
 <b>POLITÉCNICA</b>	<b>ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO</b> UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
PR-CL-PF-001.- COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS		

## GUÍA DE APRENDIZAJE

**CURSO 2017/18**

### ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

### PLAN 14IB – MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**Código** 143003012

**Asignatura** GNC y Optimización de Trayectorias de Misiles

**Nombre en Inglés** GNC and Optimization of Missile Trajectories

**Módulo** INTENSIFICACIÓN AERONAVES

**Idiomas** INGLÉS

<b>Curso</b>	2
<b>Semestre</b>	3
<b>Carácter</b>	OPTAT. INTENSIF.
<b>Créditos</b>	4.5 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Este curso cubrirá las herramientas necesarias para resolver problemas prácticos en guiado, optimización y control, y su aplicación a las trayectorias de misiles. El temario incluye métodos variacionales, leyes de guiado, error y estabilidad, filtrado, sistemas de control, optimización.

Inglés:

This course will cover the tools needed for solving practical problems in guidance, optimization and control, and their application to missile trajectories. Topics include variational methods, guidance laws, error and stability, filtering, control systems, optimization.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

### a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

**Asignaturas superadas:**

**Otros requisitos:**

Nivel B2 en inglés

### b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

**Se recomienda tener superadas las Asignaturas:**

Aerodinámica

Misiles

Control y optimización

**Otros Conocimientos:**

## 3. COMPETENCIAS

**CG1.-** Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.

**CG4.-** Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.

**CG6.-** Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.

**CG7.-** Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.

**CG9.-** Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.

**CG11.-** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

**CG12.-** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

- CG13.-** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CG14.-** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG15.-** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG16.-** Que los estudiantes tengan la capacidad de integrar el respeto a medio ambiente en el desarrollo de sus actividades.
- CE-VA-1.-** Aptitud para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales.
- CE-VA-3.-** Comprensión y dominio de las leyes de la Aerodinámica Externa en los distintos regímenes de vuelo, y aplicación de las mismas a la Aerodinámica Numérica y Experimental.
- CE-VA-5.-** Comprensión y dominio de la Mecánica del Vuelo Atmosférico (Actuaciones y Estabilidad y Control Estáticos y Dinámicos), y de la Mecánica Orbital y Dinámica de Actitud.
- CE-VA-8.-** Conocimientos y capacidades para el Análisis y el Diseño Estructural de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales, incluyendo la aplicación de programas de cálculo y diseño avanzado de estructuras.
- CE-VA-10.-** Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales.

#### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- RA01.-** La comprensión de las posibles estrategias para GNC de misiles con sus diferentes ventajas e inconvenientes, y la capacidad de aplicarlas a problemas prácticos.

Inglés:

Understanding of potential guidance strategies for missiles with their different advantages or disadvantages, and the capacity to apply this to practical problems.

- RA02.-** La comprensión de teoría y técnicas de optimización en el contexto de los misiles, así como la adquisición de habilidades analíticas necesarias para aplicarlas a problemas reales

Inglés:

Understanding of optimization theory and techniques in the context of missiles and the analytical skills needed to apply this to realistic problems.

#### 5. PROFESORADO

**Departamento:** AERONAVES Y VEHÍCULOS AEROESPACIALES

**Coordinador de la Asignatura:** PORTER, Jeff

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
DEL CURO VELAYOS, Juan Manuel	<a href="mailto:juanmanuel.delcura@upm.es">juanmanuel.delcura@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
LAVERÓN SIMAVILLA, Ana	<a href="mailto:ana.laveron@upm.es">ana.laveron@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
PORTER, Jeff	<a href="mailto:jeff.porter@upm.es">jeff.porter@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
RODRÍGUEZ OTERO, Jacobo	<a href="mailto:Jacobo.rodriguez@upm.es">Jacobo.rodriguez@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar).

## 6. TEMARIO

### BLOQUE TEMÁTICO 1.

Tema 1. MATHEMATICAL PRELIMINARIES (AS REQUIRED)

1.1. Differential equations (linearization, stability, particular solutions, transition matrix). 1.2. Transform methods and transfer functions.

Tema 2. CALCULUS OF VARIATIONS

2.1. Minimization principles. 2.2. Euler-Lagrange equations. 2.3. Lagrange multipliers. 2.4. Application to optimal control. 2.5. Cost functions. 2.6. Hamiltonian method.

Tema 3. GUIDANCE LAWS FOR MISSILES

3.1. Review of classical guidance laws including proportional and augmented proportional navigation. 3.2. Optimal control laws. 3.3. Miss distance. 3.4. Time lags. 3.5. Method of adjoints. 3.6. Alternative guidance laws.

Tema 4. ERROR AND NOISE

4.1. Random variables and noise. 4.2. Filtering techniques. 4.3. Random maneuvers. 4.4. Kalman filters.

Tema 5. OPTIMIZATION FOR MISSILES

5.1. Advanced topics in optimization of guidance and control systems for missiles.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	Introducción. Tema 1. LM (Lección Magistral): 3 horas			
2	Tema 1. LM: 3 horas			

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
3	Tema 2. LM: 3 horas,			
4	Tema 2. LM: 3 horas			
5	Tema 3. LM: 1,5 horas TP (Tutorías programadas): 1,5 horas			
6	Tema 3. LM: 1,5 horas RPA (Resolución de Problemas en Aula): 1,5 horas			EPA: Evaluación de Problemas en Aula
7	Tema 3. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
8	Tema 3. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EP: Evaluación proyectos/trabajos EPA
9	Tema 3. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
10	Tema 3. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
11	Tema 4. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
12	Tema 4. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
13	Tema 4. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
14	Tema 5. LM: 1,5 horas RPA: 1,5 horas			EPA
15	Tema 5. LM: 1,5 horas TP: 1,5 horas			
16	PO (Presentaciones orales): 4 horas			EP PO: Presentaciones orales, 4 horas

**b) Actividades formativas.**

Actividades formativas	EP	CT	CP	PL	TIE	TP	Otros*
ECTS	1,5	1,0	0,5		1,0	0,5	

EP: ESTUDIO Y TRABAJO PERSONAL DEL ALUMNO  
 CT: CLASES DE TEORÍA  
 CP: CLASES DE PROBLEMAS  
 PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
 TIE: TRABAJOS INDIVIDUALES O EN EQUIPO  
 TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS  
 \*Otros (especificar):

**c) Metodologías Docentes.**

Métodos Docentes	LM	PBL	RPA/MC	EIP	PL	Otros*
SI / NO	SI	SI	SI	SI	NO	

LM: LECCIÓN MAGISTRAL  
 PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS  
 RPA/MC: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA / MÉTODO DEL CASO  
 EIP: EXPOSICIÓN DE INFORMES Y PROYECTOS  
 PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
 \*Otros (especificar):

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

**a) Tribunal de Evaluación.**

<b>Presidente:</b>	PORTER, Jeff
<b>Vocal:</b>	LAVERÓN SIMAVILLA, Ana
<b>Secretario:</b>	DEL CURA VELAYOS, Juan Manuel
<b>Suplente:</b>	RODRÍGUEZ OTERO, Jacobo

**b) Actividades de Evaluación.**

Semana Nº	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
6-14	Evaluación Formativa	EC	EPA		10%	5,0	
8	Evaluación Formativa	EC	EP		30%	5,0	
16	Evaluación Formativa	EC + SEF	EP, PO		60%	5.0	

**c) Criterios de Evaluación.**

La evaluación se basará en ejercicios que los alumnos realizarán en clase a lo largo del curso y dos proyectos realizados en grupo, uno a mitad del curso y como proyecto final. El examen final consistirá en una presentación oral realizada por cada grupo, y una serie de preguntas individuales. También se tendrá en cuenta la asistencia y participación en clase como parte de la evaluación.

Inglés:

Evaluation will be based on problems done in class, one midterm project and one final project to be completed in groups. A final presentation by each group, and a series of individual questions, will constitute the final exam. Attendance and participation in class will also be taken into account.

## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
ZARCHAN, P., "Tactical and Strategic Missile Guidance (Progress in Astronautics and Aeronautics)", Sixth Edition, 2013.	bibliografía	
SIOURIS, G.M., "Missile Guidance and Control Systems", 2004.	bibliografía	
DORF, R.C., BISHOP, R.H., "Modern Control Systems", Twelfth Edition, 2011.	bibliografía	
GOLDSTEIN, H., "Classical Mechanics", Third Edition, 2001.	bibliografía	
YANUSHEVSKY, R., "Modern Missile Guidance", 2008.	bibliografía	
SHNEYDOR, N.A., "Missile Guidance and Pursuit: Kinematics, Dynamics and Control", 1998.	bibliografía	
LANCZOS, C., "The Variational Principles of Mechanics", Fourth Edition, 1986.	bibliografía	
BLAKELOCK, J.H., "Automatic Control of Aircraft and Missiles", Second Edition, 1991.	bibliografía	
LIN, C.F., "Modern Navigation, Guidance, and Control Processing, Vol. II", 1991.	bibliografía	
BROOKER, E., "Tracking and Kalman Filtering Made Easy", 1998.	bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	recurso web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.

## 10. OTRA INFORMACIÓN