

Construção de detectores de partículas ionizadas com energias de até 1keV

Thiago J. Michelin e Milton E. Kayama
*Laboratório de Plasmas e Aplicações, Faculdade de Engenharia
UNESP, Campus de Guaratinguetá*

1. Introdução

O FRC (field-reversed configuration) é um interessante sistema alternativo de confinamento de plasmas termonucleares. É caracterizado por um β (pressão cinética/pressão magnética) muito próximo à unidade. Do ponto de vista de engenharia é muito mais simples que os sistemas toroidais do tipo tokamak. No tokamak o plasma é o secundário de um transformador. Assim neste sistema temos um núcleo passando pelo centro do toróide. Nos FRC's isto não ocorre e temos um compacto toróide produzido e confinado no interior das bobinas de um sistema com geometria linear. O β elevado deste plasma associado à esta simplicidade tecnológica tem motivado seu estudo em diversos laboratórios.

O Laboratório de Plasma da Unesp possui um sistema do tipo theta-pinch para o estudo da configuração do tipo FRC. A geometria do sistema é linear e o campo magnético é produzido por um solenóide de espira única. A configuração é produzida utilizando um campo magnético intenso em um plasma cilíndrico imerso em um campo magnético antiparalelo ao campo principal [1]. Com a formação de pontos X e a ligação das linhas magnéticas nas extremidades do sistema o FRC é então produzido. Temos assim no final do processo um toróide compacto no interior do solenóide com o plasma confinado por linhas de campo magnético fechadas e toda esta configuração envolvida por linhas de campo magnético aberta [2]. O raio da separatriz é aproximadamente 2,5 cm e o comprimento 20 cm.

A fuga de partículas da região de linhas fechadas é um dos principais mecanismos da redução do confinamento do plasma nos FRC's [3,4]. Devido a microinstabilidades nas bordas as partículas confinadas cruzam a separatriz e seguem ao longo das linhas de campo abertas para o exterior sistema. A microinstabilidade responsável por tal perda ainda é desconhecida. A região é de difícil diagnóstico pela presença de fortes turbulências. Isto dificulta o uso de técnicas óticas como a espectroscopia e o espalhamento de luz. As técnicas intrusivas como sondas elétricas ou magnéticas por sua vez introduzem perturbação devido à evaporação e contaminação do plasma. Assim as técnicas se reduzem àquelas que possibilitam diagnosticar as partículas que escapam da região das linhas abertas. Isto pode ser realizado utilizando copos de Faraday.

2. Experimento

Os copos de Faraday são coletores de partículas que detectam partículas de algumas dezenas de eV a centenas de keV [5,6,7]. No nosso sistema a energia dos íons é de algumas centenas de eV. Isto facilita a construção do copo uma vez que o efeito da emissão de partículas secundárias é desprezível.

O copo de Faraday construído possui um comprimento de 8 mm, diâmetro interno de 1mm e externo de 2mm. A figura 1 ilustra este copo e sua montagem para a detecção de partículas do plasma.

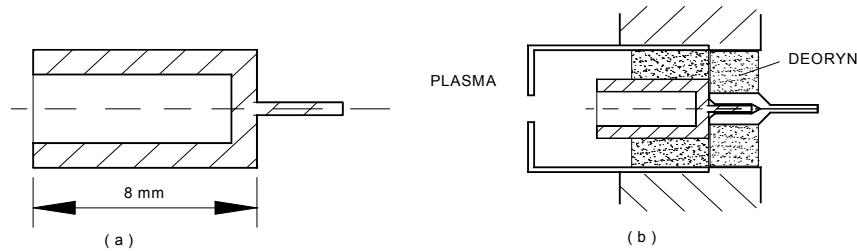


Fig.1 - (a) Vista em corte do copo de Faraday e (b) montagem para detecção de partículas.

O copo é envolto por uma cápsula com um orifício com diâmetro de 0,5 mm para colimação do feixe de partículas. Esta cápsula está montada sobre um suporte metálico estando eletricamente aterrado. Um fio conectado ao copo através do terminal isolado por deoryn conduz o sinal elétrico ao sistema de medida.

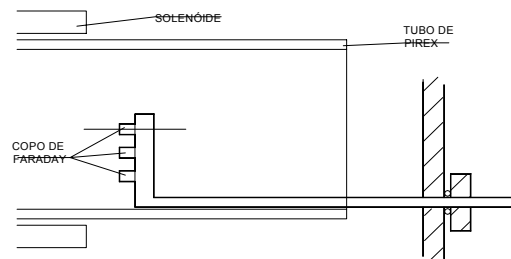


Fig.2 - Desenho esquemático dos copos de Faraday no sistema Theta-Pinch

Três copos foram montados em um suporte e distribuídos no interior do tubo de confinamento de plasma para a medida do fluxo axial de partículas em diferentes posições radiais. A figura 2 ilustra esta montagem. O suporte possibilita o deslocamento axial do conjunto e medições em regiões com diferentes topologias de campo magnético. A polarização dos copos é feita por uma fonte DC regulada e estável e as medições através de circuitos desacopladores e atenuadores. Todas as partes compreendidas entre os copos e os instrumentos de medição foram blindadas utilizando tubos de cobre e folhas de alumínio.

3. Conclusão

Um sistema de detecção de partículas foi construído para a medida do fluxo de partículas em escape na região de linhas de campo aberta de um FRC. Todas as partes foram usinadas em aço inoxidável e alumínio garantindo seu uso em alto vácuo e com reduzida emissão de elétrons secundários nas superfícies próximas aos detetores. A constituição das diversas partes deste detetor de partículas garante medições confiáveis do fluxo de partículas em meio a campos magnéticos intensos e em ambientes com elevado nível de ruído eletromagnético.

Referências

- [1] - Kayama, M E et all, Anomalous transport effects on magnetic profile in a motional current sheath, Plasma Physics - IX Latin American Workshop, American Institute of Physics Conference Proceedings vol. 563, 11, 2001;
- [2] - Kayama, M E et all, Reconexão de linhas de campo magnético num theta-pinch de campo reverso, Anais do 6º encontro Brasileiro de Física dos Plasmas, Campos de Jordão, 46, 2001;
- [3] - Jones, W B et all, Energy and particle loss from a short theta-pinch, Phys. Fluids 13(3), 800, 1970;
- [4] - Hsiao, M and Chiang, P, Effects of velocity-space particle loss in field-reversed configuration, Phys. Fluids B 2(1), 106, 1990;
- [5] - Lochte-Holtgreven W, *Plasma Diagnostics*, Springer-Verlag, New York, cap. 13, 1997;
- [6] - Seamans, J F and Kimura, W D, Design and characterization of a versatile Faraday cup, Rev. Sci. Instrum. 64(2), 460, 1993;
- [7] - Chuaqui, H et al, Simple Faraday cup with subnanosecond response, Rev. Sci. Instrum. 60(1), 141, 1989.