

**GUÍA DOCENTE**  
**SISTEMAS DE PROPULSION**

**GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL EN**  
**AERONAVEGACIÓN**

**CURSO 2023-24**

Fecha de publicación: 10-07-2023



<b>I.-Identificación de la Asignatura</b>	
<b>Tipo</b>	OBLIGATORIA
<b>Período de impartición</b>	3 curso, 1Q semestre
<b>Nº de créditos</b>	3
<b>Idioma en el que se imparte</b>	Castellano

<b>II.-Presentación</b>
<p>Esta asignatura tiene como objetivo proporcionar los fundamentos de la propulsión a través de clases teóricas y prácticas junto con prácticas de laboratorio y trabajos individuales. Los objetivos de aprendizaje de la asignatura son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Clasificar los elementos propulsivos y motores a reacción en base a las diferentes tipologías existentes.</li> <li>•Exponer y comprender los conceptos fundamentales en la evaluación de las prestaciones de los motores a reacción.</li> <li>•Describir las funciones y el funcionamiento de los componentes aerodinámicos elementales de los motores a reacción.</li> <li>•Reconocer los problemas y las dificultades existentes en el análisis termodinámico de la propulsión y contrastar su interacción con otras competencias de la titulación: mecánica de fluidos, termodinámica, aerodinámica, y vehículos aeroespaciales.</li> <li>•Presentar decisiones de diseño en base a los conocimientos adquiridos en los trabajos individuales y las clases prácticas.</li> <li>•Los conceptos, ecuaciones y metodologías de diseño y selección de elementos propulsivos que se introducen en esta asignatura son herramientas vitales para el diseño preliminar de vehículos aeroespaciales. Asimismo, los conocimientos adquiridos durante esta asignatura permitirán juzgar el ámbito de actuación de un vehículo basado y rango de operación en el análisis de sus elementos propulsivos.</li> </ul>

<b>III.-Competencias</b>
<b>Competencias Generales</b>

CG01. Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG02. Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG03. Instalación explotación y mantenimiento en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG04. Verificación y Certificación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG05. Capacidad para llevar a cabo actividades de proyección, de dirección técnica, de peritación, de redacción de informes, de dictámenes, y de asesoramiento técnico en tareas relativas a la Ingeniería Técnica Aeronáutica, de ejercicio de las funciones y de cargos técnicos genuinamente aeroespaciales.

CG06. Capacidad para participar en los programas de pruebas en vuelo para la toma de datos de las distancias de despegue, velocidades de ascenso, velocidades de pérdidas, maniobrabilidad y capacidades de aterrizaje.

#### **Competencias Específicas**

CE08. Comprender los ciclos termodinámicos generadores de potencia mecánica y empuje.

CE16. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.

## IV.-Contenido

### IV.A.-Temario de la asignatura

#### **Tema 1 Introducción a los motores a reacción**

Evolución histórica  
Principio de propulsión  
Clasificación general de aerorreactores

#### **Tema 2 Análisis termodinámico del ciclo de operación**

Diseño preliminar  
Ciclo Joule ideal  
Ciclo joule real  
Mejoras al ciclo Joule

#### **Tema 3 Generación de empuje y prestaciones de los motores a reacción**

Definición y generación de empuje  
Aplicación real del empuje  
Rendimiento térmico, propulsivo y global  
Rango de operación: parámetros del motor

#### **Tema 4 Características de los principales componentes**

Cubierta del motor, sistemas de ingestión de la capa límite  
Toma de aire  
Fan, hélice  
Compresor  
Cámara de combustión  
Turbina  
Tobera

#### **Tema 5 Motor turbojet**

Actuación y operación del motor turbojet  
Mejoras al empuje del motor turbojet  
Ciclo termodinámico del motor turbojet

#### **Tema 6 Motor turbofan y turbohélice**

Motor turbofan  
Motor turboprop

#### **Tema 7 Motores de alta velocidad, high speed air breathing propulsion**

Ramjet  
Scramjet  
Pulse detonation engine  
Rotating detonation engine  
Motores de ciclo combinado

#### **Tema 8 Introducción a motores cohete**

Introducción a los motores cohete  
Descripción básica  
Historia y primeros motores cohete  
Tipos de motores cohete  
Estudio propulsivo

<b>IV.B.-Actividades formativas</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Resolución de ejercicios	Clases prácticas, asistencia a clases prácticas donde se reciben las exposiciones del profesor, preguntando dudas y tomando apuntes de forma activa.
Otras actividades	Estudio individual o en grupo
Trabajos individuales	Realización de trabajos y problemas. Realización, individual o grupal, de las tareas encomendadas por el profesor, tales como la resolución de ejercicios y la elaboración de proyectos o trabajos con entrega online asíncrona.
Otras actividades	Otras actividades
Realización de pruebas	Pruebas. Realización de pruebas de evaluación en el aula o laboratorio con ordenador de forma presencial.
Laboratorios	Prácticas de Laboratorio, Si las circunstancias lo permiten asistencia a laboratorios cumpliendo normativa de distanciamiento social y aforo para la realización de trabajos prácticos. Realización de trabajos de diseño, análisis, implementación, medida, etc.; con la supervisión del profesor en parte y con la elaboración de una memoria escrita entregable de forma online asíncrona y una posible exposición oral sobre el trabajo realizado.
Otras actividades	Tutorías
Lecturas	Clases teóricas, Asistencia a clases teóricas donde se reciben las exposiciones del profesor, preguntando dudas y tomando apuntes de forma activa.

<b>V.-Tiempo de Trabajo del estudiante (30h grado y 25h máster)</b>	
Clases teóricas	20
Clases de resolución de ejercicios, problemas, casos, etc.	6
Prácticas en laboratorios experimentales, tecnológicos, clínicos, campo, etc.	2
Realización de pruebas	2
Tutorías académicas	7
Actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc.	2
Preparación de clases teóricas	20
Preparación de prácticas/ejercicios/casos	11
Preparación de pruebas	20
Total de horas de trabajo del alumnado	90

<b>VI.-Metodología y plan de trabajo</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Contenido</b>
Clases Teóricas	Semana 1 a Semana 16	Clase magistral. Exposiciones de los conceptos de la asignatura. El profesor facilita a los alumnos los materiales necesarios para el seguimiento de las clases. Las clases deben ir precedidas por una preparación previa del trabajo del alumno. Tutorías individuales o en grupo.
Prácticas	Semana 2 a Semana 16	Clases prácticas y de problemas. Otras actividades presenciales en el aula diferentes de la clase magistral, generalmente con mayor interacción entre alumnos y profesores: resolución de ejercicios, casos prácticos, presentaciones, debates, etc.
Laboratorios	Semana 4 a Semana 14	Práctica de Laboratorio. La práctica de Laboratorio tendrá lugar en el hangar o laboratorios informáticos de la universidad siguiendo la normativa especificada.

Trabajos colectivos	Semana 4 a Semana 16	Trabajos en grupo e individuales con entregables de forma asíncrona y exposiciones presenciales grupales con evaluación por pares y evaluación por parte del profesorado.
Tutorías académicas	Semana 1 a Semana 16	Tutorías presenciales en los espacios designados para ello por la universidad o telemáticas y previa notificación por correo electrónico
Pruebas	Semana 8 a Semana 16	Prueba Parcial. Los exámenes se harán de forma presencial en los espacios habilitados para la universidad siguiendo la normativa especificada.



## VII.-Método de evaluación

### VII.A.-Ponderación para la evaluación

#### **Evaluación ordinaria continua:**

La distribución y características de las pruebas de evaluación son las que se describen a continuación. Solo en casos excepcionales y especialmente motivados, el profesor podrá incorporar adaptaciones en la Guía. Dichos cambios requerirán, previa consulta al Responsable de la Asignatura, la autorización previa y expresa del Coordinador de Grado, quien notificará al Vicerrectorado con competencias en materia de Ordenación Académica la modificación realizada. En todo caso, las modificaciones que se propongan deberán atender a lo establecido en la memoria verificada. Para que tales cambios sean efectivos, deberán ser debidamente comunicados a comienzo de curso a los estudiantes a través del Aula Virtual.

La suma de las actividades no reevaluables no podrá superar el 50% de la nota de la asignatura y, en general, no podrán tener nota mínima (salvo en el caso de las prácticas de laboratorio o prácticas clínicas, cuando esté debidamente justificado), evitando incorporar pruebas que superen el 60% de la ponderación de la asignatura.

**Evaluación extraordinaria:** Los estudiantes que no consigan superar la evaluación ordinaria, o no se hayan presentado, serán objeto de la realización de una evaluación extraordinaria para verificar la adquisición de las competencias establecidas en la guía, únicamente de las actividades de evaluación revaluables.

### Descripción de las pruebas de evaluación y su ponderación

La evaluación ordinaria de la asignatura consiste en la evaluación de las siguientes **tres actividades**.

**1) Realización de prácticas de resolución de problemas.** Para facilitar el seguimiento de la asignatura, a lo largo del curso se plantearán una serie de problemas. La resolución de estos problemas y la entrega de los correspondientes informes con los resultados obtenidos es individual y obligatoria. Los problemas planteados se propondrán a través del aula virtual y los estudiantes deberán aportar su solución dentro del plazo determinado. La calificación global, Cp., de esta actividad se calculará como media de las calificaciones obtenidas en los distintos problemas. La calificación de los informes de prácticas de resolución de problemas no entregados será cero. La calificación Cp. obtenida en esta actividad será el 15% de la calificación final. Los informes de resolución de problemas entregados con retraso o en cursos anteriores no serán considerados. **Esta actividad es no reevaluable en ninguna de las dos convocatorias.**

**2) Realización de prácticas de laboratorio.** Para facilitar el seguimiento de la asignatura, a lo largo del curso se plantearán una serie de prácticas de laboratorio. La realización de las prácticas y la entrega de los correspondientes informes con los resultados obtenidos es individual y obligatoria. La calificación global, Cl, de esta actividad se calculará como media de las calificaciones obtenidas en los distintos informes. La calificación de los informes de prácticas de laboratorio no entregados será cero. La calificación Cl obtenida en esta actividad será el 5% de la calificación final. Los informes de prácticas entregados con retraso o en cursos anteriores no serán considerados. **Esta actividad es no reevaluable en ninguna de las dos convocatorias.**

**3) Realización de pruebas escritas, Ce:**

4.1- Una prueba parcial escrita, Cep1, no liberatoria para la prueba extraordinaria.

4.2- Una prueba final escrita, Cef.

Las pruebas escritas se realizarán de forma individual y obligatoria. Se pondrán a prueba todos los contenidos de la asignatura estudiados hasta el momento de la prueba. La calificación obtenida en la prueba escrita, Ce, será el 80% de la calificación final y se calculará como sigue:

$$Ce = 1/2 Cep1 + 1/2 Cef$$

Para superar la prueba escrita ha de obtenerse una calificación Ce mínima de un 5/10. La ponderación de las actividades 1) y 2) en la calificación final solo se hará efectiva si se supera la prueba escrita.

Las pruebas parciales y final serán pruebas presenciales donde se evaluarán los contenidos teóricos y prácticos de los diferentes bloques de la asignatura.

#### **Resumiendo,**

•si  $Ce \geq 5$

$$Cf = 0.15 * Cp + 0.05 * Cl + 0.80 * Ce;$$

•si  $Ce < 5$ , la calificación final será  $Cf = Ce$ .

#### **Evaluación Extraordinaria**

La evaluación extraordinaria de la asignatura consiste en la ponderación de las actividades 1), y 2) descritas anteriormente (que son no reevaluables) y de un examen que tendrá lugar en las fechas oficiales establecidas y del que se obtendrá la calificación Ce. Para el cálculo de las calificaciones se aplicarán los mismos criterios que en la evaluación ordinaria. La realización presencial o mediante métodos telemáticos de la prueba extraordinaria dependerá de las circunstancias presentes durante las fechas de realización de las evaluaciones extraordinarias.

**Para aprobar la asignatura en la evaluación ordinaria o en la extraordinaria ha de obtenerse una calificación final Ce igual o superior a 5.**

En ningún caso se concederán tutorías durante los 3 días hábiles anteriores a la fecha de cualquier prueba o examen contemplado en la asignatura.

#### **Revisión de la calificación de las pruebas escritas**

En la revisión de la calificación de las distintas pruebas escritas se aplican las normas siguientes.

1) En los días posteriores a cualquiera de las pruebas escritas el docente pondrá a disposición de los estudiantes los enunciados de las preguntas. El docente también describirá los criterios de evaluación y valoración de los diferentes apartados que conformen las pruebas de evaluación práctica. Para solicitar la revisión de la calificación los estudiantes deberán proporcionar una autocorrección de sus entregas siguiendo la resolución y criterios de evaluación fijados por el docente en la revisión. En caso de no presentar el documento de autocorrección no se podrá solicitar revisión de la calificación salvo causa justificada,

2) Los criterios de evaluación establecidos por los profesores de la asignatura no podrán ser objeto de discusión durante la revisión.

3) La revisión de las calificaciones no prevé la resolución de dudas. Su finalidad es la resolución de los eventuales errores en las calificaciones. Para la resolución de dudas acerca de los problemas o cuestiones planteados en las pruebas, se procederá de la misma forma que para el resto de dudas a lo largo del curso, es decir, mediante la solicitud de una tutoría por parte del

de la misma forma que para el resto de dudas a lo largo del curso, es decir, mediante la solicitud de una tutoría por parte del alumno.

4) En la revisión de dichas pruebas el alumno deberá presentar la solución por escrito de las mismas. Los problemas para los cuales los alumnos no proporcionan la solución no serán analizados durante revisión.

En el eventual caso de la existencia de cualquier tipo de plagio, en cualquier tipo de prueba o trabajo evaluable, se procederá de acuerdo a lo establecido en la "Normativa sobre conducta académica de la Universidad Rey Juan Carlos".

#### **VII.B.-Evaluación de estudiantes con dispensa académica de asistencia a clase**

Para que un alumno pueda optar a esta evaluación, tendrá que obtener la 'Dispensa Académica de asistencia a clase' para la asignatura, que habrá solicitado al Decano/a o Director/a del Centro que imparte su titulación. La Dispensa Académica se podrá conceder siempre y cuando las peculiaridades propias de la asignatura lo permitan. Una vez que se haya notificado la concesión de la Dispensa Académica, el docente deberá informar al estudiante a través del Aula Virtual acerca del plan de evaluación establecido en cada caso.

Asignatura con posibilidad de dispensa: No

#### **VII.C.-Revisión de las pruebas de evaluación**

Conforme a la normativa de reclamación de exámenes de la Universidad Rey Juan Carlos.

#### **VII.D.-Estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales**

Las adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad o con necesidades educativas especiales, a fin de garantizar la igualdad de oportunidades, no discriminación, la accesibilidad universal y la mayor garantía de éxito académico serán pautadas por la Unidad de Atención a Personas con Discapacidad en virtud de la Normativa que regula el servicio de Atención a Estudiantes con Discapacidad, aprobada por Consejo de Gobierno de la Universidad Rey Juan Carlos.

Será requisito para ello la emisión de un informe de adaptaciones curriculares por parte de dicha Unidad, por lo que los estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales deberán contactar con ella, a fin de analizar conjuntamente las distintas alternativas.

#### **VII.E.-Conducta Académica, integridad y honestidad académica**

La Universidad Rey Juan Carlos está plenamente comprometida con los más altos estándares de integridad y honestidad académica, por lo que estudiar en la URJC supone asumir y suscribir los valores de integridad y la honestidad académica recogidos en el Código Ético de la Universidad (<https://www.urjc.es/codigoetico>). Para acompañar este proceso, la Universidad dispone de la Normativa sobre conducta académica de la Universidad Rey Juan Carlos ([https://urjc.es/images/Universidad/Presentacion/normativa/Normativa\\_conducta\\_academica\\_URJC.pdf](https://urjc.es/images/Universidad/Presentacion/normativa/Normativa_conducta_academica_URJC.pdf)) y de diferentes herramientas (antiplagio, supervisión) que ofrecen una garantía colectiva para el completo desarrollo de estos valores esenciales.

<b>VIII.-Recursos y materiales didácticos</b>	
<b>Bibliografía básica</b>	
G.P, Sutton, O. Biblarz, "Rocket Propulsion Elements", Wiley-interscience	
Saeed Farokhi, "Aircraft Propulsion", Wiley	
Kerrebrock, "Aircraft Engines and Gas Turbines", MIT Press.	
G. C. Oates, "Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion", AIAA Education Series	
P.P. Walsh, P. Fletcher, "Gas Turbine Performance", Blackwell Science	
Nicholas Cumpsty, "Jet Propulsion: A simple guide to the aerodynamic and thermodynamic design and performance of jet engines", Cambridge University Press.	
Ahmed F. El Sayed, "Aircraft propulsion and Gas Turbine Engines", CRC Press.	
Dixon. Dossat, "Mecánica de Fluidos: Termodinámica de las Turbomáquinas".	
J.H. Horlock. Pergamon, "Advanced Gas Turbine Cycles", Elsevier Science.	
Hill, Peterson, "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion", Addison Wesley.	
Casamassa & Bent, "Jet Aircraft Power Systems", Mc-Graw Hill.	
Meherwan P. Boyce, "Gas Turbine Engineering Handbook" 2nd Edition Gulf Professional Publishing (2002)	
J.D. Mattingly, "Elements of Gas Turbine Propulsion", McGraw Hill	
J. D. Mattingly, "Elements of propulsion, Gas Turbines and Rockets", AIAA Education series	
H. Cohen, G.F.C. Rogers and H.I.H. Saravanamuttoo, "Gas Turbine Theory", Longman	
<b>Bibliografía complementaria</b>	

<b>IX.-Profesorado</b>	
<b>Nombre y apellidos</b>	ANTONIO GARCIA MARTINS
<b>Correo electrónico</b>	antonio.gmartins@urjc.es
<b>Departamento</b>	Teoría de la Señal y Comunicaciones y Sistemas Telemáticos y Computación
<b>Categoría</b>	Profesor/a Asociado/a
<b>Responsable de asignatura</b>	Si
<b>Horario de Tutorías</b>	Para consultar las tutorías póngase en contacto con el/la profesor/-a a través de correo electrónico
<b>Nº de Quinquenios</b>	0

<b>Nº de Sexenios</b>	0
<b>Nº de Sexenios de transferencia</b>	0
<b>Nº de evaluaciones positivas Docencia</b>	0
<b>Nombre y apellidos</b>	JOSE MANUEL GALAN CASTELA
<b>Correo electrónico</b>	jose.galan@urjc.es
<b>Departamento</b>	Teoría de la Señal y Comunicaciones y Sistemas Telemáticos y Computación
<b>Categoría</b>	Profesor/a Asociado/a
<b>Responsable de asignatura</b>	No
<b>Horario de Tutorías</b>	Para consultar las tutorías póngase en contacto con el/la profesor/-a a través de correo electrónico
<b>Nº de Quinquenios</b>	0
<b>Nº de Sexenios</b>	0
<b>Nº de Sexenios de transferencia</b>	0
<b>Nº de evaluaciones positivas Docencia</b>	0