# Guía docente
# 205127 - 205127 - Vehículos de Lanzamiento y Optimización de Trayectorias

**Última modificación:** 09/02/2024

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
**Unidad que imparte:** 748 - FIS - Departamento de Física.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL Y AERONÁUTICA (Plan 2016). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2023 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Rovira Garcia, Adrià

**Otros:** Betorz Martinez, Francesc

## CAPACIDADES PREVIAS

Esta asignatura se imparte en inglés y por tanto los estudiantes deben tener un nivel suficiente de inglés.
Este curso presupone que los estudiantes tienen un conocimiento sólido en física y matemáticas, incluyendo competencia en cálculo, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales, así como una comprensión amplia de la mecánica clásica.

## REQUISITOS

## METODOLOGÍAS DOCENTES

A través de clases presenciales y ejercicios y tareas propuestas, los estudiantes aprenderán los detalles del diseño de vehículos lanzadores y la optimización de trayectorias.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los vehículos de lanzamiento juegan un papel crucial en la exploración espacial y el despliegue de satélites artificiales. Son distintos de otros vehículos espaciales debido a sus características específicas y requisitos operativos. Este curso aborda los aspectos principales de diseño de los vehículos de lanzamiento, con especial énfasis en el subsistema de guiado, navegación y control (GNC). Los estudiantes serán introducidos también a la teoría de control óptimo y su aplicación en la optimización de trayectorias.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Horas grupo grande | 27,0 | 36.00 |
| Horas aprendizaje autónomo | 48,0 | 64.00 |

**Dedicación total:** 75 h

## CONTENIDOS

### Módulo 1: Introducción a los Vehículos de Lanzamiento

**Descripción:**
Historia de los vehículos de lanzamiento. Perfil típico de la misión de un vehículo de lanzamiento. Visión general de los subsistemas del vehículo de lanzamiento.

**Dedicación:** 4h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h

### Módulo 2: Misiones, Órbitas y Dinámica de Vuelo

**Descripción:**
Revisión matemática: trigonometría esférica, cuaterniones, optimización restringida. Dinámica del vehículo de lanzamiento: ecuaciones de movimiento traslacional y rotacional. Requerimientos energéticos para la inyección en órbita.

**Dedicación:** 13h
Grupo grande/Teoría: 5h
Aprendizaje autónomo: 8h

### Módulo 3: Análisis de Trayectorias

**Descripción:**
Trayectorias de vehículos de lanzamiento: fases de ascenso e inserción. Pérdidas por gravedad, aerodinámicas y de dirección. Concepto multietapa: rendimiento y etapas óptimas. Trayectorias "gravity turn". Ventanas de lanzamiento y ángulos de azimut. Diseño integrado de trayectorias.

**Dedicación:** 14h
Grupo grande/Teoría: 5h
Aprendizaje autónomo: 9h

### Módulo 4: Diseño de Vehículos de Lanzamiento

**Descripción:**
Requisitos de diseño para Vehículos de Lanzamiento. Directrices integradas de diseño. Propulsión y dimensionamiento del vehículo. Aerodinámica del vehículo y entorno operativo. Estructuras y sistemas de separación. Aviónica y GNC.

**Dedicación:** 14h
Grupo grande/Teoría: 5h
Aprendizaje autónomo: 9h

### Módulo 5: Optimización de Trayectorias de Vehículos de Lanzamiento

**Descripción:**
Conceptos básicos de optimización: definiciones, terminología y aplicaciones aeroespaciales. Cálculo de variaciones. Introducción al Control Óptimo. Hamiltoniano y Principio del Mínimo de Pontryagin. Métodos Directos e Indirectos. Software para control óptimo. Ejemplos de optimización de trayectorias de vehículos de lanzamiento.

**Dedicación:** 30h
Grupo grande/Teoría: 10h
Aprendizaje autónomo: 20h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se llevará a cabo de acuerdo con el siguiente criterio:
- Examen final en forma de prueba escrita: 50%
- Tareas y ejercicios: 50%

Todos aquellos estudiantes que hayan suspendido el examen final, tendrán la opción de recuperarlo mediante la realización de una prueba global que se realizará el día fijado en el calendario del período de exámenes finales para la reconducción de asignaturas optativas. La calificación de esta prueba de reconducción estará entre 0 y 5 y sustituirá a la de la prueba escrita el examen final, siempre y cuando sea superior.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Examen tipo test con múltiples respuestas

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Edberg, Donald L., Costa, Guillermo. Design of Rockets and Space Launch Vehicles. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2022. ISBN 9781624106415.
- Suresh, B.N.., Sivan, K.. Integrated Design for Space Transportation System. Springer India, 2015. ISBN 9788132225324.
- Betts, J. T.. Practical methods for optimal control using nonlinear programming. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2010. ISBN 9780898716887.
- J. M. Longuski, J. J. Guzmán, and J. E. Prussing.. Optimal Control with Aerospace Applications. Springer New York, 2014. ISBN 1461489458.