



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Caracterización experimental de un plasma RF mediante sonda de Langmuir en una fuente de iones para producción de neutrones D-D

Descripción general (resumen y metodología):

La sonda de Langmuir es uno de los diagnósticos más clásicos y versátiles en física de plasmas: consiste en introducir un pequeño electrodo polarizado en el plasma y medir la curva característica corriente-tensión (I-V) resultante. De esta curva se extraen parámetros fundamentales del plasma como la densidad electrónica, la temperatura electrónica y el potencial de plasma, magnitudes esenciales para entender y optimizar el funcionamiento de la fuente.

En una fuente de iones basada en plasma RF, conocer estos parámetros es crítico: la densidad electrónica determina la densidad de iones disponibles para extracción y, por tanto, la corriente del haz; la temperatura electrónica gobierna las tasas de ionización y disociación de las especies moleculares; y el potencial de plasma afecta directamente a la energía con la que los iones llegan al sistema de extracción. En este TFG el estudiante implementará un sistema de medida con sonda de Langmuir, lo aplicará al plasma de la fuente operada con los gases de prueba disponibles (H_2 , gases nobles) y caracterizará el plasma en distintas condiciones de operación (potencia RF, presión de gas).

El trabajo combina una primera fase de fundamentación teórica (teoría de vaina, regímenes de la sonda, métodos de análisis de la curva I-V) con una fase experimental en el laboratorio. El estudiante participará en el montaje o adaptación del sistema de sonda (electrodo, pasamuros, circuito de polarización y adquisición), realizará barridos I-V controlados en distintas condiciones de operación de la fuente y aplicará rutinas de análisis (típicamente en Python) para extraer los parámetros del plasma a partir de las curvas medidas. Se analizará la dependencia de la densidad y temperatura electrónica con la potencia RF acoplada y la presión del gas, y se discutirán las limitaciones del diagnóstico en el régimen concreto de la fuente.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Comprender los fundamentos físicos de la sonda de Langmuir: teoría de vaina, regímenes de operación y métodos de análisis de la curva característica I-V.
2. Familiarizarse con el sistema experimental de la fuente de plasma RF y su instrumentación asociada.
3. Implementar o adaptar el sistema de adquisición de curvas I-V con sonda de Langmuir.
4. Realizar campañas de medida sistemáticas variando potencia RF y presión de gas, con al menos dos gases de prueba distintos.
5. Desarrollar rutinas de análisis en Python para extraer densidad electrónica, temperatura electrónica y potencial de plasma a partir de las curvas medidas.
6. Discutir críticamente las limitaciones del diagnóstico (efectos RF sobre la sonda, contaminación del electrodo, régimen de colisiones) y proponer mejoras.

Bibliografía básica:

- Chen, F. F. (2016). Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, 3.ª ed., Springer. (Caps. 1 y 8, fundamentos y diagnósticos.)
- Hutchinson, I. H. (2002). Principles of Plasma Diagnostics, 2.ª ed., Cambridge University Press. (Cap. 3, sondas electrostáticas.)
- Chen, F. F. (2003). "Lecture Notes on Langmuir Probe Diagnostics". Mini-Course on Plasma Diagnostics, IEEE-ICOPS. Disponible en abierto en la página de Chen (UCLA).
- Lieberman, M. A. & Lichtenberg, A. J. (2005). Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, 2.ª ed., Wiley. (Plasmas RF y diagnóstico.)
- Merlino, R. L. (2007). "Understanding Langmuir probe current-voltage characteristics". American Journal of Physics, 75(12), 1078-1085.
- Godyak, V. A. & Demidov, V. I. (2011). "Probe measurements of electron-energy distributions in plasmas". Journal of Physics D: Applied Physics, 44(23), 233001.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Este TFG es ideal para un estudiante con interés en la física experimental y disposición a pasar tiempo en el laboratorio. No se requieren conocimientos previos de física de plasmas: se adquirirán durante el desarrollo del TFG a partir de los capítulos introductorios de la bibliografía.

El TFG ofrece un equilibrio muy atractivo entre teoría, experimento y análisis de datos, y permite al estudiante familiarizarse con un diagnóstico que es estándar en cualquier laboratorio de plasmas, con valor formativo más allá del propio trabajo. Se recomienda dedicar tiempo desde el principio a entender qué hipótesis físicas subyacen a cada método de análisis de la curva I-V, ya que aplicar fórmulas sin entender su rango de validez es una fuente habitual de errores en sondas de Langmuir, especialmente en plasmas RF donde la propia oscilación del potencial introduce complicaciones que conviene reconocer. Se valorará especialmente la honestidad en la discusión de incertidumbres y limitaciones del diagnóstico.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ANDRÉS MARÍA ROLDÁN ARANDA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ELECTRÓNICA

Correo electrónico: amroldan@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos: Andoni Pérez

Correo electrónico: andoni.perezs@ehu.eus

Nombre de la empresa o institución: UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO

Dirección postal: Calle E-2, 74B, Urbanización El Puntal

Puesto del tutor en la empresa o institución: PDI

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: