

CONSTRUÇÃO DE UMA FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA PARA TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE POR PLASMA

C.M.A. Andrade

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: cristian.araujo@gmail.com

J.A. Lima

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: anchieta@cefetrn.br

J.M. Lourenço

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: magner@cefetrn.br

RESUMO

A tecnologia a plasma tem hoje um papel de grande importância em pesquisa e desenvolvimento em áreas como tratamentos superfície e processamento de materiais. Esta tecnologia vem servindo de subsídio para o desenvolvimento de rotas alternativas para a obtenção de metais refratários, melhoramento das propriedades mecânicas dos materiais tendo sua aplicação nas indústrias automotivas, aeroespacial, biomédica, microeletrônica, têxtil. Entre as vantagens da aplicação desta tecnologia podemos destacar a versatilidade na operacionalização do processo e sua reprodutibilidade associada à economia (tempo e temperatura de tratamentos menores) obtida quando comparado com os processos convencionais. O plasma aplicado no processamento de materiais é produzido usualmente por descargas elétricas por ser de fácil implementação e permitir um controle preciso das condições de trabalho. Para gerar e manter o plasma é necessário uma fonte de corrente contínua (DC), radio frequência (RF) ou microondas (MW) onde se aplica uma diferença de potencial em uma câmara hermeticamente fechada contendo o gás de processo. O desenvolvimento da tecnologia a plasma tem se dado juntamente com o advento da eletrônica de potência e da microeletrônica, fazendo uso de dispositivos cada vez mais sofisticados que são aplicados nas fontes de alimentação. Neste trabalho é proposta a construção de uma fonte de corrente contínua visando à aplicação em um reator a plasma que será utilizado como prática de ensino aos alunos. Esta fonte consiste em um sistema eletro-eletrônico que possibilita a variação da tensão entregue a câmara de plasma, possibilitando assim realizar estudos de descargas elétricas em gases e comprovação da lei de Paschen.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia a plasma, eletrônica de potência, fonte de corrente contínua, lei de Paschen.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias atuais vêm se desenvolvendo nas mais diversas áreas, e cada vez mais pesquisadores se dedicam à pesquisa na área de novos materiais. Segundo Chen (1995) e Massi (1999) para cada área, desde a microeletrônica até a medicina, são desenvolvidos materiais de características interessantes para as suas aplicações. Uma das áreas que mais vem ganhando destaque seja pela sua versatilidade ou pelos excelentes resultados que a acompanha é a tecnologia a plasma.

O plasma pode ser definido como um gás contendo partículas carregadas, tais como íons positivos, íons negativos e elétrons, e partículas neutras, a exemplo de átomos e moléculas. Em muitas referências encontra-se o plasma sendo definido, também, como o quarto estado da matéria, fato este que não causa nenhuma estranheza, uma vez que ao se fornecer energia a um gás confinado obtêm-se o plasma, derivando assim do terceiro estado da matéria (Alves Jr., 2001).

Ao se aplicar uma diferença de potencial entre dois eletrodos contidos em um sistema hermeticamente fechado, a uma pressão suficientemente baixa e contendo um gás é possível criar uma descarga elétrica luminescente ou o plasma.

Para que seja mantida esta descarga elétrica é necessária a utilização de uma fonte de potência, que podem ser de tensão contínua (*DC*), radiofrequência (*RF*) ou microondas (*MW*). Estas fontes de potência têm seu desenvolvimento acompanhado pelos recentes desenvolvimentos de dispositivos eletrônicos que possibilitaram a obtenção de altos valores de tensão ou frequência sem que houvesse superaquecimentos em partes da peça e abertura de arcos catódicos durante o tratamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Construção da Fonte de Potência

Com a função de fornecer energia à câmara de processamento de materiais foi construída uma fonte *dc* monofásica de tensão ajustável. Desta forma para melhor compreensão e análise, o sistema foi dividido em blocos, conforme ilustrado na figura 1:

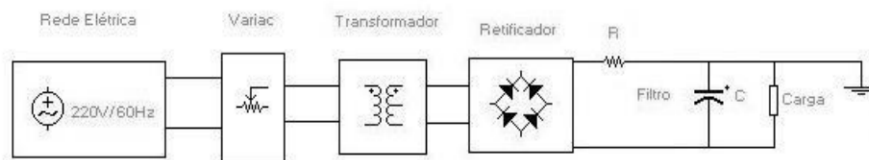


Figura 1 – Diagrama esquemático da fonte *dc* monofásica.

A primeira etapa da fonte de potência consiste em um regulador de tensão do tipo Varivolt (ver figura 2), este recebe a tensão alternada da rede elétrica de 220 V e entrega uma tensão que pode ser ajustada entre 0 e 220 V. Este equipamento nada mais é do que um autotransformador que possui um sistema de escovas acoplado as suas espiras dispostas de forma circular e que ao ter o número de voltas da bobina variado, altera-se o valor da tensão de saída de acordo com a expressão:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1)$$

Na equação acima N_1 representa o número de voltas do enrolamento primário, N_2 o número de voltas do enrolamento secundário, o termo V_1 significa a tensão no primário ou entrada e V_2 a tensão no secundário ou na saída.



Figura 2 – Varivolt empregado na construção da fonte de potência.

Transformador: Dois transformadores de tensão monofásicos, que recebem a tensão do Varivolt, foram empregados com o objetivo de elevar a tensão e mantê-la em um valor desejado.

Os transformadores tiveram as bobinas do enrolamento primário associadas em paralelo, uma vez que ambos trabalham com uma tensão de entrada de 220 V. O enrolamento secundário, de ambos os transformadores, possuem uma saída de 440 V, tendo-se associado estas bobinas em série para que se permitisse uma maior tensão de saída. A figura 3 evidencia o que foi exposto.

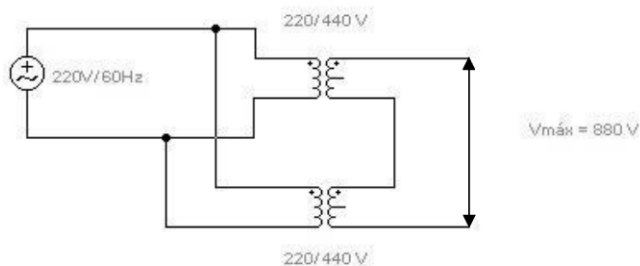


Figura 3 – Representação da associação de transformadores.

Estes transformadores juntos possuem uma relação de transformação $\alpha = 0,25$, podendo chegar a 880 V em sua saída, possuindo potência máxima de 1 KW. Na figura 4 abaixo temos um exemplo do transformador empregado.



Figura 4 – Transformador elevador de tensão.

Retificador: Acoplado a saída do transformador encontra-se um circuito retificador em ponte modelo KBPC 50/10 do fabricante *WTE Power Semiconductors* (ver figura 5), este circuito consiste em 4 diodos associados na configuração de ponte. Por diodo entendem-se como um dispositivo semicondutor, de uso bastante difundido em áreas como eletricidade e eletrônica em geral, este dispositivo é empregado com o objetivo de se deixar conduzir corrente elétrica em apenas um sentido, tornando a corrente alternada que recebemos em nossas residências em corrente contínua.



Figura 5 – Componente utilizado para retificação da tensão.

Resistência Série: O resistor em série foi incluído no circuito, entre o retificador e o filtro, para limitar o pico de corrente através dos dispositivos do retificador (Guimarães, 1997). A corrente de pico é grande quando existe uma carga capacitiva. O motivo disto se deve ao capacitor, que quando descarregado, é um curto-circuito na saída, sendo a corrente limitada apenas pela resistência da fonte (Phillips, 1976).

Filtro: O método mais comum de redução da ondulação da tensão de saída de um retificador é o uso de um capacitor de filtro (Vendramin, 1994). O valor do capacitor é obtido de acordo com a redução da ondulação para um determinado circuito. Na ausência de um capacitor de filtro, a tensão entregue a carga é pulsante, com uma grande quantidade de harmônicos que irão perturbar o funcionamento da carga (Guimarães, 1997).

2.2. Teste da fonte na câmara

Os terminais da fonte de potência foram acoplados nos eletrodos da câmara que continha ar atmosférico a baixa pressão. Foi então aplicada uma diferença de potencial da ordem de 420 V e verificou-se a ruptura da rigidez dielétrica do ar, formando assim o plasma. A região luminescente observada na figura 6 corresponde ao plasma formado.

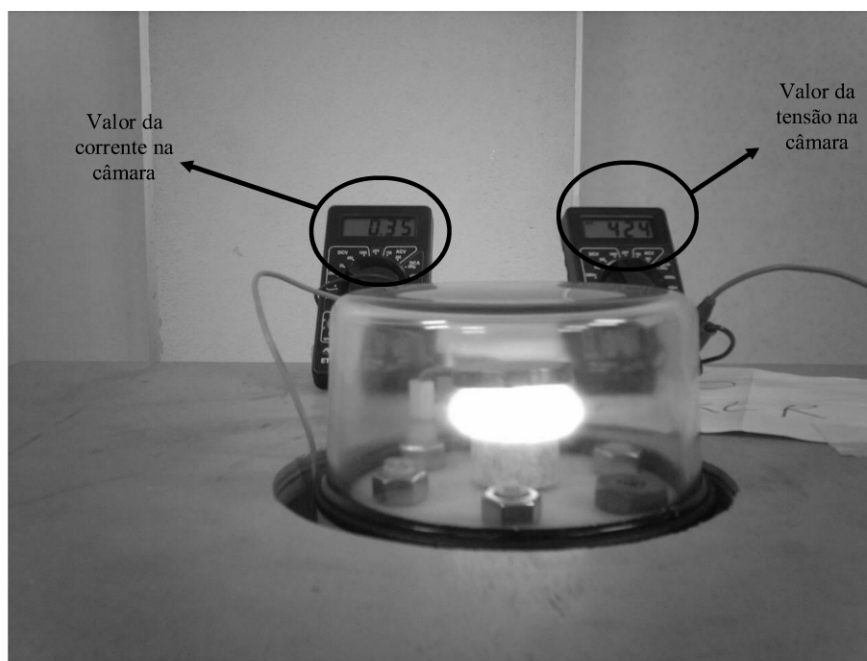


Figura 6 – Valores de tensão (em Volts) e corrente (em Âmpere), observados após a formação do plasma.

Na saída da fonte foram empregados multímetros modelos ET 1001 do fabricante *Minipa* para leitura da tensão e da corrente na câmara (ver figura 6).

3. CONCLUSÃO

Este trabalho trata do desenvolvimento de uma fonte de tensão *dc* para um reator a plasma, onde este será empregado nas aulas práticas do Curso Superior de Tecnologia em Materiais. Este reator é constituído de uma fonte de potência que fornece uma tensão contínua de intensidade ajustável, necessária à ionização do gás presente na câmara, formando o plasma.

Com base no objetivo da construção da fonte de potência utilizada como protótipo para geração do plasma e para comprovação experimental da lei de Paschen concluímos que:

A fonte de potência apresenta um excelente desempenho para o qual foi projetada, podendo atingir uma tensão de 950 V, tensão esta suficiente para o processamento de vários tipos de materiais;

A fonte apresentada neste trabalho foi desenvolvida e construída no CEFET-RN, onde alguns dos equipamentos empregados são da própria instituição;

Espera-se que o equipamento apresentado, juntamente com a câmara, possa ser empregado de maneira extensiva tanto em aulas quanto em pesquisas nas diversas áreas em que a tecnologia a plasma se aplica.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves Jr., C. **Nitretação a plasma: fundamentos e aplicações**. Natal: EDFRN, 2001.

Chen, F. F.; **Industrial Applications of Low Temperature Plasma Physics**, Phys. Plasma, p. 2164, 1995.

Guimarães, A. M. F. **Fonte Chaveada Para Alimentação de uma Câmara de Nitretação Iônica**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. UFRN, 1997.

Manual de Diodos Retificadores. Ed. Phillips, 1976.

Massi M., et al; **Thin solid films**, p. 343-344, p. 378, 1999.

VENDRAMIN, J.C. **Comunicação Pessoal**. São Paulo, BRASIMET, 1994.