

10-D.1.7

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA ELETRÔNICA DO PLASMA GERADO NO DISPOSITIVO CECI PELO MÉTODO DA RAZÃO DAS INTENSIDADES DAS LINHAS ESPECTRAIS DO HeI. F. Prado, M. Ueda e Y. Aso (Laboratório Associado Plasma - LAP - Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE).

Foram realizados diagnósticos por espectroscopia ótica para se medir o perfil temporal da temperatura eletrônica e para caracterizar um plasma produzido em um pequeno dispositivo de confinamento magnético toroidal, CECI, com uma configuração RFP ("Reversed Field Pinch") [1].

Nesse sistema o plasma é confinado por combinação de um campo magnético poloidal B_θ , gerado corrente toroidal e um campo magnético toroidal B_z , gerado por bobinas externas. Aqui $B_\theta \sim B_z$, $a \sim R B_\theta < 1$ (a e R são os raios menor e maior do toróide) e B_θ se inverte na região externa do plasma.

A temperatura eletrônica foi medida pelo método da razão das intensidades das linhas espectrais $\lambda = 471,3 \text{ nm}$ e $\lambda = 4921,1 \text{ nm}$ do HeI.

A validade deste método, baseado no modelo de corona é garantida para as condições de operação CECI, cuja densidade eletrônica é estimada ser da ordem de 10^{12} cm^{-3} e a temperatura eletrônica tida na faixa de 30-40 eV.

A curva que fornece a relação entre a razão das linhas espectrais do HeI e a temperatura é mostrada na Figura 1 [2].

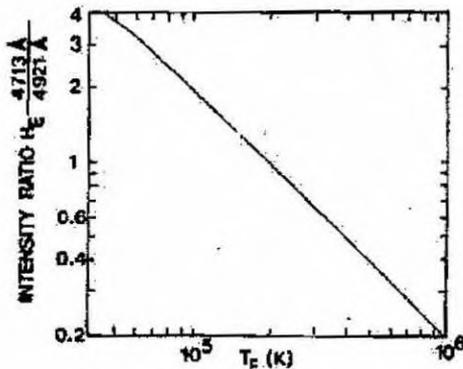


Fig. 1 - Relação da razão das linhas de HeI e temperatura eletrônica.

A calibração relativa dos espectrômetros e fotomultiplicadoras na região de interesse foi feita com lâmpada padrão de irradiação espectral (ES 8315 da Eppley).

Em condições de operação otimizadas, com tensão de carregamento do banco de capacitores da bobina poloidal de 5 kV e da bobina vertical de 3,3 kV, pressão de gás da ordem de 10^{-5} Torr e campo toroidal médio de 60 Gauss, a temperatura e eletrônica obtida foi da faixa de 30-40 eV. Com campo toroidal alto, 360 G (aproximação TOKAMAK), obteve-se temperatura mais elevada, na faixa de 50 eV. O perfil temporal da temperatura para dois casos típicos é mostrado na Figura 3.

Visando atingir a configuração RFP, via otimização das condições de plasma, mediu-se a corrente de plasma utilizando bobina de Rogowski, obtendo-se um valor médio de 1 kA e utilizando sondas magnéticas calibradas mediu-se os campos magnéticos toroidal e poloidal.

Curvas $F-\theta$, onde $F=B_\theta(a)/B_z$ é a razão de inversão de campo e $\theta=B_z(a)/B_\theta$ e o parâmetro "pinch" de plasma, foram obtidas para várias condições de operação do CECI. Verificou-se uma boa aproximação da curva teórica de estado de mínima energia ($B=0$) baseada no Modelo de Função de Bessel (BFM). Para campo toroidal médio da ordem de 40-60 Gauss obteve-se a configuração RFP durante alguns curtos períodos e para campo toroidal médio maior que Gauss, os valores experimentais se restringiram à parte superior do diagrama $F-\theta$, no regime TOKA ($B_\theta \gg B_z$). A curva experimental para condições otimizadas de operação no CECI é mostrada na Figura 4.

Paralelamente foi desenvolvido um estudo de impurezas na região de interesse visando verificar existência de linhas que mascarassem os resultados da medida de temperatura e também para determinar o efeito da limpeza por descarga no controle das impurezas.

Finalmente, mediu-se a temperatura eletrônica pelo método da Resistividade de Spitzer, representando a distribuição radial da corrente como Função de Bessel (uma vez que a distribuição dos campos magnéticos é dada pela mesma), e a voltagem de enlace obtida experimentalmente. Dessa forma, f

A disposição do sistema experimental para medida de temperatura eletrônica no CECI é mostrada na Figura 2.

O sistema ótico para medir as intensidade das linhas é constituído de dois espectrômetros monocromadores que operam no visível (H-20 Jobin Yvon) com resolução experimental de aproximadamente 5 Å e com respectivas fotomultiplicadoras (tipo "head on" R1246 da Hamamatsu), têm de lentes convergentes ($f=200 \text{ mm}$ e $f=250$ da Oriel) e um espelho semi-refletor.

Os espectrômetros foram usados simultaneamente para permitir a medida simultânea das linhas em uma só descarga.

Os sinais de fotomultiplicadora observado com os espectrômetros apresentam boa reprodutibilidade e duração de aproximadamente 100 μ s.

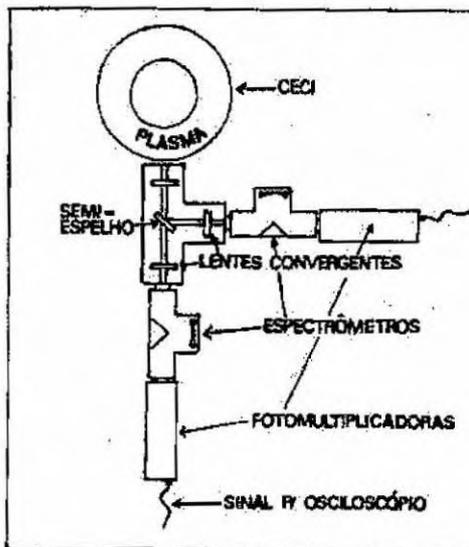


Fig. 2 - Esquema do sistema ótico para medir a temperatura eletrônica.

possível fazer a verificação comparativa com a temperatura eletrônica obtida pelo método da razão das intensidades das linhas espectrais do HeI.

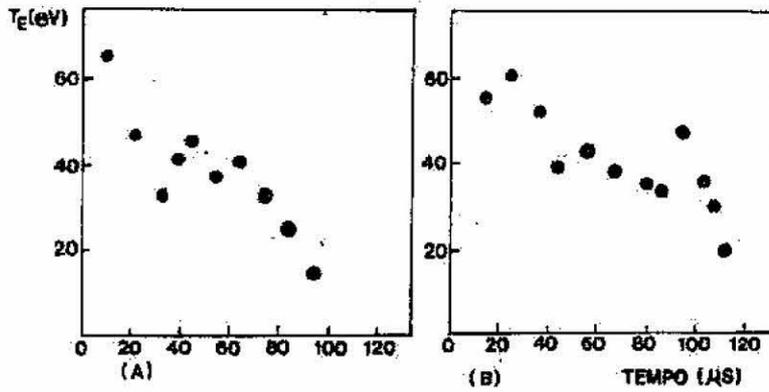


Fig. 3 - Perfil da temperatura eletrônica com tensão no banco de capacitores da bobina poloidal 5 kV da bobina vertical 3,3 kV: (a) campo toroidal médio 60 Gauss; (b) campo toroidal médio 360 Gauss

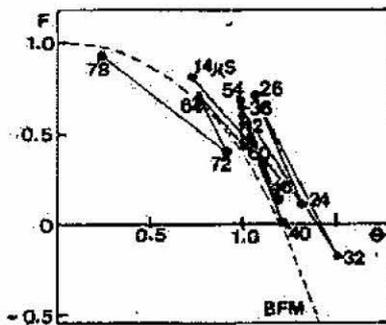


Fig. 4 - Diagrama F-θ para $B_{\phi} = 36$ G, pressão de gás 10^{-5} Torr, tensão no banco de capacitores da bobina poloidal 5kV e da bobina vertical 3kV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] - Y. Aso, R.M.O. Galvão and M.Ueda. Proceeding of "Energy Independence Conference: Fusion Energy and Plasma Physics", Aug. 17-21, 1987, Rio de Janeiro, Brasil, pg. 122.
- [2] - R.W.P. McWhirter, Plasma Diagnostic Techniques, Chapter 5, Edited by R.H. Huddlestone and S.L. Leonard (Academic Press, New York, San Francisco and London, 1965).