

Boletim Técnico

Tema: BT006 – Comportamento eletromagnético de transformadores UV

Márcio Moraes dos Santos

RESUMO

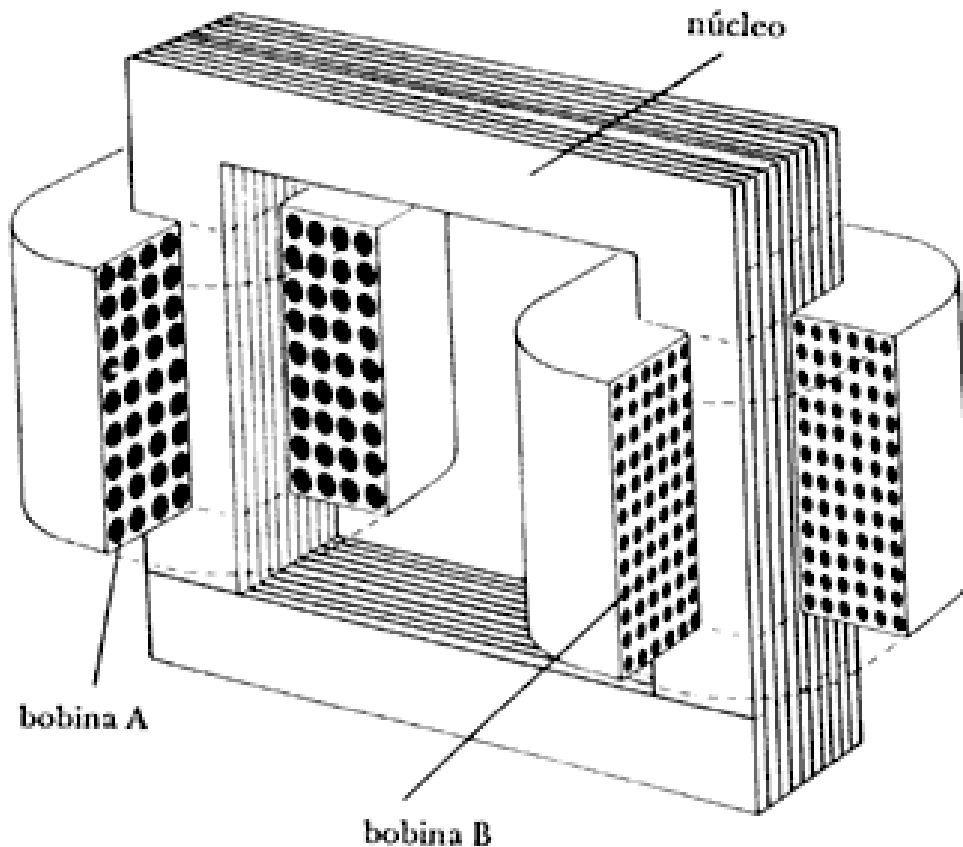
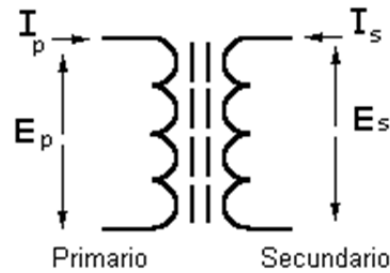
O presente artigo discutirá importantes aspectos relacionados ao comportamento dos campos eletromagnéticos e das grandezas elétricas envolvidas no funcionamento de transformadores e/ou fontes utilizadas em sistemas dotados de lâmpadas UV.

1. Aspectos Construtivos e Rebobinagem

Atualmente há no mercado brasileiro vários sistemas para alimentação de lâmpadas de emissão ultravioleta, dentre eles os mais comuns são: *transformadores (com modulação de potência por associação de capacitores/indutores) e fontes eletrônicas (com modulação de potência por circuito eletrônico).*

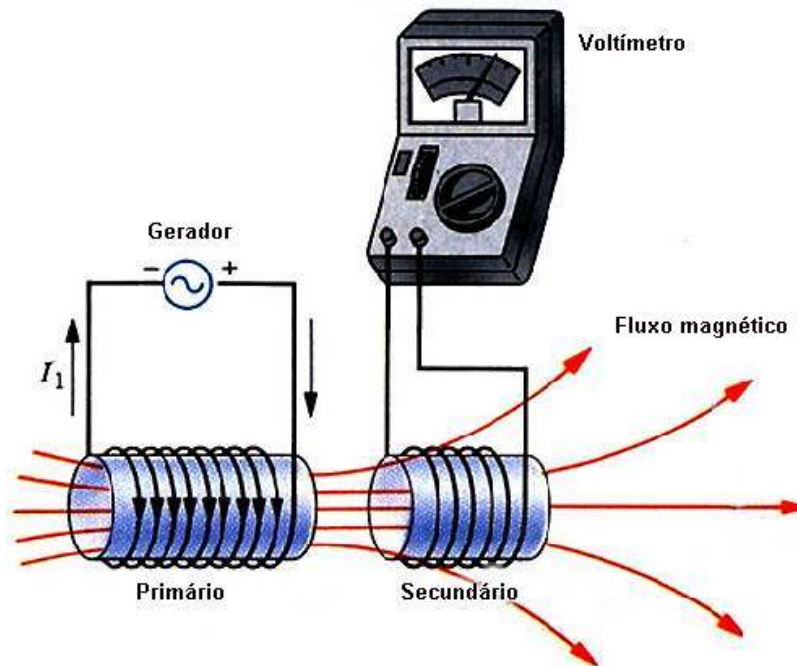
O primeiro caso são os transformadores, que são dispositivos eletromagnéticos que elevam a tensão da rede pública até o nível suficiente para o acendimento da lâmpada. Nestes sistemas o ajuste da corrente em regime de 100% (potência máxima) se dá pelo dimensionamento e posicionamento correto do shunt eletromagnético. Dividindo-se o número de espiras do secundário (N_p - bobina B) pelo número de espiras do primário (N_s - bobina A) saberemos a relação de transformação. Multiplicando-se esta relação de transformação pela tensão da rede pública (E_p - tensão de entrada), saberemos a tensão de partida (E_s - secundário) da lâmpada.

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$



Na ilustração acima se pode verificar que há um acoplamento eletromagnético entre a bobina A (primário) e a bobina B (secundário). A qualidade do material do núcleo (permeabilidade magnética) determinará a eficiência do sistema. É importante ressaltar que as propriedades magnéticas do núcleo (normalmente construído com chapas de silício) se alteram ao longo do tempo, de modo que o transformador tende a perder sua eficiência com o passar dos anos.

Quanto melhor a qualidade do material utilizado no núcleo, melhor será o fluxo eletromagnético e teremos assegurada a tensão de partida (tensão do secundário) conforme vemos na ilustração abaixo:



Entre as duas bobinas, com a finalidade de regular a corrente em regime de 100% é inserido o shunt, espécie de módulo de chapas de silício devidamente calculadas e posicionadas de modo a provocar reatância indutiva. Tal reatância é um fenômeno de força contra eletromotriz que limita a corrente no circuito do secundário, ou seja, garante que a corrente na lâmpada não excederá o seu valor de projeto.

Quando ocorre a queima de um transformador e o trabalho de manutenção (rebobinagem) é efetuado por profissional não qualificado, alguns fatores não são levados em consideração, a saber:

- Não é feita medição da permeabilidade magnética do material do núcleo uma vez que não possui medidor de tesla.
- Não são avaliadas as características eletromagnéticas do silício e do cobre envolvidos no projeto original.
- Ingenuamente a atenção do rebobinador está centrada na reposição das espiras de cobre danificadas.
- O shunt não é inserido adequadamente, ocorrendo na verdade falta de algumas lâminas em alguns casos.

- A regulagem da posição do shunt não é feita com carga (lâmpada) ligada no secundário, o que proporciona corrente incorreta no secundário, provocando redução na vida útil da lâmpada ou problemas de acendimento/estabilização.

Há de se mencionar que a não atenção a estes fatores pode provocar ruído eletromagnético no transformador. Tal ruído, em alguns casos associado a capacitores envelhecidos, provoca a presença de harmônicas que comprometem a integridade dos demais equipamentos elétricos ligados ao sistema e/ou o desarme dos sistemas de proteção contra transientes.

2. Aspectos Funcionais

A lâmpada acende, ou seja, o arco elétrico rompe a barreira dielétrica do gás ignitor provocando a vaporização do mercúrio, quando presente determinado nível de tensão.

A partir daí a tensão cai e vai incrementando até que atinja o valor máximo denominado tensão de trabalho. Tal tensão é determinada por características físico-químicas da lâmpada e propriedades do sistema de refrigeração.

Em transformadores convencionais (não eletrônicos) a corrente normalmente inicia em um valor alto (corrente de partida) e decresce na medida que a lâmpada aquece e sua tensão aumenta, conforme a tabela a seguir:

Tempo (s)	Corrente (A)	Tensão (V)
0	0	2500
1	11	150
5	13	90
30	11	150
60	9,5	300
90	8,5	600
120	8	900
150	7,5	1200
180	7	1570

Tab.1: Lâmpada Arco 50" – 10kW

Algumas fontes eletrônicas microprocessadas possuem um circuito eletrônico que além de poder apresentar uma tensão de partida superior e transitória, necessária às lâmpadas dopadas, se utilizam de um programa que determina o comportamento do acendimento e da estabilização da lâmpada UV (curva de corrente ao longo do tempo).

Tais fontes possuem recurso de regulação da corrente de partida, da corrente estabilizada e outros aqui não relevantes, facultando ao usuário bom controle do processo. Todavia, conforme verificado na tabela acima as lâmpadas levam pelo menos três minutos para estabilização plena, ou seja, para a corrente do secundário cair até o valor de funcionamento regular. Há casos, em lâmpadas aditivadas, que este tempo de estabilização pode ser maior ainda.

Em algumas fontes eletrônicas, o acendimento se dá num nível de corrente ajustado por meio de trimpot e tal nível permanece por determinado tempo caindo para o valor de corrente nominal após o decurso deste lapso temporal. O funcionamento é semelhante ao descrito na seguinte tabela:

Tempo (s)	Corrente (A)	Tensão (V)
0	0	2500
1	11	150
5	13	90
30	12	150
60	8	300
90	8	600
120	8	900
150	7,5	1200
180	7	1570

Tab 2: Corrente em fontes eletrônicas microprocessadas

Neste caso, observamos que a corrente de partida é mantida até 30 segundos (hipoteticamente falando) e depois disto o sistema a reduz para um nível próximo à corrente de regime 100% da lâmpada.

Este tempo, que aqui foi arbitrado em 30 segundos, será maior ou menor, em função do tipo de composição química da lâmpada. Por exemplo, lâmpadas com alta concentração de haletos metálicos (para obtenção de excelentes níveis de emissão UVV) necessitam de correntes altas por pelo menos 3 minutos para que ocorra a vaporização plena de seu conteúdo e a consequente estabilização. Caso este tempo não seja respeitado é possível que a lâmpada acenda mas apague no momento em que o circuito eletrônico muda o nível da corrente, neste caso precocemente.

Infelizmente algumas fontes eletrônicas microprocessadas possuem este tempo ajustado sem possibilidade de reajuste pelo usuário.

Por outro lado, as fontes eletromagnéticas convencionais possuem um transformador que opera até mesmo sem o módulo eletrônico. Tal módulo, sem os recursos de ajuste do modelo citado acima, só tem por função ajustar a corrente sobre a carga (lâmpada). Neste caso o comportamento de decréscimo da corrente de partida é idêntico ao ilustrado na tabela 1, ou seja, não há riscos de problemas no acendimento e/ou estabilização da lâmpada.

3. Problemas Frequentes

Problema: Lâmpada não acende

Solução: Verificar se a tensão de partida (secundário) é igual ou superior ao necessário para o acendimento da lâmpada. Caso seja há problemas com a lâmpada e/ou excesso de exaustão. Caso não seja pode haver subtensão na entrada da rede, mau dimensionamento do secundário ou falha na rebobinagem (se for o caso).

Problema: Lâmpada acende mas apaga após segundos

Solução: Se falamos de transformador convencional é preciso verificar se a corrente de partida é suficiente para a estabilização da lâmpada. Atenuação da corrente de partida em decorrência de envelhecimento de capacitores é a causa mais frequente deste tipo de problema. Porém, o problema pode decorrer de subtensão na entrada, má seleção do TAP, uso de indutor de ½ potência na partida e/ou excesso de exaustão.

Há ainda o caso do uso de fontes eletrônicas onde é possível que o tempo de aquecimento (warm-up) é insuficiente à vaporização do mercúrio e conseqüente estabilização térmica da lâmpada.

Problema: Lâmpada acende mas o disjuntor do equipamento desarma

Solução: Verificar se a corrente de partida da lâmpada está dentro do limite esperado. Sobrecorrentes na partida provocam alta corrente no primário e o consequente desarme das proteções. Verifique a qualidade dos capacitores, do shunt e se a tensão de entrada é adequada à seleção do TAP efetuada. Partir a lâmpada em regime de 50% e mudar para potência máxima após 5 minutos é saída viável para minimizar este problema. A utilização de capacitores de correção de fator de potência no primário reduz drasticamente a corrente no sistema, reduzindo o desarme das proteções.

Problema: Lâmpada acende mas não cura suficientemente

Solução: Identifique a potência (em *watts*) de sua lâmpada. Para uma lâmpada de 10.000W a potência aparente (em VA) deverá ser cerca de 10% superior (considerando fator de potência 0,91) e assim teremos algo em torno de 11000VA. Tensão multiplicada por corrente deverá estar igual ou inferior à potência nominal da lâmpada em VA (neste caso exemplificativo 11000VA). Para aumentar a potência deve-se baixar o TAP do transformador e para reduzi-la deve-se aumentar o TAP. Deve-se tomar cuidado para não se ultrapassar a potência nominal (da placa de identificação) do transformador nestes ajustes. A potência do transformador é obtida pela multiplicação da tensão pela corrente de entrada do transformador.