



GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2016/17

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

PLAN 14IA – GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL

Código **145006203**

Asignatura **AERORREACTORES**

Nombre en Inglés **JET ENGINES**

Materia **Propulsión Aeroespacial**

Especialidad **Propulsión Aeroespacial**

Idiomas **ESPAÑOL**

Curso 3

Semestre 2

Carácter OBE

Créditos 6 ECTS

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 y turbinas de gas. Además, se darán conocimientos sobre los problemas ambientales (contaminación y ruido) que se originan en el aeropuerto debido a los aerorreactores.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Asignaturas superadas: TECNOLOGÍA AEROESPACIAL; TERMODINÁMICA; TERMODINÁMICA APLICADA; MECÁNICA DE FLUIDOS I Y II; TRANSPORTE DE CALOR Y MASA

Otros requisitos:

b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas:

Otros Conocimientos:

3. COMPETENCIAS

CÓDIGO.- CG 3: "Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos."; **CG 9:** "Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo."; **CE 34 – EB02:** "Conocimiento adecuado y aplicado a ingeniería de: los métodos de cálculo y de desarrollo de instalaciones de los sistemas propulsivos; la simulación numérica de los procesos físicos - matemáticos más significativos."; **CE 35 – EB03:** "Conocimiento aplicado de: aerodinámica interna; teoría de la propulsión; actuaciones de aviones y aerorreactores; ingeniería de sistemas de propulsión."; **CE 38 – EB06:** "Conocimiento adecuado y aplicado a la ingeniería de los conceptos y leyes que gobiernan la combustión interna, su aplicación a la propulsión, así como, la aplicación al intercambio de energía."

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CÓDIGO.- RA1: "Conocer las necesidades propulsivas de las aeronaves."; **RA2:** "Conocer los empujes y resistencias relacionados con los aerorreactores."; **RA3:** "Conocer y cuantificar de forma aplicada el proceso de combustión de los aerorreactores y el rendimiento de la combustión."; **RA4:** "Saber realizar un balance energético diferenciando y calculando los rendimientos involucrados."; **RA5:** "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."; **RA6:** "Conocer los diferentes aerorreactores y saber obtener los sistemas óptimos bajo el punto de vista de propulsivo."; **RA7:** "Dimensionar los componentes que intervienen en sistema propulsivo."; **RA8:** "Utilizar herramientas informáticas de cálculo de actuaciones de aerorreactores."; **RA9:** "Conocer el efecto de las condiciones de vuelo: velocidad y altitud en el funcionamiento de los aerorreactores."; **RA10:** "Conocer los problemas ambientales de los aerorreactores y sus posibles soluciones."; **RA11:** "Redactar informes técnicos y hacer exposiciones orales técnicas relacionadas con lo anterior." **RA12:**

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

5. PROFESORADO

Departamento: MECÁNICA DE FLUIDOS Y PROPULSIÓN AEROESPACIAL

Coordinador de la Asignatura: José Luis MONTAÑÉS GARCÍA

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
José RODRIGO RAMÍREZ	jose.rodrigo@upm.es	
Luis SÁNCHEZ DE LEÓN PEQUE	luis.sanchezdeleon@upm.es	

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar).

6. TEMARIO

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)		
Luis Sánchez de León Peque <luis.sanchezdeleon@upm.es>TEMA / CAPITULO	APARTADO	Indicadores Relacionados
Tema 1 Introducción	Concepto de rendimiento Propulsivo.	T1.1
	Motores y Propulsores.	T1.2
	Rendimiento motor, de propulsión y global.	T1.3
	Desarrollo histórico de la propulsión por chorro.	T1.4
	Fabricantes de motores de turbinas de gas y nombres de motores.	T1.5
	Detalles constructivos de turbofanos biejés y triejes	T1.6
	Análisis funcional de sus módulos.	T1.7
Tema 2 Necesidades propulsivas	Potencia específica en exceso.	T2.1
	Análisis de restricciones.	T2.2
	Selección de empuje/peso.	T2.3
	Dimensionado del motor.	T2.4
	Autonomía y radio de acción.	T2.5
Tema 3	Hipótesis y nomenclatura. Variables de remanso.	T3.1

Análisis del ciclo Brayton	Toma dinámica. Pérdida de presión de remanso.	T3.2
	Compresor. Rendimientos adiabático y politrópico.	T3.3
	Cámara de combustión. Poder calorífico del combustible y rendimiento de la combustión.	T3.4
	Turbina. Rendimientos adiabático y politrópico.	T3.5
	Toberas. Tobera bloqueada	T3.6
Tema 4 Aplicación de las ecuaciones integrales de MF	Ecuación de continuidad.	T4.1
	Ecuación de cantidad de movimiento. Resistencias adicional y externa	T4.2
	Ecuación de la energía. Poder calorífico del combustible y rendimiento de la combustión.	T4.3
	Balance energético.	T4.4
Tema 5 Comportamiento motor y propulsor de aerorreactores	Análisis simplificado del ciclo. Rendimiento global de compresión y de expansión.	T5.1
	Potencia motora adimensional y rendimiento motor.	T5.2
	Impulso específico y rendimiento de la propulsión.	T5.3
	Cálculo simplificado de actuaciones. Variación de las variables específicas con la altura y velocidad de vuelo.	T5.4
	Cálculo del gasto másico. Variación de las actuaciones del sistema con la altura y velocidad de vuelo.	T5.5
Tema 6 Turbohélices y su optimización	Planteamiento del problema. Tracción y empuje.	T6.1
	Parámetros que caracterizan el ciclo del TH: Potencia específica de la hélice y velocidad de salida.	T6.2
	Valores óptimos de los parámetros y su discusión en función de las condiciones de vuelo y de la potencia del TB origen.	T6.3
	Potencia útil y rendimiento propulsivo óptimos. Estudio del caso ideal.	T6.4
	Definiciones empleadas en TH.	T6.6
Tema 7 Turbofans y su optimización	Planteamiento del problema. Flujos primario y secundario (caliente y frío). Configuraciones.	T7.1
	Parámetros que caracterizan el ciclo del TF: relación de derivación y relación de compresión del fan.	T7.2
	Valores óptimos de los parámetros y su discusión en función de las condiciones de vuelo y de la potencia del TB origen.	T7.3
	Potencia útil y rendimiento propulsivo óptimos. Estudio del caso ideal.	T7.4

	Evolución de los TF utilizados. Optimización para una relación de derivación dada.	T7.5
	TF de flujo mezclados.	T7.6
Tema 8 Conceptos futuros de motores.	Nuevas configuraciones de TF	T8.1
Tema 9 Sistemas incrementadores de empuje	Necesidad de los mismos	T9.1
	Sistemas de inyección de agua. Inyección en el compresor. Inyección en la cámara de combustión.	T9.2
	Sistemas postcombustor. Elementos que lo componen. Necesidad de toberas variables.	T9.3
	Incremento de empuje, consumo y consumo específico en el caso ideal.	T9.4
	Caso real. Bloqueo térmico. Parámetro de combustible máximo. Incremento del empuje función de la temperatura y del Mach de entrada.	T9.5
Tema 10 Estudio de componentes	Plantreamiento del problema de las actuaciones de los componentes.	T10.1
	Parámetros adimensionales de un aerorreactor.	T10.2
	Actuaciones del compresor.	T10.3
	Actuaciones de la cámara de combustión.	T10.4
	Actuaciones de la turbina.	T10.5
	Actuaciones de la entrada.	T10.6
	Actuaciones de la tobera de salida.	T10.7
Tema 11 Cálculo analítico de las actuaciones de los aerorreactores	Planteamiento del problema: variables adimensionales y ecuaciones.	T11.1
	Resolución del generador de gas monoeje	T11.2
	Resolución del aerorreactor.	T11.3
	Líneas de funcionamiento y curvas características.	T11.4
	Reducción de datos a la atmósfera estándar.	T11.5
	Efecto de la temperatura y presión ambiente en el empuje de despegue.	T11.6
	Motores de empuje constante.	T11.7
	Medición del empuje a través del EPR.	T11.8

Tema 12 Problemas ambientales de los aerorreactores	Emisiones	T12.1
	Contaminación	T12.2
	Ruido	T12.3
Tema 13 Turbinas de gas	Diferencias del ciclo utilizado en TB	T13.1
	TG de aplicación industrial. Aeroderivadas	T13.2
	TG de aplicación en transportes	T13.3

7. PLAN DE TRABAJO

a) Cronograma.

Semana Nº	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	3 LM+RPA+PBL		1º	
2	3 LM+RPA+TP			
3	3 LM+RPA+PBL		2º	Parcial
4	3 LM+RPA+TP			
5	3 LM+RPA+PBL		3º	
6	3 LM+RPA+TP			
7	3 LM+RPA+PBL		4º	Parcial
8	3 LM+RPA+TP			
9	3 LM+RPA+PBL		6º	
10	3 LM+RPA+TP			
11	3 LM+RPA+PBL		7º	Parcial
12	3 LM+RPA+TP			
13	3 LM+RPA+PBL		8º	
14	3 LM+RPA+TP			
15	3 LM+RPA+TP			Parcial
16				

b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS		3,5		1,5	1	

EPD: ESTUDIO PERSONAL DIRIGIDO
LM: LECCIÓN MAGISTRAL
PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS
PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO
RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA
TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS
***Otros** (especificar):

8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

a) Tribunal de Evaluación.

Presidente:	Nombre APELLIDOS
Vocal:	Nombre APELLIDOS
Secretario:	Nombre APELLIDOS
Suplente:	Nombre APELLIDOS

b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
6	Test de Teoría y Ejercicios	Continua	Escrita	1h	25% teoría	5	CG 3, CE 34, CE 35, CE 36
9	Test de Teoría y Ejercicios	Continua	Escrita	1h	25% teoría	5	CG 3, CE 34, CE 35, CE 36
13	Test de Teoría y Ejercicios	Continua	Escrita	1h	25% teoría	5	CG 3, CE 34, CE 35, CE 36
15	Test de Teoría y Ejercicios	Continua	Escrita	1h	25% teoría	5	CG 3, CE 34, CE 35, CE 36
16	Test de Teoría y Ejercicios + Desarrollo de un Problema	Final	Escrita	3h	90%	5	CG 3, CE 34, CE 35, CE 36

c) Criterios de Evaluación.

Los exámenes parciales tratan de evaluar el conocimiento del alumno en los temas básicos por eso constarán de un test y de ejercicios cortos; todo ello realizado sin ayuda de ningún tipo de referencia. El aprobado mediante una nota media de estos exámenes, le permitirán al alumno liberar la parte teórica del examen final de la asignatura, que tiene un valor total de la asignatura del 65%.

Los problemas y proyectos pretenden que el alumno sea capaz de evaluar con un grado de aproximación suficiente las actuaciones de los distintos tipos de aerorreactores mediante los modelos explicados en las clases. Esto animará a los alumnos a adquirir las destrezas necesarias y le permitirá desplegar una actividad en la iniciativa personal y la creatividad que serán muy útiles para enfrentarse al mundo profesional en relación con los si temas de propulsión aérea.

En el examen final se evaluara el conjunto de conocimientos adquiridos.

Se hará mediante la realización de una parte teórica (para los que no la tengan liberada) y la realización de un problema con ayuda de las referencias que se consideren oportunas. Esta parte valdrá el 35% de la nota final

9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
Mechanics and Thermodynamics of Propulsion". Hill & Peterson.		
"Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion". Gordon C. Oates.		
"Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components". Gordon C. Oates.		
"Aircraft Propulsion Systems Technology and Design". Gordon C. Oates.		
"Aircraft Engines and Gas Turbines". Kerrebrock. "Elements of Gas Turbine Propulsion". Jack D. Mattingly.		
"Teoría de las Turbinas de Gas". Cohen, Rogers & Saravanamuttoo.		
"Jet Propulsion" Nicholas Cumpsty.	Bibliografía	
"An Introduction to Aerospace Propulsion" R. Douglas Archer & Maida Saarlás.		
"Teoría de los Motores de Reacción". Steekin		
"The Jet Engine". Rolls Royce. Configuración.		
"The Aircraft Gas Turbine Engine and its Operation". Pratt & Whitney. Configuración.		
"Jet Engines: Fundamentals of Theory, Design and Operation". Klaus Hünecke. Configuración.		
"Jet Aircraft Power Systems". Casaniassa & Bent. Configuración.		
"Motores de Reacción y Turbinas de Gas". C.S. Tarifa.		
"Turborreactores". Antonio Esteban Oñate.		
Apuntes de la asignatura.		
Enunciado de problemas propuestos y realizados en aula.		
Transparencias mostradas durante las lecciones magistrales.	Moodle	

10. OTRA INFORMACIÓN