UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-148-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Resolución numérica del Problema de Lambert y aplicación a misiones espaciales

Descripción general (resumen y metodología):

Un problema clásico de la Mecánica Celeste es el representado por el llamado problema de Lambert. Su planteamiento consiste en lo siguiente: dado un problema gravitatorio de dos cuerpos en el que el primer cuerpo tiene mucha más masa que el segundo, se establecen un punto de partida, un punto de llegada y un tiempo dado de vuelo. El problema consiste en determinar la cónica o las cónicas que permite al segundo cuerpo viajar entre ambos puntos en el tiempo de vuelo estipulado. El problema fue planteado en el siglo XVIII por el matemático alemán Johann Heinrich Lambert y resuelto formalmente con demostración matemática por Joseph-Louis Lagrange. Desde entonces, se han propuesto diferentes soluciones al problema.

En la actualidad, contar con un resolutor efectivo del mencionado problema es una herramienta fundamental para poder calcular las trayectorias de transferencia entre objetos celestes, como es el caso de las misiones espaciales desde la Tierra a otros planetas o a los asteroides.

El proyecto consistirá en la resolución numérica del problema de Lambert y su aplicación a varias misiones espaciales.

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

Objetivos planteados:

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Realización de un análisis completo del Problema de Lambert
- Revisión de los métodos más comunes para resolver el Problema
- Hacer una selección razonada del método de resolución a implementar numéricamente
- Revisión de las librerías que permiten obtener las efemérides de los cuerpos del Sistema Solar y los sistemas de referencia relacionados
- Adquisición del conocimiento necesario para hacer uso de la librería de la NASA “SPICE Toolkit”
- Implementación de una subrutina en Python empleando el método seleccionado
- Implementación de un programa que permita obtener las efemérides de los cuerpos del Sistema Solar usando SPICE y la resolución del problema de Lambert entre ambos cuerpos para unos tiempos de salida y llegada dados
- Simulación de las trayectorias de las sondas Mars Express 2016 de la ESA y Perseverance de la NASA
- Obtención de los diagramas de “pork-chop” para esas misiones y justificación de la selección de las trayectorias nominales de transferencia
- Documentación y presentación del trabajo realizado

Bibliografía básica:

Richard H. Battin, “An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics” (AIAA Education Series)

Tomás Elices, “Introducción a la dinámica espacial”

NASA, The SPICE Toolkit, https://naif.jpl.nasa.gov/naif/toolkit.html

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ESTRELLA FLORIDO NAVIO

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: estrella@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: Juan Luis Cano

Correo electrónico: juan-luis.cano@esa.int

Nombre de la empresa o institución: ESA

Dirección postal: ESOC, Robert-Bosch-Strasse 5, Darmstadt, Alemania

Puesto del tutor en la empresa o institución: Coordinador del Servicio de Información de la Oficina de Defensa Planetaria

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: PABLO BARROSO ORTEGA

Correo electrónico: pbarrosortg@correo.ugr.es