

Características desejáveis em uma fonte de alta tensão para eletrofição

Fontes de alta tensão são utilizadas para produzir fortes campos elétricos que possibilitam a formação de fibras delgadas (nanofibras) em processos e eletrofição (electrospinning). Algumas alternativas existem no mercado mundial, e dado seu (geralmente) elevado custo de aquisição, é natural o surgimento de dúvidas na hora de decidir por um ou outro equipamento.

Este documento busca elucidar as principais características que devem ser observadas na hora de escolher qual é a fonte de alta tensão mais adequada para estas aplicações.

Prof. Luiz A. Feijó Jr.

Fontes de alta tensão são equipamentos projetados e construídos para diversas aplicações, que vão de laboratórios de metrologia e pesquisa a filtros de redução e poluição do ar e pintura eletrostática. Uma fonte ajustável permite variar a tensão de saída de forma a permitir controlar processos e observar seus efeitos. Diversas arquiteturas e configurações são encontradas em função das diferentes aplicações destes equipamentos.

Um fator básico de incompatibilidade pode ser, por exemplo, a não limitação da corrente de saída da fonte - equipamentos utilizados para teste de rigidez dielétrica de cabos podem regar correntes de saída elevadas que colocam em risco o operador quando utilizadas para outras finalidades que não aquela para a qual foram projetadas.

Procure sempre observar ao menos os aspectos apresentados a seguir quando da escolha do equipamento para pesquisas com eletrofição:

- 1) **Indicação da tensão real de saída:** Uma fonte de alimentação de alta tensão variável consiste basicamente de um circuito conversor de tensão alternada para contínua, um circuito de controle e um conversor de baixa para alta tensão, observe o diagrama de blocos abaixo.

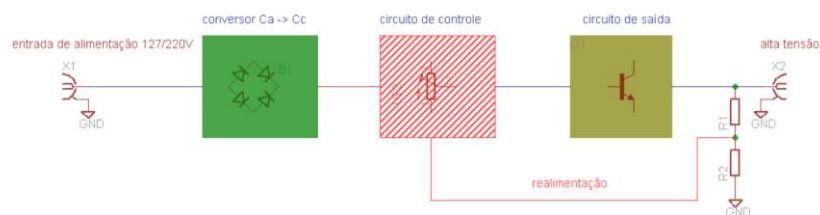


Figura 1

Feijo Junior Pesquisas Eireli

Rua João Abbott, 451 / 502 – Porto Alegre, RS - CEP 90460-150
Fone (+55 51) 99545-2188 – www.faiscas.com.br

De forma simplificada, é atribuição do circuito de controle gerar sinais que possibilitem a obtenção de altas tensões na saída da fonte de alimentação. Um elo de realimentação “olha” para a tensão de saída e compara a mesma com o valor que foi definido pelo operador; se há divergência entre o valor ajustado e o valor gerado uma correção é efetuada. Existe, entretanto, uma limitação: se a carga ligada na saída desta fonte tiver um valor de resistência elétrica muito baixa, drenando uma corrente elétrica alta o suficiente, isto pode fazer com que o circuito de controle, que tem limitações de faixa de operação, deixe de regular adequadamente a tensão de saída.

O efeito advindo desta situação é que o painel da fonte pode estar indicando uma voltagem e

saída e na verdade a voltagem e saída é mais baixa que aquela para o qual foi ajustada (“setting point”). O usuário supõe estar aplicando uma tensão em seu experimento e na verdade está aplicando outra, menor. Em situações em que a carga de saída é variável (caso de um dispositivo em ambiente com maior ou menor umidade, por exemplo) este efeito só pode ser observado se for utilizado, junto com a fonte de alta tensão, uma ponteira de alta tensão e um voltímetro monitorando permanentemente a voltagem e saída.

Uma fonte de alimentação para aplicações como eletrofiação deve, preferencialmente, indicar o valor efetivo de voltagem de saída, e não o valor ajustado para a voltagem e saída. Desta forma, em havendo variação significativa da carga aplicada à fonte, e estando esta alteração fora da faixa de auto ajuste da fonte, poderá o operador intervir e corrigir o erro reajustando a tensão de saída (se a fonte de alimentação for do tipo analógica). Isto demanda pelo emprego de um medidor de alta tensão acoplado diretamente à saída da fonte e não um simples indicador de “setting point” como a maioria das fontes dispõe.

- 2) **Limitação da corrente máxima de saída** : Os potenciais envolvidos em processos de eletrofiação pode chegar a mais de 25 kV. A energia de saída de uma fonte de alimentação pode ser perigosa se sua impedância de saída for muito baixa. Representamos esta impedância interna da fonte de alimentação de alta tensão em seu “*equivalente de Thévenin*” como um resistor Z_{th} em série com uma fonte de tensão V_{th} (ver *figura 2*). Em última análise esta resistência interna é quem limita a corrente máxima gerada pela fonte e, portanto, a carga elétrica transferida para sua saída a cada momento.

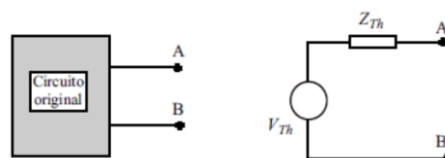


Figura 2 – Equivalente de Thevenin

Os riscos associados à esta carga são basicamente riscos de choque elétrico. Existem normas que especificam os valores seguros de corrente máxima suportável pelo homem na hipótese de contato acidental com partes vivas, como por exemplo, as normas do IEC (International Electrotechnical Commission) como a **IEC.479-1**, que trata dos efeitos fisiológicos associados a choques elétricos, estabelecem como absolutamente seguras correntes contínuas inferiores a 2 mA (ver o Anexo A).



Figura 3 – fonte de alimentação com limitação de corrente de saída

Fontes de alta tensão, para serem completamente seguras, devem possuir limitação da corrente máxima de saída observando estes valores. A 30 kV, por exemplo, isto corresponde a uma resistência interna de aproximadamente 15 M Ω .

- 3) **Referência permanente ao potencial de terra:** Fontes de alimentação de alta tensão devem estar permanentemente referenciadas ao potencial seguro de aterramento ou, na eventualidade de falha na conexão de terra, ao menos ao potencial do terminal neutro da alimentação.
- As fontes de alimentação de alta tensão devem dispor de aterramento de forma a atender a norma IEC 61140 (*Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment. International Electrotechnical Commission.*) quanto à sua classificação como tipo I (ver anexo B). De acordo a este requerimento os terminais de alimentação da fonte devem ser dotados de conectores com 3 pinos, sendo um deles o de terra.
- No Brasil, entretanto, com frequência ocorrem instalações elétricas com deficiência no sistema de aterramento e mesmo sua ausência. Além disto, em muitos casos recorre-se ao uso de adaptadores em função do padrão de tomadas Brasileiro não ser compatível ao americano ou europeu. Por fim, acontece também de pessoas desavisadas desabilitarem ou simplesmente retirarem o pino terra do cordão de alimentação.



Figura 4 – tomada de alimentação de 3 pinos

Nestes casos, havendo qualquer problema com a ligação do terminal de retorno da fonte ao aterramento efetivo, pode-se elevar todo o potencial do setup de teste a níveis perigosos. Cabe ainda observar que mesmo com a limitação de corrente de saída pode ocorrer acúmulo de carga nestes dispositivos em função de sua capacitância com a terra e isto pode levar à exposição do operador a potenciais perigosos. Recomendamos observar se o equipamento possui sistema de proteção que assegure que na eventualidade de falta de aterramento não ocorra acúmulo de cargas perigosas nos equipamentos e dispositivos ligados ao terminal negativo da fonte.

- 4) **Equipamentos de baixo custo desenhados para outro tipo de uso:** Fontes de alimentação de baixo custo e confiabilidade, de procedência Chinesa, são algumas vezes incorporadas em equipamentos para pesquisa. Este tipo de hardware utiliza sistemas de chaveamento auto oscilantes de forma a minimizar a quantidade de componentes empregados em sua construção. Como consequência, tensões de saída instáveis (variando muito em função da temperatura, carga e tempo de uso) adicionam variáveis adicionais ao processo de obtenção das nanofibras, gerando incertezas adicionais no processo e imprevisibilidade dos resultados.

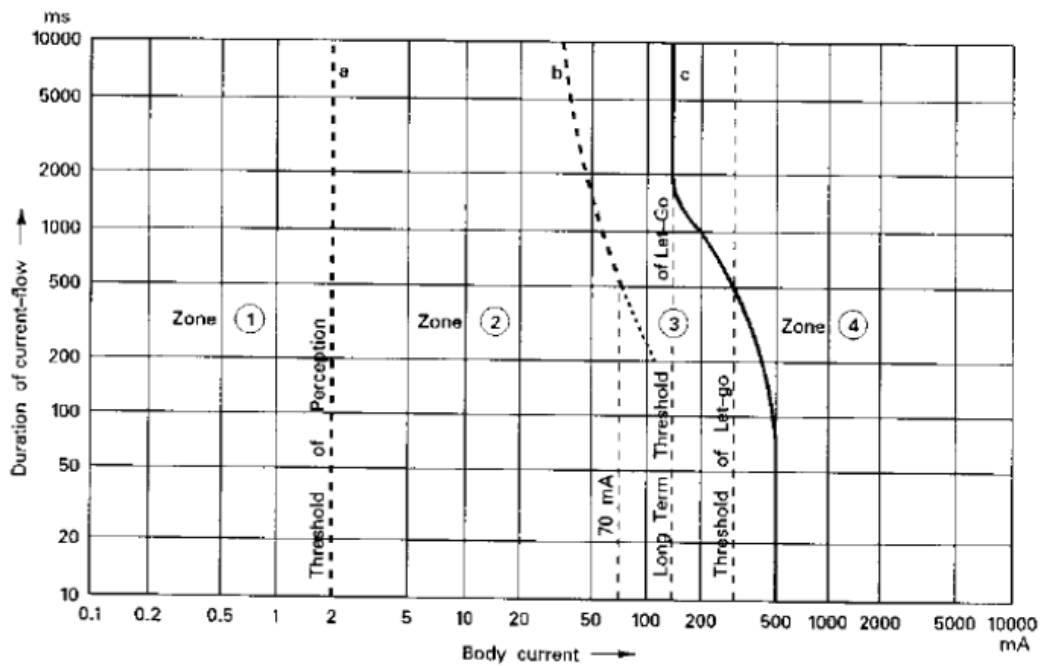


Figura 5 – fonte de alimentação não estabilizada para uso em filtros eletrostáticos

Anexo A - IEC.479-1

ZONES OF PHYSIOLOGICAL EFFECTS

ZONE	PHYSIOLOGICAL EFFECTS
ZONE 1	USUALLY NO REACTION EFFECTS
ZONE 2	USUALLY NO HARMFUL PHYSIOLOGICAL EFFECTS
ZONE 3	USUALLY NO ORGANIC DAMAGE IS TO BE EXPECTED. INCREASING WITH CURRENT MAGNITUDE AND TIME, REVERSIBLE DISTURBANCES OF FORMATION AND CONDUCTION OF IMPULSES IN THE HEART ARE LIKELY.
ZONE 4	VENTRICULAR FIBRILLATION LIKELY. INCREASING WITH CURRENT MAGNITUDE AND TIME OTHER PATHOPHYSIOLOGICAL EFFECTS, FOR EXAMPLE HEAVY BURNS, ARE TO BE EXPECTED IN ADDITION TO THE EFFECTS OF ZONE 3.



Feijo Junior Pesquisas Eireli

Rua João Abbott, 451 / 502 – Porto Alegre, RS - CEP 90460-150
Fone (+55 51) 99545-2188 – www.faixas.com.br