O1-D.1.7
ESTUDO EXPERIMENTAL DE FORMAÇÃO DE ÍONS NEGATIVOS DE HIDROGÊNIO EM UMA DESCARGA MULTIDIPOLO MAGNÉTICA PULSADA. W.C. Damásio; J.L. Ferreira; J.G. Ferreira.(Laboratório Associado de Plasma - LAP - Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE).

A máquina de plasma quiescente do INPE (PQUI-I) vem sendo utilizada desde 1981 para estudo de plasmas formados por várias espécies de íons positivos e negativos com descarga termiônica CC com confinamento magnético superficial [1].

O maior interesse na produção de íons negativos de hidrogênio está na sua utilização para produção de feixes de partículas neutras, devido à grande eficiência de neutralização de H^- (e D^-) para energias acima de 50keV,(100keV)[2].

O objetivo deste trabalho é mostrar qualitativamente que há formação de uma quantidade apreciável de íons negativos na máquina PQUI-I trabalhando em regime pulsado.

Neste experimento foi utilizada uma máquina de plasma quiescente formada por duas câmaras cilíndricas de aço inox (304L) isoladas eletricamente entre si, podendo formar dois plasmas separados por uma cerca magnética ajustável (Figura 1).

No experimento em questão foi utilizado apenas o plasma fonte, dessa fomra a cerca magnética funciona como um "filtro" de partículas carregadas deixando passar as de maior massa e uma pequena porcentagem de elétrons frios [3].

A descarga é produzida por efeito termiônico em um catodo de níquel coberto por BaO. A corrente de descarga produzida é da ordem de 10A com uma duração de 3ms para uma pressão de Ar da ordem de 5×10^{-4} mbar (Figura 2).

Os parâmetros do Plasma são obtidos através de uma sonda eletrostática de Langmuir de geometria cilíndrica de um eletrodo de W (D = 0,1mm e L = 4mm) instalada no centro do plasma fonte, os demais diagnósticos mostrados na Figura I são utilizados para monitoração das partículas carregadas que atravessam a cerca magnética para a câmara alvo.

As medidas das correntes de saturação de elétrons (I_{es}) e de íons (I_{is}) neste experimento foram obtidas utilizando-se a sonda de Langmuir convenientemente polarizada e inserida no interior do plasma fonte.

A partir de uma plasma inicial de Ar a uma pressão de $6{,}2 \times 10^{-4}$mbar, introduz-se o hidrogênio molecular (H_2) e observa-se uma diminuição da corrente de saturação de elétrons (Figura 3) e um aumento na corrente de saturação de íons (Figura 4).

Estes fenômenos ocorrem devido à contribuição de íons positivos de menor massa em I_{is} (H^+, H_2^+ e H_3^+) que são produzidos através dos seguintes processos [4], principalmente:

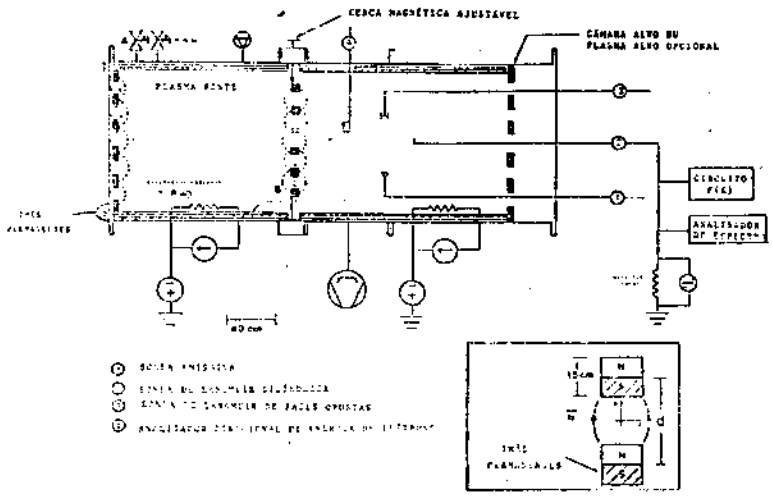

Fig. 1 - Esquema da máquina de plasma multidipolo magnético. A figura mostra as duas câmaras para plasma e em detalhe da cerca magnética ajustável.

$$Ar + e \rightarrow Ar^+ + 2e$$
$$H_2 + e \rightarrow 2H + e \rightarrow H + e \rightarrow H^+ + 2e$$
$$H_2 + e \rightarrow H_2^+ + 2e$$
$$H_2^+ + H_2 \rightarrow H_3^+ + H$$

e as partículas negativas de maior massa em $I_{es}(H^-)$ que são produzidas principalmente pelos seguintes processo [4]:

$$H_2(v = 6) + e \rightarrow H_2^- \rightarrow H^- + H$$
$$H_2^+ + e \rightarrow H^- + H^+$$
$$H_3^+ + e \rightarrow H^- + H_2^+$$
$$H_2^+ + e \rightarrow H^- + H^+ + e.$$

Deve-se salientar que neste tipo de descarga os íons positivos e negativos de hidrogênio são formados em proporções semelhantes [5].

O uso do regime pulsado na PQUI-I possibilita a obtenção de correntes de descarga da ordem de 10A, enquanto que no regime CC obtém-se correntes da ordem de poucos ampéres. Isto possibilita a formação de uma maior quantidade de íons negativos, fazendo com que I_{es} aumente de microampéres,no regime CC, para miliampéres. Os resultados desse trabalho serão verificados num futuro próximo com a utilização de um espectrometro de massa de setor magnético miniaturizado, ora em desenvolvimento no LAP-INPE, que possibilitará medir diretamente as concentração das várias espécies de íons sem a necessidade do plasma inicial de Ar.

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FAPESP.

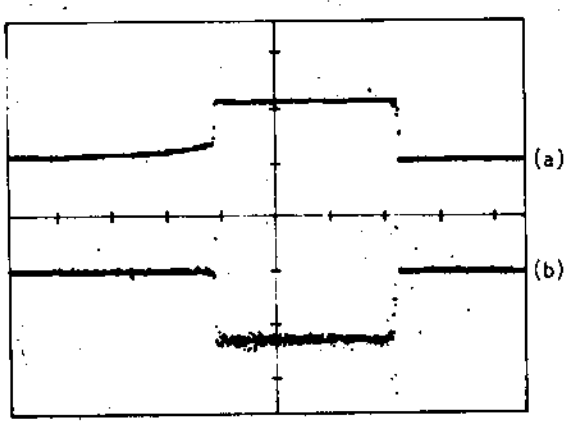

Fig. 2 - Curvas de (a) corrente de descarga [10A/div] e (b) tensão de descarga [50V/div)] por tempo [1ms/div].

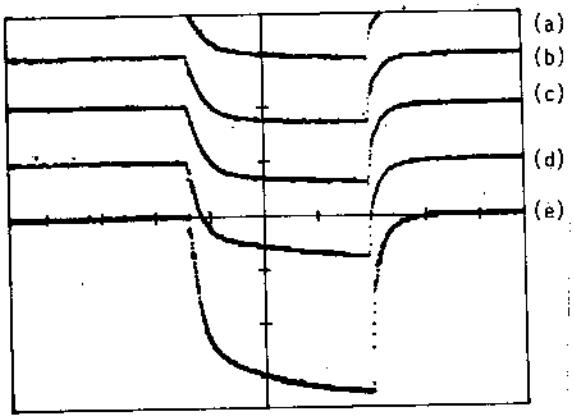

Fig. 3 - Curva de saturação de elêtrons em função do tempo para as pressões: (a) P = 10,3 x 10^{-4}mbar, (b) P = 9,2 x 10^{-4} mbar, (c) P = 8,1 x 10^{-4}mbar, (d) P = 7,2 x 10^{-4} mbar e (e) P = 6,3 x 10^{-4} mbar.

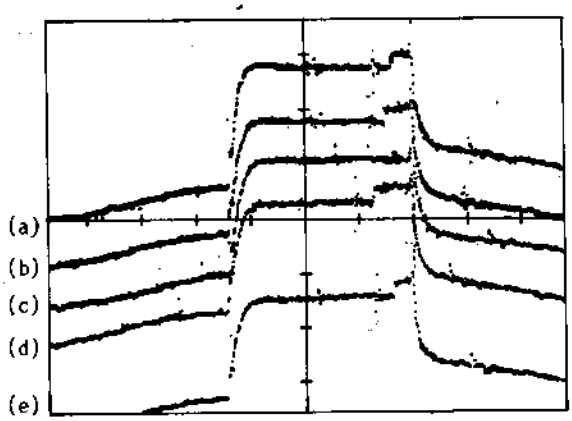

Fig. 4 - Curva de saturação de íons em função do tempo para as pressões (a) P = 10,3 x 10^{-4}mbar, (b) P = 9,2 x 10^{-4} mbar, (c) P = 8,1 x 10^{-4}mbar, (d) P = 7,2 x 10^{-4}mbar e (e) P = 6,3 x 10^{-4} mbar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] - Ludwig, G.O.; Ferreira, J.L. e Nakamura, Y. Observation of Ion-Acoustic Rarefaction Solitons in a Multicomponent Plasma with Negative Ions. Phys.Rev.Lett,52(4),275-378, Jan. 1984.

[2] - Kunkel, W.K. Neutral-Beam Injection. Fusio vol. 1,part B,E. Teller Academic Press, 1981

[3] - Ferreira, J.L.; Ludwig, G.O.; Ferreira, J. e Montes, A. Anomalous Particle Diffusion Through a Magnetic Picket Fence. Proc. of Sy on Small Scale Laboratory Plasma Physics of 1989 ICTCP, Trieste, Italy, 1989.

[4] - Ferreira, J.L.; Ferreira, J.G. e Damásio, W Estudo Experimental de Formação de Íons Negá tivos na Máquina de Plasma Quiescente do INF X CBRAVIC, São José dos Campos, São Paulo, 1989.

[5] - Leung, K.N. e Kunkel, W.B. H^- Formation Process in a Multicusp Ion-Source. Phys.Rev. Lett, 59(7), 787-790, Aug. 1987