



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

**145006203 - Aerorreactores**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### 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.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145006203 - Aerorreactores
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<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>
Francisco Sastre Matesanz	AS143	francisco.sastre@upm.es	L - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00
Luis Sanchez De Leon Peque (Coordinador/a)	B325	luis.sanchezdeleon@upm.es	M - 10:00 - 13:00 X - 10:00 - 13:00
Michele Greco	B325	michele.greco@upm.es	V - 10:00 - 13:00

Salvador Rodriguez Blanco	B325	salvador.rodriguez@upm.es	V - 10:00 - 13:00
---------------------------	------	---------------------------	-------------------

\* 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

- Termodinamica
- Termodinamica Aplicada
- Transporte De Calor Y Masa
- Mecanica De Fluidos
- Mecanica De Fluidos li
- Tecnologia Aeroespacial

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE34 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo y de desarrollo de instalaciones de los sistemas propulsivos; la regulación y control de instalaciones de los sistemas propulsivos; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; los combustibles y lubricantes empleados en los motores de aviación y automoción; la simulación numérica de los procesos físico-matemáticos más significativos; los sistemas de mantenimiento y certificación de los motores aeroespaciales.

CE35 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica interna; teoría de la propulsión; actuaciones de aviones y de

aerorreactores; ingeniería de sistemas de propulsión; mecánica y termodinámica.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA208 - Saber resolver problemas relacionados con el cálculo de los ciclos termodinámicos y las características de los aerorreactores; así como el efecto de las características y calidad de los componentes.

RA209 - Conocer los diferentes aerorreactores y saber obtener los sistemas óptimos bajo el punto de vista de propulsivo.

RA210 - Dimensionar los componentes que intervienen en sistema propulsivo.

RA211 - Utilizar herramientas informáticas de cálculo de actuaciones de aerorreactores.

RA204 - Conocer las necesidades propulsivas de las aeronaves.

RA214 - Redactar informes técnicos y hacer exposiciones orales técnicas relacionadas con lo anterior.

RA212 - Conocer el efecto de las condiciones de vuelo: velocidad y altitud en el funcionamiento de los aerorreactores.

RA213 - Conocer los problemas ambientales de los aerorreactores y sus posibles soluciones.

RA215 - Resolver problemas derivados del ámbito de la materia de forma autónoma y en colaboración con otros.

RA205 - Conocer los empujes y resistencias relacionados con los aerorreactores.

RA206 - Conocer y cuantificar de forma aplicada el proceso de combustión de los aerorreactores y el rendimiento de la combustión.

RA207 - Saber realizar un balance energético diferenciando y calculando los rendimientos involucrados.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo fundamental de la asignatura es la formación, a nivel de experto, en problemas de utilización, selección y actuaciones de motores de reacción utilizados en aeronáutica (aerorreactores) y turbinas de gas. Además, se impartirán conocimientos sobre los problemas ambientales (contaminación y ruido) que se originan en el aeropuerto debido a los aerorreactores.

El tipo de docencia será prioritariamente presencial, pero en función de la normativa vigente podría ser no presencial.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Tema 1. Introducción.

- 1.1. Concepto de rendimiento Propulsivo.
- 1.2. Motores y Propulsores.
- 1.3. Rendimiento motor, de propulsión y global.
- 1.4. Desarrollo histórico de la propulsión por chorro.
- 1.5. Fabricantes de motores de turbinas de gas y nombres de motores.
- 1.6. Detalles constructivos de turbofanés biejés y triejes.
- 1.7. Análisis funcional de sus módulos.

#### 2. Tema 2. Necesidades propulsivas.

- 2.1. Potencia específica en exceso.
- 2.2. Análisis de restricciones.
- 2.3. Selección de empuje/peso.
- 2.4. Dimensionado del motor.
- 2.5. Autonomía y radio de acción.

#### 3. Tema 3. Análisis del ciclo Brayton.

- 3.1. Hipótesis y nomenclatura. Variables de remanso.
- 3.2. Toma dinámica. Pérdida de presión de remanso.

- 3.3. Compresor. Rendimientos adiabático y politrópico.
- 3.4. Cámara de combustión. Poder calorífico del combustible y rendimiento de la combustión.
- 3.5. Turbina. Rendimientos adiabático y politrópico.
- 3.6. Toberas. Tobera bloqueada.
4. Tema 4. Aplicación de las ecuaciones integrales de la Mecánica de Fluidos.
  - 4.1. Ecuación de continuidad.
  - 4.2. Ecuación de cantidad de movimiento. Resistencias adicional y externa.
  - 4.3. Ecuación de la energía. Poder calorífico del combustible y rendimiento de la combustión.
  - 4.4. Balance energético.
5. Tema 5. Comportamiento motor y propulsor de aerorreactores.
  - 5.1. Análisis simplificado del ciclo. Rendimiento global de compresión y de expansión.
  - 5.2. Potencia motora adimensional y rendimiento motor.
  - 5.3. Impulso específico y rendimiento de la propulsión.
  - 5.4. Cálculo simplificado de actuaciones. Variación de las variables específicas con la altura y velocidad de vuelo.
  - 5.5. Cálculo del gasto másico. Variación de las actuaciones del sistema con la altura y velocidad de vuelo.
6. Tema 6. Turbohélices y su optimización.
  - 6.1. Planteamiento del problema. Tracción y empuje.
  - 6.2. Parámetros que caracterizan el ciclo del TH: Potencia específica de la hélice y velocidad de salida.
  - 6.3. Valores óptimos de los parámetros y su discusión en función de las condiciones de vuelo y de la potencia del TB origen.
  - 6.4. Potencia útil y rendimiento propulsivo óptimos. Estudio del caso ideal.
  - 6.5. Definiciones empleadas en TH.
7. Tema 7. Turbofanés y su optimización.
  - 7.1. Planteamiento del problema. Flujos primario y secundario (caliente y frío). Configuraciones.
  - 7.2. Parámetros que caracterizan el ciclo del TF: relación de derivación y relación de compresión del fan.
  - 7.3. Valores óptimos de los parámetros y su discusión en función de las condiciones de vuelo y de la potencia del TB origen.
  - 7.4. Potencia útil y rendimiento propulsivo óptimos. Estudio del caso ideal.

- 7.5. Evolución de los TF utilizados. Optimización para una relación de derivación dada.
- 7.6. TF de flujo mezclados.
- 8. Tema 8. Conceptos futuros de motores.
  - 8.1. Nuevas configuraciones de TF.
- 9. Tema 9. Sistemas incrementadores de empuje.
  - 9.1. Necesidad de los mismos.
  - 9.2. Sistemas de inyección de agua. Inyección en el compresor. Inyección en la cámara de combustión.
  - 9.3. Sistemas postcombustor. Elementos que lo componen. Necesidad de toberas variables.
  - 9.4. Incremento de empuje, consumo y consumo específico en el caso ideal.
  - 9.5. Caso real. Bloqueo térmico. Parámetro de combustible máximo. Incremento del empuje función de la temperatura y del Mach de entrada.
- 10. Tema 10. Estudio de componentes.
  - 10.1. Planteamiento del problema de las actuaciones de los componentes.
  - 10.2. Parámetros adimensionales de un aerorreactor.
  - 10.3. Actuaciones del compresor.
  - 10.4. Actuaciones de la cámara de combustión.
  - 10.5. Actuaciones de la turbina.
  - 10.6. Actuaciones de la entrada.
  - 10.7. Actuaciones de la tobera de salida.
- 11. Tema 11. Cálculo analítico de las actuaciones de los aerorreactores.
  - 11.1. Planteamiento del problema: variables adimensionales y ecuaciones.
  - 11.2. Resolución del generador de gas monoeje.
  - 11.3. Resolución del aerorreactor.
  - 11.4. Líneas de funcionamiento y curvas características.
  - 11.5. Reducción de datos a la atmósfera estándar.
  - 11.6. Efecto de la temperatura y presión ambiente en el empuje de despegue.
  - 11.7. Motores de empuje constante.
  - 11.8. Medición del empuje a través del EPR.
- 12. Tema 12. Problemas ambientales de los aerorreactores.



12.1. Emisiones.

12.2. Contaminación.

12.3. Ruido.

13. Tema 13. Turbinas de gas.

13.1. Diferencias del ciclo utilizado en TB.

13.2. TG de aplicación industrial. Aeroderivadas.

13.3. TG de aplicación en transportes.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica - Arquitectura de motores a reacción</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
3	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
4	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
5	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>

6	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
7	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
8	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
10	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>

12	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
13	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Entrega semanal de problemas de clase</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Clase teórica de desarrollo de contenidos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica de resolución de ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
15				<p><b>Examen final (evaluación progresiva)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen final (evaluación global)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</p>
16				
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.

## 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
3	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
4	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
5	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
6	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
7	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
8	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	32.5%	/ 10	CE35 CG3 CG9 CE34
9	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
10	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34

11	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
12	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
13	Entrega semanal de problemas de clase	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	0%	/ 10	CG9 CE35 CG3 CE34
14	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	32.5%	/ 10	CE35 CG3 CG9 CE34
15	Examen final (evaluación progresiva)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	/ 10	CE35 CG3 CG9 CE34

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen final (evaluación global)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	/ 10	CE35 CG3 CG9 CE34

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

En el caso de **EVALUACIÓN GLOBAL**, el **examen final constará de 2 partes (teoría y problema)**.

En el caso de **EVALUACIÓN PROGRESIVA**, se realizarán **2 exámenes parciales (parte de teoría) más un examen final (sólo problema)**.

En cualquiera de los dos casos, la nota final de la asignatura se obtendrá como la **media ponderada** de:

- **65%** de la nota obtenida en la parte de **teoría**.
- **35%** de la nota obtenida en el **problema**.

Aquellos alumnos que hayan realizado los parciales de teoría durante el curso, podrán elegir presentarse asimismo a la parte de teoría del examen final para subir nota (se conservará, siempre, la mejor de las calificaciones obtenidas). No obstante, habrá una única parte de teoría en el examen final, no siendo divisible el contenido de ésta en parciales (no es posible, por tanto, presentarse a subir nota sólo a uno de los dos parciales realizados durante el curso).

**Adicionalmente**, por evaluación continua (entrega de problemas semanales), se podrá conseguir hasta un punto adicional (10% de la nota final), que sólo suma, en cualquier caso (se evalúa sobre el 110% de la nota por continua, por lo tanto), siempre y cuando se alcance un mínimo de nota en el problema del examen final, y solamente para la convocatoria ordinaria.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
GORDON C. OATES. "Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion"	Bibliografía	
JACK D. MATTINGLY. "Elements of Gas Turbine Propulsion"	Bibliografía	
JACK D. MATTINGLY. "Aircraft Engine Design"	Bibliografía	
NICHOLAS CUMPSTY. "Jet Propulsion"	Bibliografía	
HILL & PETERSON. "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion"	Bibliografía	
KERREBROCK. "Aircraft Engines and Gas Turbines"	Bibliografía	
"The Jet Engine". Ed. ROLLS- ROYCE	Bibliografía	
"The Aircraft Gas Turbine Engine and its Operation". Ed. PRATT & WHITNEY	Bibliografía	
C.S. TARIFA. "Motores de reacción y turbinas de gas"	Bibliografía	
J.L. MONTAÑÉS. "Aerorreactores: diseño y actuaciones"	Bibliografía	
Moodle: Enunciados de problemas propuestos y realizados en el aula. Transparencias mostradas durante las lecciones magistrales.	Recursos web	