



## GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

### 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 **145007503**

Asignatura **AERORREACTORES**

Nombre en Inglés **AIRBREATHING ENGINES**

Materia **PROPULSIÓN AEROESPACIAL**

Especialidad **CTA**

Idiomas **CASTELLANO**

**Curso** CUARTO

**Semestre** SÉPTIMO

**Carácter** OBE

**Créditos** 6 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura consiste en conseguir que el alumno adquiera los conceptos básicos relativos a las necesidades propulsivas de la aeronave y específicamente los conceptos básicos de la propulsión aérea así como los diferentes conceptos de transformaciones energéticas. Dentro de dichos conceptos se incluyen el entendimiento y la optimización, en diseño, de los diferentes conceptos usados en la propulsión aérea, desde el concepto de turborreactor de flujo único hasta el turbofan pasando por los turbohélices para finalizar con los sistemas de generación de potencia. Finalmente se introducirá al alumno en el entendimiento y cálculo de actuaciones de los sistemas propulsivos para finalizar con una introducción a los problemas de contaminación originados por los sistemas propulsivos

## 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

- 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.
- CE45.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los conceptos y leyes que gobiernan la combustión interna, su aplicación a la propulsión cohete.
- CE49.-** Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- RA01.-** Conocer las necesidades propulsivas de las aeronaves.

- RA02.-** Conocer los empujes y resistencias relacionados con los aerorreactores.
- RA03.-** Conocer y cuantificar de forma aplicada el proceso de combustión de los aerorreactores y el rendimiento de la combustión.
- RA04.-** Saber realizar un balance energético diferenciando y calculando los rendimientos involucrados.
- RA05.-** 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.
- RA06.-** Conocer los diferentes aerorreactores y saber obtener los sistemas óptimos bajo el punto de vista de propulsivo.
- RA07.-** Dimensionar los componentes que intervienen en sistema propulsivo.

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** MECÁNICA DE FLUIDOS Y PROPULSIÓN AEROESPACIAL.

**Coordinador de la Asignatura:** Gregorio CORCHERO DÍAZ.

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
CORCHERO DÍAZ, Gregorio	<a href="mailto:gregorio.corchero@upm.es">gregorio.corchero@upm.es</a>	
LÓPEZ JUSTE, Gregorio	<a href="mailto:gregorio.lopez@upm.es">gregorio.lopez@upm.es</a>	

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

## 6. TEMARIO

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.

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.

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. 4.6. Toberas. Tobera bloqueada.

Tema 4. APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES INTEGRALES DE MF.

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.

**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.

**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.

**Tema 7. TURBOFANES 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 mezclado.

**Tema 8. CONCEPTOS FUTUROS DE MOTORES.**

8.1. Nuevas configuraciones de TF.

**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.

**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.

**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 monoéje. 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.

**Tema 12. PROBLEMAS AMBIENTALES DE LOS AERORREACTORES.**

12.1. Emisiones. 12.2. Contaminación. 12.3. Ruido.

**Tema 13. TURBINA DE GAS.**

13.1. Diferencias del ciclo utilizado en TB. 13.2. TG de aplicación industrial. Aeroderivadas. 13.3. TG de aplicación en transportes.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	3 LM+1 RPA			
2	3 LM+1( RPA+PL)	Descripción Sistemas Propulsivos		
3	3 LM+1 RPA			
4	3 LM+1 RPA			
5	3 LM+1 RPA			
6	3 LM+1 RPA			
7	3 LM+1 RPA			
8	3 LM+1 RPA			
9	3 LM+1 RPA			
10	3 LM+1 RPA			1ª Evaluación continua (1º Examen Parcial)
11	3 LM+1 RPA			
12	3 LM+1 PL			
13	3 LM+1 RPA			
14	3 LM+1 (RPA+PL)	Descripción Sistemas Propulsivos		2ª Evaluación continua (2º Examen Parcial)

### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	0,25	3		1		

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.

<b>Presidente:</b>	José Luis MONTAÑES GARCÍA
<b>Vocal:</b>	Gregorio LÓPEZ JUSTE
<b>Secretario:</b>	Gregorio CORCHERO DÍAZ
<b>Suplente:</b>	Juan Manuel TIZÓN PULIDO

**b) Actividades de Evaluación.**

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
10	Evaluación continua (Examen parcial)	EC	POP	1 h	50% Teoría		
14	Evaluación continua (Examen parcial)	EC	POP	1 h	50% Teoría		

**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/o 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 temas de propulsión aérea.

En el examen final se evaluará 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
HILL Y PETERSON. "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion".	Bibliografía	
GORDON C. OATES. "Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion".	Bibliografía	
GORDON C. OATES. "Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components".	Bibliografía	
GORDON C. OATES. "Aircraft Propulsion Systems Technology and Design".	Bibliografía	
KERREBROCK. "Aircraft Engines and Gas Turbines".	Bibliografía	
JACK D. MATTINGLY. "Elements of Gas Turbine Propulsion".	Bibliografía	
COHEN, ROGERS Y SARAVANAMUTTOO. "Teoría de las Turbinas de Gas".	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
R. DOUGLAS ARCHER Y MAIDA SAARLAS. "An Introduction to Aerospace Propulsion".	Bibliografía	
STECKIN. "Teoría de los Motores de Reacción".	Bibliografía	
"The Jet Engine". Rolls Royce. Configuración.	Bibliografía	
"The Aircraft Gas Turbine Engine and its Operation". Ed. Pratt & Whitney. Configuración.	Bibliografía	
KLAUS HÜNECKE. "Jet Engines: Fundamentals of Theory, Design and Operation". Configuración.	Bibliografía	
CASAMASSA Y BENT. "Jet Aircraft Power Systems". Configuración.	Bibliografía	
C.S. Tarifa. "Motores de Reacción y Turbinas de Gas".	Bibliografía	
"Transparencias de los temas presentados en las clases magistrales"	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	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.

## 10. OTRA INFORMACIÓN