



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

145026005 - Sistemas De Propulsión

PLAN DE ESTUDIOS

14TS - Grado En Ingeniería En Tecnologías Aeroespaciales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145026005 - Sistemas de Propulsión
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14TS - Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Efren Moreno Benavides (Coordinador/a)	AS147	efren.moreno@upm.es	L - 10:30 - 12:00 M - 10:30 - 12:00 J - 10:30 - 12:00 V - 10:30 - 12:00 También disponible por email.

Salvador Rodriguez Blanco	B325	salvador.rodriguez@upm.es	M - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00 También disponible por email.
Alejandro Millan Merino	B325	al.millan@upm.es	Sin horario. Se solicitará por email al profesor.

* 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

- Mecánica De Fluidos I
- Termodinámica Ii
- Mecánica Ii
- Mecánica I
- Termodinámica I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Mecánica de fluidos II

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CRA2 - Comprender los ciclos termodinámicos generadores de potencia mecánica y empuje.

CT 3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

CT 9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo.

CTE-AM-2 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica interna; teoría de la propulsión; actuaciones de aviones y de aerorreactores; ingeniería de sistemas de propulsión; mecánica y termodinámica.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA171 - "Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas. "

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La aviación comercial y militar actual está dominada por motores basados en turbomaquinaria: fundamentalmente, turboreactores, turbohélices y turbofanés. Todos estos sistemas se caracterizan por usar el aire atmosférico que capturan para generar una fuerza de empuje sobre la aeronave. Por tanto, las principales características y actuaciones de cada uno de estos motores se encuentran fuertemente ligadas al tipo de aeronave que propulsan y a la altitud y velocidad de vuelo a la que lo hacen.

Por otra parte, la aviación hipersónica así como la propulsión espacial requieren generar fuerzas de empuje sin capturar aire atmosférico: son los motores cohete tanto líquidos como sólidos. En este tipo de motores las principales características y actuaciones son menos dependientes de la altitud y velocidad de vuelo.

En este contexto, el principal objetivo de la asignatura es capacitar al alumno para seleccionar la planta propulsora adecuada para una aeronave o vehículo espacial y estimar sus prestaciones.

5.2. Temario de la asignatura

1. FUNDAMENTOS DE PROPULSIÓN.

- 1.1. Ecuación del aerorreactor.
- 1.2. Rendimiento propulsivo.
- 1.3. Máquina motopropulsora simple.
- 1.4. Optimización propulsiva.

2. ECUACIONES INTEGRALES

- 2.1. Ecuaciones de continuidad y de cantidad de movimiento.
- 2.2. Ecuación de la energía y balance energético.

3. TURBORREACTOR DE FLUJO ÚNICO.

- 3.1. Descripción de componentes y ciclo de trabajo.
- 3.2. Potencia motora adimensional y rendimiento motor.
- 3.3. Rendimiento propulsivo y consumo específico.
- 3.4. Consideraciones de diseño.

- 3.5. Estatorreactor.
- 3.6. Actuaciones simplificadas.
- 4. TURBORREACTOR DE FLUJO ÚNICO CON POSTCOMBUSTOR.
 - 4.1. Descripción de componentes y ciclo de trabajo.
 - 4.2. Actuaciones simplificadas.
 - 4.3. Efectos reales.
- 5. TURBOHÉLICES.
 - 5.1. Descripción de componentes y ciclo de trabajo.
 - 5.2. Optimización.
 - 5.3. Turboejes y actuaciones simplificadas.
- 6. TURBOFANES.
 - 6.1. Descripción de componentes y ciclo de trabajo.
 - 6.2. Optimización.
 - 6.3. Actuaciones simplificadas.
 - 6.4. Tendencias actuales y futuras.
- 7. NECESIDADES PROPULSIVAS DE LAS AERONAVES.
 - 7.1. Análisis de restricciones.
 - 7.2. Análisis de misión.
 - 7.3. Influencia del peso del motor.
- 8. MOTORES COHETE.
 - 8.1. Descripción de componentes.
 - 8.2. Tobera y coeficiente de empuje.
 - 8.3. Combustible sólido.
 - 8.4. Combustible líquido.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Teoría Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Prácticas Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

8	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Prácticas Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>PEI1.1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:30</p>
12	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Prácticas Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Teoría Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Informe de prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>

16				
17				<p>PEI2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p> <p>PEI1.2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>PEI1+PEI2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 03:30</p>

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	PEI1.1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	0%	/ 10	CB2 CB5 CT 3 CT 9 CRA2 CTE-AM-2
15	Informe de prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	%	/ 10	CT 9 CTE-AM-2
17	PEI2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	/ 10	CB2 CB5 CT 3 CT 9 CRA2 CTE-AM-2
17	PEI1.2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	/ 10	

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	PEI1+PEI2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:30	100%	4.8 / 10	CB2 CB5 CT 3 CT 9 CRA2 CTE-AM-2

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Los exámenes parciales y finales estarán compuestos de una parte teórica y otra de aplicación práctica. Podrán estar constituidos por ejercicios (tanto numéricos como teóricos) tipo test y/o de desarrollo.

EVALUACIÓN PROGRESIVA

Los conocimientos se evaluarán mediante dos pruebas de evaluación parciales: PEI1 y PEI2

PEI1.1: es una prueba de evaluación intermedia en la fecha fijada por ordenación académica (corresponde aproximadamente al 70% del temario).

PEI1.2: es una prueba de evaluación intermedia en la fecha y hora del examen final ordinario (corresponde aproximadamente al 70% del temario).

PEI2: es una prueba de evaluación intermedia en la fecha y hora del examen final ordinario (corresponde aproximadamente al 30% del temario).

PRÁCTICAS: la asistencia es obligatoria en las fechas y horas que se especifiquen a lo largo del curso y el informe será entregado antes de la fecha indicada durante el curso (dependiendo de la calificación del informe, el alumno podrá llegar a obtener un punto adicional, que se sumará a la calificación $0.7 \text{ máximo}[\text{PEI1.1} + \text{PEI1.2}] + 0.3 \text{ PEI2}$)

El alumno podrá aprobar la asignatura mediante las pruebas parciales cuando obtenga una nota superior a 4.8 sobre 10 en la calificación $0.7 \text{ máximo}[\text{PEI1.1} + \text{PEI1.2}] + 0.3 \text{ PEI2} + \text{PRÁCTICAS}$.

EVALUACIÓN NO CONTINUA

Los conocimientos se evaluarán mediante una prueba de evaluación global final de todos los contenidos de la asignatura en la fecha y hora del examen final ordinario.

La prueba constará de dos partes, PEI1.2+PEI2, coincidentes con los contenidos de las pruebas parciales.

La prueba será superada cuando el alumno obtenga una nota superior a 4.8 sobre 10 en la calificación $0.7 \text{ PEI1.2} + 0.3 \text{ PEI2} + \text{PRÁCTICAS}$.

NOTA: De acuerdo con la normativa de evaluación, en la que se especifica que se guarda la nota de los bloques liberados reteniendo la nota más alta obtenida para aquellos estudiantes que deseen presentarse en los exámenes finales a subir nota, se dará por hecho que todo estudiante que se presente a la prueba de evaluación intermedia opta por el modelo de evaluación continua.

EVALUACIÓN EXTRAORDIANRIA

Los conocimientos se evaluarán mediante una única prueba de evaluación global final de todos los contenidos de la asignatura en la fecha y hora del examen final extraordinario.

La prueba será superada cuando el alumno obtenga una nota superior a 4.8 sobre 10. Las calificaciones obtenidas en las PEIs y las PRÁCTICAS no serán tenidas en cuenta en la convocatoria extraordinaria.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Aerorreactores. Principios básicos de la propulsión de aeronaves.	Bibliografía	Libro del Prof. Efrén Moreno Benavides con la extensión y temario de la parte I de esta asignatura. Publicado por Dextra Editorial
Motores cohete.	Bibliografía	Libro del Prof. Juan Manuel Tizón Pulido con los contenidos de la parte 2 de esta asignatura. Publicado por Dextra Editorial.
Aerorreactores: Diseño y actuaciones	Bibliografía	Libro del Cat. José Luis Montañés García. Publicado por UPM.
Elements of propulsion: gas turbines and rockets.	Bibliografía	MATTINGLY, JACK D. AIAA Education Series, 2006.
Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion.	Bibliografía	OATES, GORDON C. AIAA Reston, 3rd ed, 1997.
Mechanics and thermodynamics of propulsion.	Bibliografía	HILL, PHILIP G AND PETERSON, CARL R. Ed. Addison-Wesley Reading, 2nd ed, Massachusetts, 1992.
Espacio MOODLE de la asignatura http://moodle.upm.es/	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.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Tanto el "Temario de la asignatura" (punto 5.2), como el "Cronograma de la asignatura" (punto 6) y las "Actividades y criterios de evaluación" (punto 7) podrán sufrir modificaciones en razón del número de alumnos que cursen la asignatura, el desarrollo del curso, etc. De forma análoga, las prácticas de laboratorio pueden sufrir variaciones dependiendo del número de alumnos y de la disponibilidad de equipos.

Dichas modificaciones se comunicarán oportunamente a los alumnos, y se realizarán con la finalidad de adaptar los medios y métodos de forma más eficiente para el desarrollo del curso.