

Comportamento Eletromagnético de Transformadores e Fontes UV

Márcio Moraes dos Santos
17/05/2006

RESUMO

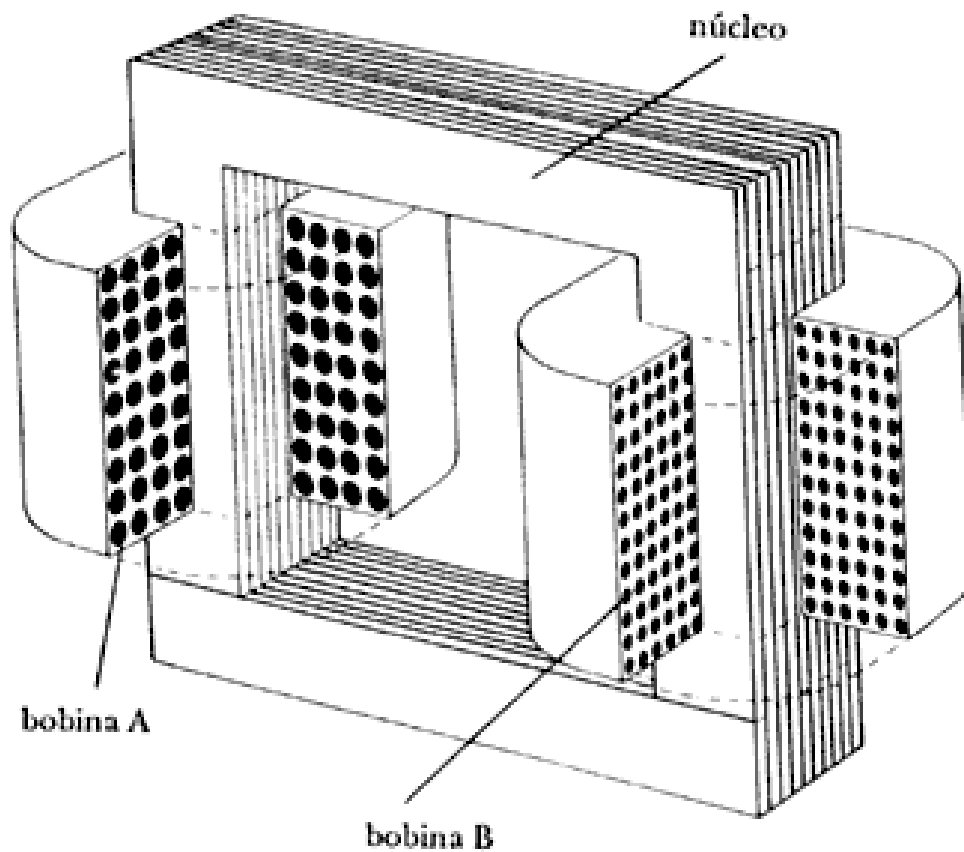
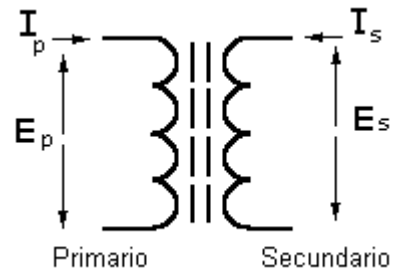
O presente artigo discutirá importantes aspectos relacionados ao comportamento dos campos eletromagnéticos e das grandezas elétricas envolvidas no funcionamento de transformadores e/ou fontes utilizadas em sistemas dotados de lâmpadas UV.

Aspectos Construtivos e Rebobinagem

Atualmente há no mercado brasileiro dois sistemas para alimentação de lâmpadas de emissão ultravioleta: *transformadores (com modulação de corrente por associação de capacitores/indutores)* e *fontes eletrônicas (com modulação de corrente 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 (bobina B) pelo número de espiras do primário (bobina A) saberemos a relação de transformação. Multiplicando-se esta relação de transformação pela tensão da rede pública (tensão de entrada), saberemos a tensão de partida (secundário) da lâmpada.

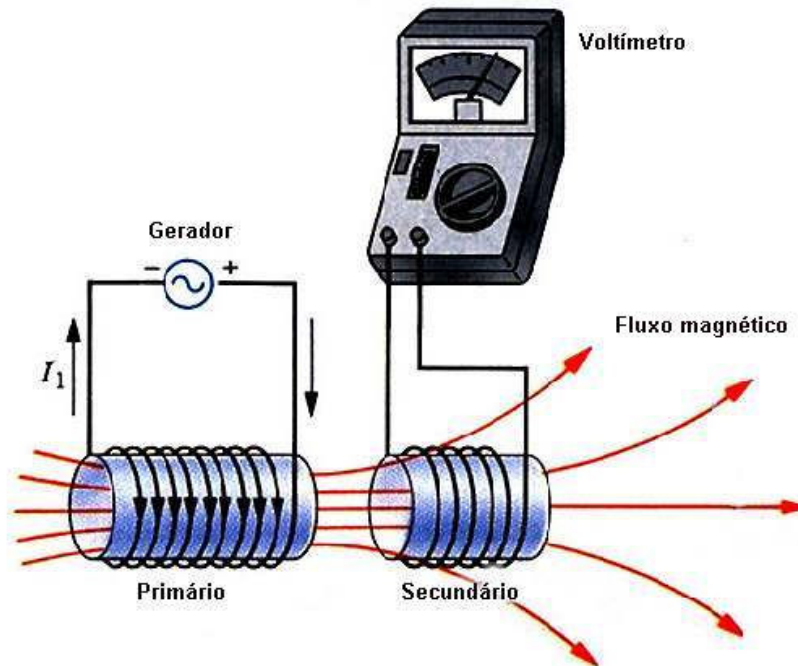
$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$



Na ilustração acima pode-se 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 à 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.

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 inicia em um valor alto (corrente de partida) e decresce na medida que a lâmpada aquece e sua tensão aumenta, conforme a tabela abaixo:

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

Em transformadores que possuem controle de corrente por circuito eletrônico atualmente possuem dois tipos de funcionamento, um assumido pelos produtos fabricados pela Sigma e outro pelos produtos fabricados pela Rasatronic.

As fontes eletrônicas Sigma 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.

Tais fontes, da Sigma, possuem recurso de regulagem 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.

Nos equipamentos Sigma, 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 Sigma

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 conseqüente 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 os equipamentos Sigma possuem este tempo ajustado sem possibilidade de reajuste pelo usuário.

Por outro lado, os equipamentos Rasatronic 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.

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 freqüente deste tipo de problema. Porém, o problema pode decorrer de subtensão na entrada, má seleção do TAP 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. Sobre-correntes na partida provocam alta corrente no primário e o conseqüente 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.