenção. A redução do seu volume também possibilita incorporá-lo dentro de uma luminária; fato este que está em estudo atualmente, objetivando a eficiência da iluminação pública.

O reator eletrônico pode ser representado de forma simplificada como na Figura 1.

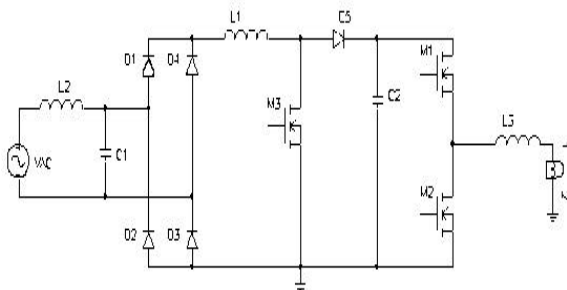


FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DO REATOR ELETRÔNICO

3.0 - RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos com o protótipo de reator eletrônico 70W apresenta uma perda média de 4W, ou seja, rendimento de 94,5%. O trabalho também permite avaliar o comportamento de um mesmo lote de lâmpadas fornecidas por um mesmo fabricante; de onde se retira que a variação nas perdas é significativa podendo atingir a 2W. Neste modelo de reator obtém-se um fator de potência de 0,96. Nas Figuras 2 (a) e (b) tem-se o comportamento deste protótipo com respeito a potência de entrada, taxa de distorção harmônica (TDH) da corrente e fator de potência.

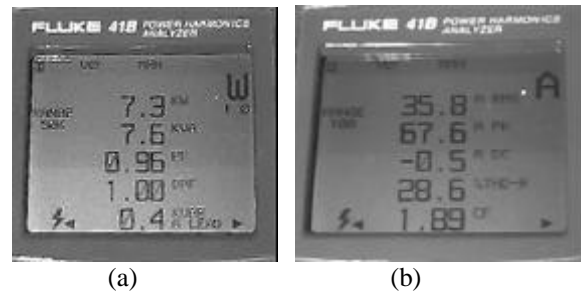


FIGURA 2 – (a) POTÊNCIA E FATOR DE POTÊNCIA DO REATOR ELETRÔNICO 70W (b) TDH DA CORRENTE DE ENTRADA

Outro ponto de avaliação do reator eletrônico 70W diz respeito a norma de harmônicas de baixa frequência na corrente de entrada (IEC 61000-3-2) (2), conforme Tabela 1:

TABELA 1- HARMÔNICAS DA CORRENTE DE ENTRADA E NORMA IEC 61000-3-2

Harmônica	Limite IEC 61000-3-2	Medido
3ª	28,8%	27,2%
5ª	10%	7,8%
7ª	7%	0,8%

O reator eletromagnético convencional apresenta uma TDH na corrente de entrada da ordem de 35%. No reator eletrônico 70W a TDH da corrente está dentro dos limites da norma IEC 61000-3-2, contribuindo para a melhoria da qualidade da energia elétrica.

Por se tratar de um equipamento que opera em alta frequência foi realizado ensaio de compatibilidade eletromagnética (3), segundo as normas de interferência eletromagnética (IEM) conduzida CISPR 15 (4) (Figura 3).

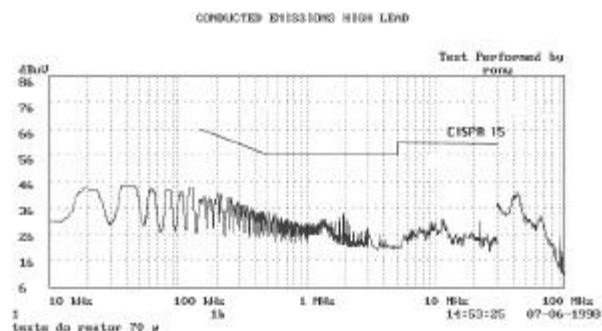
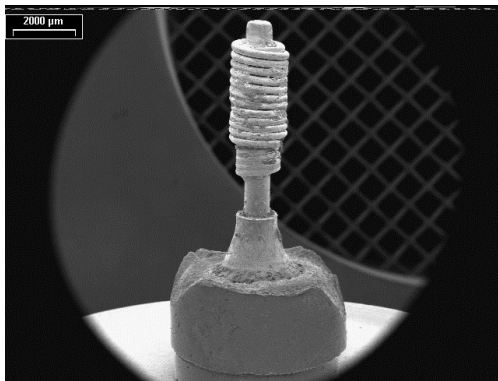


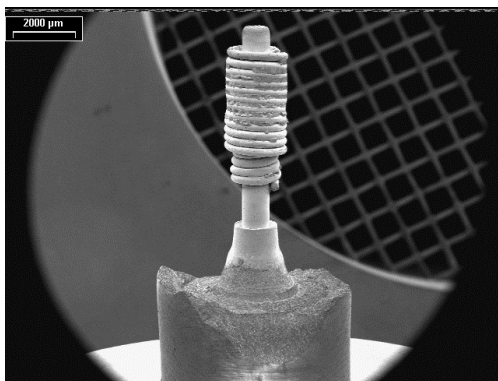
FIGURA 3 – IEM CONDUZIDA EM PROTÓTIPO DO REATOR ELETRÔNICO 70W

Testes de envelhecimento de lâmpadas indicaram que o reator eletrônico assegura um tempo de vida útil da ordem de 8 anos no mínimo. Esses testes foram realizados de forma que o reator ficasse ligado e desligado por 60 minutos. Isso permitiu

avaliar a suportabilidade que o equipamento possui no momento de pior impacto: a partida da lâmpada. As Figuras 4 (a) e (b) mostram o eletrodo de uma lâmpada de vapor de sódio após 1000 horas de operação em um reator eletrônico 70W e um reator eletromagnético convencional respectivamente (5). As Figuras 4 (a) e (b) mostram que os efeitos da operação em baixa e alta frequências, na lâmpada de vapor de sódio, são os mesmos.



(a)



(b)

FIGURA 4 – (a) ELETRODO DA LÂMPADA EM REATOR ELETRÔNICO 70W (b) ELETRODO DA LÂMPADA EM REATOR ELETROMAGNÉTICO CONVENCIONAL

4.0 - CONCLUSÃO

Demonstrou-se que o reator eletrônico 70W é uma realidade que atende às necessidades de um mercado cada vez mais exigente em termos de produtos para iluminação pública com qualidade, segundo padrões internacionais.

O reator eletrônico 70W possui características que o colocam a frente dos demais concorrentes: peso, consumo de energia elétrica, IEM conduzida e harmônicas de baixa frequência na corrente de entrada.

E mesmo, com tais características o custo do reator eletrônico 70W tem uma estimativa pouco acima do convencional no início, podendo atingir esse custo na continuidade da produção.

Os estudos finais de envelhecimento das lâmpadas de vapor de sódio, realizados pelo Laboratório de Materiais – LACMAT, considerando-se um período maior de operação, serão mostrados em trabalhos posteriores.

A confiabilidade do reator eletrônico 70W com respeito aos efeitos de imunidade a surtos elétricos também foi avaliada através de ensaio realizado pelo Laboratório de Alta Tensão - LACELE (6).

5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SÁ, R.L., STIER, R. Ensaio comparativo entre lâmpadas e reatores eletromagnéticos convencionais de 70 e 150 W. Ensaio LAC - UFPR/COPEL.
- (2) INTERNATIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION, IEC STANDARD. Equipment for Connection to the Public Low-Voltage Supply System – Part 2: Harmonics. Publications IEC 61000-3-2 (1996).
- (3) ROHRICH, R. R., SILVA, L. G. Ensaio de compatibilidade eletromagnética no reator eletrônico 70W. Ensaio LAC - UFPR/COPEL.
- (4) INTERNATIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION, IEC STANDARD. Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics of Electrical Lighting and Similar Equipment. Publications IEC CISPR 15 (1996).
- (5) CANTÃO, M. Imagens de microscopia eletrônica de varredura. Ensaio LAC - UFPR/COPEL.
- (6) RAVAGLIO, M. A. Ensaio de imunidade a surtos elétricos. Ensaio LAC – UFPR/COPEL.



Carlos Gabriel Bianchin, nascido em 09/08/1972 em Palmeira D'Oeste, SP. MSc.EE em Eletrônica de Potência UNICAMP em 1997 e graduação em Engenharia Elétrica pela UNESP em 1994. Trabalhou com codificação industrial (1997) e atualmente trabalha na linha de desenvolvimento tecnológico na área de iluminação a alta pressão (sódio, mercúrio e multivapores metálicos). Pré-reguladores de Fator de Potência Alimentando Cargas Resistivas – COBEP 95 e 97 e PESC'96.



Ivan Jorge Chueiri, natural de Ibaiti, PR – 21/02/53. MSc.EE. em Microeletrônica UNICAMP – 1992, e graduação em Eng. Eletrônica, 1982; Bacharel em Física, 1980 pela UNB. Especialização em Arq. de Computadores e Microeletrônica no Microprocessor Lab., ICTP, Trieste, Itália. Reator Inteligente com Telecomando – CIER'98 – Quito – Equador. Localização de Faltas em Redes Aéreas – 3º IBERCHIP – México – DF. Sistema Localizador de Faltas em Redes Aéreas – LAC UFPR/COPEL.



João Ricardo Pasqualin, natural de Curitiba, PR, 07/08/1978. Técnico em Eletrônica CEFET-PR 1996. Reator Inteligente com Telecomando – CIER'98 – Quito – Equador. Atua na área de desenvolvimento tecnológico de iluminação a alta pressão (sódio, mercúrio e multivapores metálicos).