

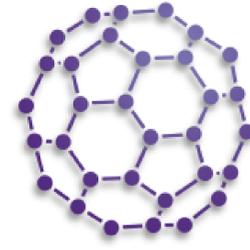
Modelo Transitorio de Plasmas Producido por Arcos en Vacío

E. Restrepo P¹, S. Ramírez R¹, D.F. Devia^{1,2*}, A. Gutierrez²

¹Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.

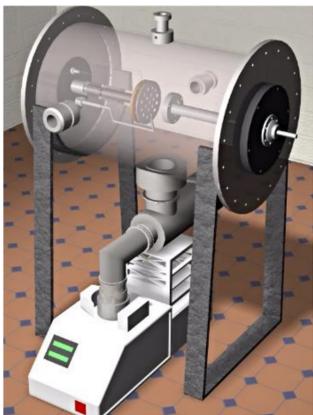
²Universidad Tecnológica de Pereira

*Email del Autor correspondiente: dfdevia@utp.edu.co

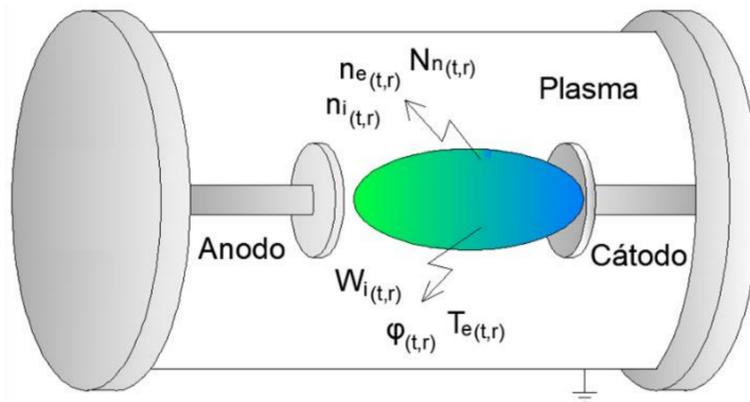


PCM
Computational Applications

Abstract – En este trabajo se presenta un modelo transitorio que describe la interacción entre el plasma metálico y el gas neutro de fondo en sistemas de Deposición Física del Vapor por arco catódico. Se estudió el comportamiento de los parámetros presentes tales como son la velocidad de iones, densidad de partículas, potencial del plasma, entre otros. Las ecuaciones corresponden a un modelo de simetría esférica, apoyada por la observación experimental de distribuciones esféricas de luminosidad en el espacio alrededor de los electrodos. Se analizó numéricamente la expansión del plasma metálico donde la energía cinética del ion presenta una distribución Maxwelliana. El sistema de ecuaciones diferenciales parciales seleccionado fue resuelto usando el método de diferencias divididas finitas explícitas y se analizó la influencia de las condiciones iniciales consideradas en la distribución de la densidad y potencial del plasma.



Sistema PVD.



Esquema geométrico empleado del sistema PVD.

Las ecuaciones que rigen en la estructura del plasma en la región que rodea la descarga son:

Conservación de momento de iones:

$$m_i \frac{dv_i}{dt} + m_i v_i \frac{dv_i}{dr} = -\frac{1}{n_i} \frac{d}{dr} (n_i T_n) - z_r e \frac{d\phi}{dr} + R_{ie} - \frac{1}{2} m_i v_i^2 N_n \left[\frac{2 m_n}{m_i + m_n} \right] \sigma_{in}$$

Equilibrio de energía del electrón:

$$\frac{3}{2} \frac{d(n_e T_e)}{dt} + \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 q_e) = \frac{1}{\sigma} e^2 z_r^2 n_i^2 v_i^2 - [T_e - T_n] n_i v_{eq} - \frac{3}{2} n_e v_e \frac{dT_e}{dr}$$

Conservación del momento de electrones:

$$\frac{1}{n_e} \frac{d}{dr} (n_e T_e) = e \frac{d\phi}{dr} + R_{ei} + m_e v_e N_n \left(\frac{T_e}{m_e} \right)^{1/2} \sigma_{en}$$



Arco en vacío

Continuidad de flujo estacionario de iones:

$$\frac{dn_i}{dt} + \frac{d}{dr} (r^2 n_i v_i) = -\frac{1}{z_r} \sigma_{loss} r^2 N_n n_i v_i$$

Fuerza de fricción:

$$R_{ie} = -z_r R_{ei} = -\frac{e^2 z_r^2 n_i v_i}{\sigma} + \beta \frac{dT_e}{dr}$$

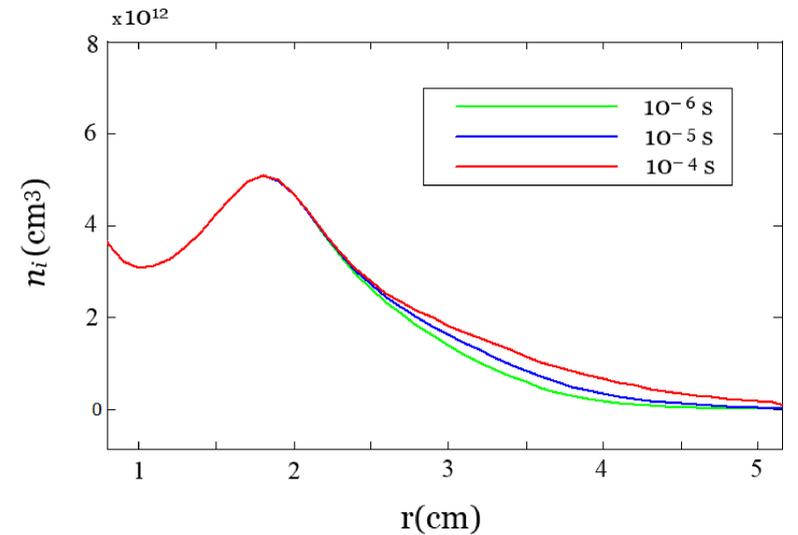


Figure 1. Perfil de la densidad de iones

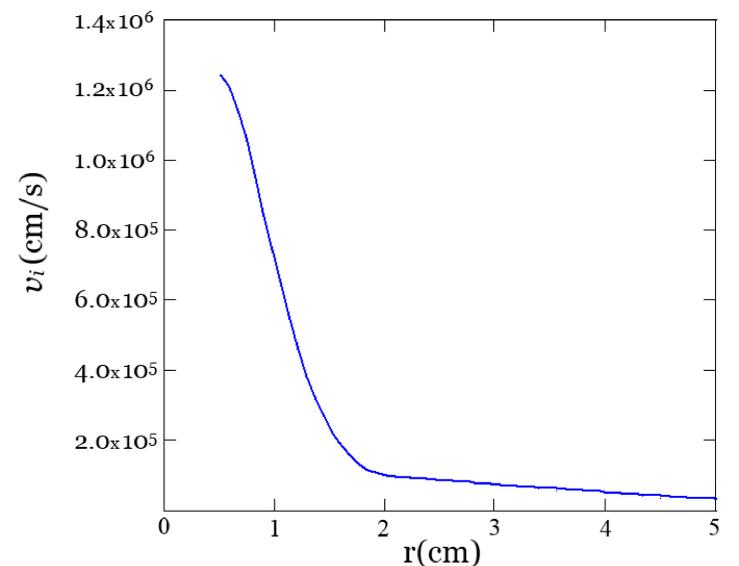


Figure 2. Perfil de la velocidad de iones.

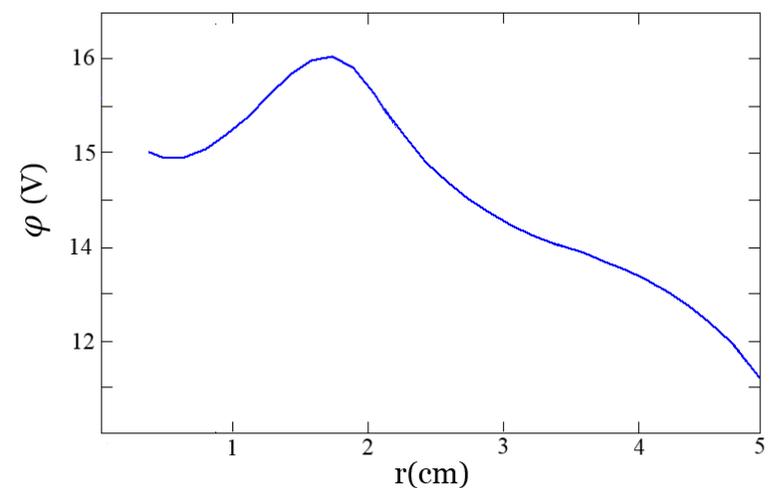


Figure 3. Perfil del potencial del plasma phi

CONCLUSIONES

La densidad de iones incrementa dentro del "bulk" de plasma debido al gradiente de presión (figura 1), esto coincide con la longitud (1,75 cm) donde los iones presentan una variación significativa en su velocidad (figura 2), dando como resultado un aumento en el potencial del plasma (figura 3). Fuera de esta región los iones metálicos emitidos desde el arco entregan su energía cinética de forma gradual por las colisiones elásticas con las partículas neutras, y algunos de ellos se recombinan a través de procesos inelásticos.