



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del  
Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**143003036 - Propulsión Espacial**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IB - Master Universitario En Ingeniería Aeronautica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143003036 - Propulsión Espacial
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IB - Master Universitario en Ingeniería Aeronautica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Efren Moreno Benavides	AS146	efren.moreno@upm.es	Sin horario.
Juan Manuel Tizon Pulido (Coordinador/a)	AS142	jm.tizon@upm.es	Sin horario.
Alejandro Millan Merino		al.millan@upm.es	Sin horario.

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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CE-SP-1 - Aptitud para proyectar, construir y seleccionar la planta de potencia más adecuada para un vehículo aeroespacial, incluyendo las plantas de potencia aeroderivadas.

CE-SP-6 - Conocimiento adecuado de Aerorreactores, Turbinas de Gas, Motores Cohete y Turbomáquinas.

CE-SP-9 - Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Plantas Propulsivas de Vehículos Aeroespaciales.

CG14 - 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 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios, así como cualquier información y documentación en lengua inglesa.

CT2 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA101 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de los sistemas de propulsión espaciales.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Las actividades espaciales proporcionan un modo de aumentar el conocimiento, de mejorar el bienestar común y, también, una oportunidad de explotación comercial. Hoy en día concedemos poca importancia al hecho de mantener una conversación con un conocido que está en otro continente, que se sepa con precisión la posición y velocidad de un huracán o que se mantenga una tripulación activa en la ISS. Sin embargo, todas estas situaciones y muchas más son producto de un enorme esfuerzo tecnológico y del constante ir y venir de vehículos espaciales por nuestros cielos.

Los sistemas de propulsión juegan un papel esencial en el desarrollo de las misiones espaciales tanto de carácter comercial como científico. Los cometidos que llevan a acabo abarcan la propulsión primaria y los sistemas de control de órbita, de trayectoria y de actitud. Tradicionalmente se han empleado sistemas químicos en todas estas tareas pero los motores cohete eléctricos han sido objeto de un intenso desarrollo en las últimas décadas y, en la actualidad, han demostrado su capacidad incluso en misiones de propulsión primaria.

La asignatura se divide en dos bloques temáticos: el primer bloque se dedica a aspectos avanzados relacionados con el empleo en el espacio de motores cohete de propulsores líquidos y sólidos. El segundo bloque temático se dedica a los sistemas de propulsión eléctrica. De este modo, la asignatura recoge la descripción de tecnologías maduras, que emplean sistemas químicos en todas las fases de la misión, junto con el enfoque de futuro que tiende a relegar la propulsión química a las fases de acceso al espacio y que emplea los motores cohete eléctricos para todas las misiones espaciales, incluso en misiones de propulsión primaria.

## 4.2. Temario de la asignatura

### 1. PROPULSION QUIMICA

- 1.1. DISEÑO Y OPTIMIZACION DE TOBERAS
- 1.2. MOTORES COHETE DE PROPULSANTE SOLIDO
- 1.3. MOTORES COHETE DE PROPULSANTE LIQUIDO
- 1.4. INESTABILIDADES DE COMBUSTION

### 2. PROPULSION ELECTRICA

- 2.1. CONCEPTOS BASICOS
- 2.2. MOTORES COHETE ELECTROTERMICOS
- 2.3. MOTORES COHETE ELECTROESTATICOS
- 2.4. MOTORES COHETE ELECTROMAGNETICOS

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Presentación de Trabajo en Grupo</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Presentacion trabajo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00
11	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

13	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Presentación de Trabajo en Grupo</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Presentación trabajo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00  <b>Asistencia y participación</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
17				

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.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Presentacion trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	30%	5 / 10	CE-SP-9 CE-SP-1 CE-SP-6
16	Presentacion trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	30%	5 / 10	CE-SP-1 CE-SP-6 CE-SP-9
16	Asistencia y participación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CT3 CT6 CT4 CT5 CE-SP-9 CG15 CG14 CT7 CE-SP-1 CE-SP-6 CT1 CT2

#### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-SP-1 CE-SP-6 CE-SP-9

#### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-SP-1 CE-SP-6 CE-SP-9

## 6.2. Criterios de evaluación

La calificación final se elabora mediante:

- Asistencia y participación en las LM: 20%+20%
- Elaboración y defensa de los trabajos propuestos: 60%

La nota relativa a la asistencia se calcula mediante la asistencia a las clases presenciales (el valor de la asistencia se calcula mediante muestreo):

- Asistencia inferior al 50%: 0 pts.
- Asistencia superior al 70%: 2 pts.
- Asistencia entre el 50% y el 70%: prorrateo

La nota relativa a la participación se elabora mediante ejercicios y test realizados en clase:

- Prorrateo de las notas de los test hasta un máximo de 2 pts.

La calificación relativa a los trabajos realizados durante el curso se compone de la evaluación de DOS trabajos correspondientes a cada uno de los bloques temáticos. Los trabajos se realizarán en grupo. La composición de los grupos cambiará en cada bloque temático.

La calificación de los trabajos en grupo se confeccionará mediante el siguiente procedimiento:

- Evaluación del informe presentado. Calificación colectiva. No inferior al 50%.
- Defensa pública del trabajo. Calificación colectiva. No superior al 20%.

- Defensa individual del trabajo. Calificación individual. No superior al 30%.

La defensa individual del trabajo se lleva a cabo durante la defensa pública mediante interpelación directa y/o evaluación de las intervenciones o mediante entrevista al final del curso.

El peso de cada parte en la evaluación de los trabajos es orientativo.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
BROWN, C. D., "Spacecraft Propulsion". AIAA education series, 1996.	Bibliografía	
DAVENAS, A. "Solid Rocket Propulsion Technology", Ed. Pergamon Press, 1993.	Bibliografía	
Goebel, D. M. And Katz, I. "Fundamentals of electric propulsion: ion and hall thrusters". Wiley Hoboken, New Jersey, cop. 2008	Bibliografía	
HEISER, W. H. AND PRATT, D. T. "Hypersonic Airbreathing Propulsion", AIAA Educational Series, 1994	Bibliografía	
HUMBLE, R.W., HENRY. G.N. Y LARSON, W.J. "Space Propulsion Analysis and Design". Ed. McGraw-Hill Co., 1994.	Bibliografía	

JAHN "Physics of Electric Propulsion". Ed. McGraw-Hill, 1968; Dover Mineola, 2006.	Bibliografía	
SUTTON, G.P. Y BIBLARZ, O. "Rocket Propulsion Elements". Ed. John Wiley, New York, 2001.	Bibliografía	
TIZÓN, J. M. y CABRERA, E., "Motores Cohete, 2ª ed.", Garceta, 2023.	Bibliografía	
TURNER, M. J. L. "Rocket and spacecraft propulsion: principles, practice and new developments", Springer, Berlin, 2009.	Bibliografía	
Transparencias de clase	Bibliografía	Disponibles en Moodle

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

El Temario, el Cronograma y el Sistema de Evaluación podrán sufrir modificaciones en razón del número de alumnos que cursen la asignatura, con la finalidad de adaptar los medios y métodos para un correcto desarrollo del curso. Dichas modificaciones se comunicaran oportunamente.