



MONTAGEM DE UM SOLENÓIDE PARA UM REATOR DE PLASMA POR RF

Patrick Jordy de Lima Barbosa¹, Luis Cesar Fontana².

¹ Acadêmico(a) do Curso de Licenciatura em Física - CCT - bolsista PROBIC/UDESC.

² Orientador, Departamento de Física - CCT – luis.fontana@udesc.br.

Palavras-chave: Plasma. Radiofrequência. Solenoide.

A geração de plasma por radiofrequência (RF) é realizada pela transferência da energia do campo gerado pela RF aos elétrons livres presentes no meio, estes por sua vez oscilam e colidem com átomos neutros, até um ponto onde a energia cinética da colisão irá superar o potencial de ionização causando a geração de mais elétrons livres (MASHIDA, 2003). Os elétrons livres secundários absorverão mais energia do campo elétrico oscilante e se chocarão com outros átomos neutros formando mais íons e elétrons livres, causando, assim, um processo em cadeia de ionização (FONTANA, SAGAS, 2006).

Para que o processo de ionização por RF ocorra, é preciso de um sistema de geração de corrente elétrica alternada acoplada a um solenoide que irá gerar o campo elétrico alternado em um determinado espaço delimitado pelo interior do solenoide. Este trabalho teve como objetivo construir e medir o campo elétrico gerado por um solenoide que fosse suficiente para a geração de um plasma.

Para a construção do solenoide, primeiro optou-se por um estudo teórico acerca de um solenoide ideal, onde se relacionaria o número de espiras com a potência dissipada dentro do solenoide, ou seja, a taxa de energia transferida ao meio por unidade de tempo. Utilizando de referências teóricos comum ao ensino de graduação, obteve-se a seguinte fórmula: $P = u_0 \pi^2 r^2 L I_0^2 \operatorname{sen}(4\pi f_d t) f_d n^2$, onde P é a potência, n é o número de espiras por unidade de comprimento, μ_0 é a constante de permeabilidade do vácuo, L é a indutância do sistema, I_0 é o valor absoluto da corrente alternada e f_d é a frequência da corrente. Para se obter o valor do número de espiras necessários para a construção do solenoide, determinou-se os valores de frequência (13,56 MHz), corrente, o raio (sendo o raio médio desejado de 15 cm), a indutância e potência, onde foi obtido um número de aproximadamente 28 espiras para 30 cm de solenoide.

Utilizando-se um fio de cobre de raio interno de 0,4 cm se montou o solenoide com 28 espiras ao entorno de um cano de PVC de 28,0 cm de diâmetro interno e 29,4 cm de diâmetro externo, o que resultaria no solenoide com aproximadamente os 15 cm de raio interno desejado.

Após montado, o solenoide precisou passar por teste para verificar se o campo elétrico interno gerado dentro do solenoide era suficientemente para gerar mais de 100 watts de potência desejado. Para isso realizou-se testes no solenoide montando-o a um gerador de corrente alternada e medindo o campo magnético interno gerado com uma sonda Hall. Os valores de corrente foram alternados de 90,0 mA até 2,00 mA variando-se de 50 mA em cada medida. Essas medidas foram repetidas para 5 posições diferentes dentro do solenoide, para verificar a variação



do campo magnético decorrente da distância do seu centro (o ponto mais próximo de um solenoide ideal). As posições foram determinadas em relação a distância do centro do solenoide, sendo elas: 0,0 cm; 5,0 cm; 10,0 cm; 15,0 cm e 20,0 cm. Ao todo foram obtidos 200 valores, sendo 40 valores de campo magnético para cada posição. Os valores foram transformados para campo elétrico e posteriormente foram analisados para verificar a possibilidade da confecção de um reator de plasma de RF com o determinado solenoide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPMAN, B. *Glow Discharge Processes: Sputtering and Plasma Etching*. New York: Wiley-Interscience, 1980. 406 p.
- NASSER, E. *Fundamentals of gaseous ionization and plasma electronics*. New York: Wiley-Interscience, 1971. 456 P.
- SMIRNOV, B. M. *Physics of Ionized Gases*. New York: Wiley-Interscience, 2001. 381 p.
- FRIDMAN, A. *Plasma Chemistry*. New York: Cambridge University Press, 2008. 978 p.
- FRIDMAN, A.; KENNEDY, L. A. *Plasma Physics and Engineering*. New York: Taylor & Francis, 2004. 852 p.
- FONTANA, L. C.; SAGÁS, J. C. *Deposição de filmes de CNx por Triodo Magnetron Sputtering*: Estudo do confinamento de elétrons em um sistema magnetron sputtering em função da configuração e intensidade do campo magnético.
- MACIEL, H. S.; SAGÁS, J. C. *Descargas Elétricas e Plasma I*. São José dos Campos, 2010. 85 p.
- MASHIDA, M. *Plasma gerado por fonte de radiofrequência*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.
- Reactive Sputtering, inc. *IREES - Integrated Reactive Sputtering System: User Manual*. California: Reactive Sputtering, inc, 2007. 42 p.