



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

143005010 - Predicción, Optimización y Sincronización de Trayectorias

### PLAN DE ESTUDIOS

14TA - Master Universitario en Sistemas del Transporte Aéreo

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	8

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143005010 - Predicción, Optimización y Sincronización de Trayectorias
<b>No de créditos</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14TA - Master Universitario en Sistemas del Transporte Aereo
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jose Felix Alonso Alarcon (Coordinador/a)		josefelix.alonso@upm.es	- -
Jaime Torrecilla Puebla		jaime.torrecilla@upm.es	X - 17:00 - 18:00 V - 18:00 - 20:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Evolucion De Los Conceptos Atm
- Metodos De Optimizacion

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Capacidad de comprensión, análisis y síntesis
- Capacidades sociales participativas y comunicativas
- Hábito de trabajo continuado a lo largo del tiempo
- Introducción a la Navegación Aérea
- Capacidad de búsqueda y selección de información por distintas vías
- Programación básica
- Posicionamiento Guiado y Control

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE3 - Establecer las funciones esenciales necesarias para la definición de los escenarios de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM)

CE4 - Identificar las necesidades técnicas y operativas asociadas a la definición de un concepto operacional ATM

CG2 - Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en los entornos de evolución previstos en los Sistemas de Transporte Aéreo

CG6 - 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

CT4 - Analizar implicaciones económicas, administrativas, sociales o medioambientales ligadas a la aplicación de nuevos conceptos y técnicas en el Sistema del Transporte Aéreo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA38 - Comprensión de las características de las trayectorias, concepto de trayectoria 4-D en fases estratégica, pretáctica y táctica y sincronización de trayectorias

RA39 - Comprensión de la necesidad de la evolución del Sistema de Navegación Aérea

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura profundiza en la gestión de trayectorias como base de la futura Gestión del Tránsito Aéreo. Presenta la necesidad de disponer de la trayectoria como elemento clave que alimentará a las herramientas de separación para detección y resolución de conflictos, medición de parámetros de rendimiento del sistema en términos de KPAs de OACI, etc. Permite a los alumnos ahondar en las nuevas técnicas e investigaciones que se llevan a cabo en el seno de SESAR para maximizar la capacidad e incrementar la seguridad operacional del cielo único europeo.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. GESTIÓN DE TRAYECTORIAS.

1.1. 1.1. De la planificación a la ejecución. Agentes que actúan sobre la trayectoria

#### 2. TRAYECTORIAS 2D, 3D, 4D.

2.1. Definición de trayectorias

2.2. 2.2. Taxonomía de los principales eventos seguidos por una trayectoria

#### 3. PREDICTORES DE TRAYECTORIAS (TP's).

3.1. 3.1. Aspectos comunes de los predictores de trayectorias: arquitectura e invariantes

3.2. 3.2. Predictores de trayectorias en SESAR (a bordo, en tierra)

3.3. 3.3. Distintos tipos de predictores de trayectorias

3.4. 3.4. Ejemplos de predictores de trayectorias

#### 4. SINCRONIZACIÓN DE TRAYECTORIAS.

4.1. 4.1. Modificación y optimización de secuencias de tráfico aéreo

## 5. OPTIMIZACIÓN DE TRAYECTORIAS.

5.1. 5.1. Optimización mono-objetivo y multi-objetivo

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Teoría Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Teoría Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo en grupo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 20:00
3	<b>Teoría tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Teoría tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Teoría tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6		<b>Teoría tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo individual</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
7		<b>Teoría tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8		<b>Teoría tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		<b>Teoría tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10		<b>Teoría tema 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Teoría tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

12	<b>Teoría tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Teoría tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Teoría tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Teoría tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo laboratorio individual: actividad semi-presencial</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 30:00
16	<b>Teoría tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				<b>Prueba final convocatoria extraordinaria</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Trabajo en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	20:00	30%	5 / 10	CE3 CE4 CG2 CT4 CG6
6	Trabajo individual	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	10:00	30%	5 / 10	CE3 CE4 CG2 CT4 CG6
15	Trabajo laboratorio individual: actividad semi-presencial	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	30:00	40%	5 / 10	CT4 CG6 CE3 CE4 CG2

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CT4 CG6 CE3 CE4 CG2

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Los conocimientos se evaluarán mediante (véase también la tabla anterior):

- Trabajo individual de laboratorio: Valoración hasta un 40% de la nota final
- Trabajo individual: Valoración hasta un 30% de la nota final
- Trabajo en grupo con presentación oral: Valoración hasta un 30% de la nota final

En caso de suspenso el/la alumno/a tendrá la oportunidad de acudir al examen final extraordinario de Julio, en el que se evaluarán los conocimientos de toda la asignatura con una ponderación del 100%. Para superar la asignatura es obligatoria la realización con calidad suficiente de todos los trabajos propuestos.

El aprobado se establece en 5.0, teniendo en cuenta una escala de 0 a 10.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"The Roadmap for sustainable ATM". European ATM Master Plan, Ed.2 October 2012.	Bibliografía	
"P04.07.02_OSED_TechnicalNote_F MSTrajectoryPrediction_01.00.docx."	Bibliografía	
"P04.07.02_OSED_TechnicalNote_G roundTrajectoryPrediction_01.00.doc x."	Bibliografía	
"Instrument Flying Handbook". FAA- H-8083-15.	Bibliografía	

"Airplane Flying Handbook". FAA-H-8083-3ª.	Bibliografía	
"Instrument Procedures Handbook". FAA-H8083-16.	Bibliografía	
"Aeronautical Information Manual " AIM_Basic_4-03-14.pdf?.	Bibliografía	
"Operación de Aeronaves. Doc 8168. OPS/611. Volumen II. Construcción de procedimientos de vuelo visual y por instrumentos". OACI, Quinta edición, 2006.	Bibliografía	
"ARINC Specification 424-20". 5 December 2011.	Bibliografía	
FRANCISCO JAVIER SAEZ NIETO. "Navegación aérea. Posicionamiento, guiado y gestión del tráfico aéreo". 2012.	Bibliografía	
"Diversas publicaciones, proyectos fin de carrera, grado y máster, tesis doctorales y artículos científicos".	Bibliografía	
"Manuales de software específico".	Bibliografía	JSBSim, Simulink de matlab, Skysoft, etc.
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos 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.
Common Trajectory Predictor Structure and Terminology in support of SESAR and NextGen	Bibliografía	
Multi-objective optimisation of aircraft flight trajectories in the ATM	Bibliografía	