



## 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 **145006202**

Asignatura **MOTORES ALTERNATIVOS AERONÁUTICOS**

Nombre en Inglés **AERONAUTICAL RECIPROCATING ENGINES**

Materia **PROPULSIÓN AEROESPACIAL**

Especialidad **PA**

Idiomas **CASTELLANO**

**Curso** TERCERO

**Semestre** SEXTO

**Carácter** OBE

**Créditos** 4,5 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

En esta asignatura se tratan aspectos tanto fluidodinámicos como mecánicos del motor alternativo. Se comienza con una descripción del motor, de algunas magnitudes fundamentales y del ciclo de operación. A continuación hay una serie de temas en los que se construye un modelo de ciclo bastante completo, modelando todos los procesos involucrados. Seguidamente se estudia la cinemática y dinámica completa del motor, calculando las fuerzas y momentos producidos tanto por los gases como por la inercia de las piezas móviles. Finalmente se imparten unos temas de integración del motor (actuaciones) y diversos aspectos tecnológicos de los distintos subsistemas que conforman el motor y las particularidades de los motores alternativos aeronáuticos frente a los de automoción.

La asignatura tiene el enfoque teórico, evaluado en la prueba final, y uno práctico mediante la elaboración de trabajos en grupo y la realización de prácticas de laboratorio.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

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

**Asignaturas superadas:** -

**Otros requisitos:** -

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

**Se recomienda tener superadas las Asignaturas:** Matemáticas I, Física I, Matemáticas II, Física II, Termodinámica, Mecánica Clásica y Mecánica de Fluidos

**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.
- 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.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA01.-** Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la influencia de parámetros de operación y diseño sobre las actuaciones de los motores alternativos aeronáuticos y sus sistemas.

**RA02.-** Conocimiento de los aspectos más destacados de los ensayos de los motores alternativos.

## 5. PROFESORADO

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

**Coordinador de la Asignatura:** Ángel Gerardo VELÁZQUEZ LÓPEZ

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
ARIAS PÉREZ, Juan Ramón	<a href="mailto:juanramon.arias@upm.es">juanramon.arias@upm.es</a>	
VELÁZQUEZ LÓPEZ, Ángel Gerardo	<a href="mailto:angel.velazquez@upm.es">angel.velazquez@upm.es</a>	

Los horarios de tutorías estarán publicados en el tablón de anuncios de Propulsión y en Moodle

## 6. TEMARIO

Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Planteamiento de la asignatura. 1.2. Ecuación dinámica del comportamiento de un vehículo. 1.3. Estimación de órdenes de magnitud.

Tema 2. ARQUITECTURA BÁSICA DEL MOTOR.

2.1. Elementos constructivos. 2.2. Procesos en el motor. 2.3. Órdenes de magnitud de variables y parámetros de interés. 2.4. Clasificación de los motores atendiendo a los tipos de combustión. 2.5. Bloques físico-matemáticos en la modelización del motor.

Tema 3. CICLOS IDEALES.

3.1. Hipótesis de comportamiento del ciclo ideal. 3.2. El ciclo Otto ideal. 3.3. El ciclo Diesel ideal. 3.4. Comparación entre los diferentes modelos de ciclo.

Tema 4. CICLOS REALES.

4.1. Modelos de aporte de calor dependientes del tiempo. 4.2. Integración de modelos de aporte de calor en el modelo de ciclo. 4.3. Sistema de ecuaciones algebraico-diferenciales del modelo. 4.4. Ejemplos prácticos.

Tema 5. FLUIDODINÁMICA DE LOS CONDUCTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

5.1. Modelos de flujo a través de las válvulas. 5.2. Modelos de flujo en conductos de admisión y escape. 5.3. Resumen del sistema simplificado de ecuaciones algebraico diferenciales de flujo en el motor.

Tema 6. TRANSFERENCIA DE CALOR Y PÉRDIDAS MECÁNICAS EN EL MOTOR.

6.1. Flujos de calor en los diferentes componentes del motor. 6.2. Ecuación de la transmisión de calor en un medio semi-infinito con condiciones de contorno periódicas en el tiempo. 6.3. Modelos semi-empíricos de transferencia de calor en el cilindro. 6.4. Pérdidas por rozamientos y modelos asociados.

## Tema 7. MODELIZACIÓN DE LA COMBUSTIÓN.

7.1. Modelos simplificados de combustión. 7.2. Integración de modelos de combustión en el modelo de ciclo. 7.3. Sistema de ecuaciones algebraico-diferenciales del modelo.

## Tema 8. EL MODELO DE MOTOR.

8.1. Integración de sub-modelos desarrollados en los capítulos precedentes en un único modelo. 8.2. Discusión del carácter de las ecuaciones y de las condiciones de contorno y condiciones iniciales. 8.3. Métodos de resolución del modelo de motor. 8.4. Ejemplos prácticos. 8.5. Comparación con resultados experimentales de banco de ensayos. 8.6. Comparación con resultados proporcionados por fabricantes de motores.

## Tema 9. CINEMÁTICA DEL MECANISMO BIELA-MANIVELA.

9.1. Formulación y resolución de la ligadura Cinemática del mecanismo biela-manivela. 9.2. Dependencia de las variables cinemáticas de los parámetros de diseño. 9.3. Ejemplos prácticos.

## Tema 10. DINÁMICA DEL MECANISMO BIELA-MANIVELA.

10.1. Método de los trabajos virtuales. 10.2. Cálculo del momento torsor en el eje del motor. 10.3. Cálculo de fuerzas y momentos. 10.4. Dependencia de las fuerzas y momentos de los parámetros de diseño. 10.5. Ejemplos prácticos.

## Tema 11. PARÁMETROS GLOBALES.

11.1. Parámetros representativos del motor. 11.2. Ejemplos concretos.

## Tema 12. ANÁLISIS DIMENSIONAL.

12.1. Introducción. 12.2. Semejanza Dimensional en el ciclo con deposición de calor. 12.3. Resumen e ideas importantes.

## Tema 13. RENOVACIÓN DE CARGA.

## Tema 14. REQUERIMIENTOS DE MEZCLA Y SISTEMA DE INYECCIÓN.

## Tema 15. FENOMENOLOGÍA DE LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN.

15.1. Combustión Otto: fases del proceso e influencia de parámetros de operación. 15.2. Autoignición. 15.3. Combustión Diesel: fenomenología de los procesos de inyección.

## Tema 16. ACTUACIONES.

16.1. Curvas características a plena carga. 16.2. Curvas características a carga parcial. 16.3. Acoplamiento Motor-Vehículo.

## Tema 17. TURBOCOMPRESORES

17.1. Esquema de un turbocompresor. 17.2. Ecuaciones de equilibrio. 17.3. Sistemas de control de la presión de soplado

## Tema 18. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS AERONÁUTICOS.

18.1. Arquitectura del motor. 18.2. Actuaciones en altura. 18.3. Selección de puntos de diseño.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

- P1.- Medición en banco de ensayos de actuaciones de motores Diesel.
- P2.- Medición en banco de ensayos de las pérdidas mecánicas de motores Diesel.
- P3.- Medición en banco de ensayos de actuaciones de motores Otto.
- P4.- Medición en banco de ensayos de la influencia del dosado en las actuaciones de motores Otto.

P5.- Arquitectura de motor. Análisis morfológico y funcional de piezas y sistemas (2 sesiones, una en aula durante el tema de Arquitectura y otra en laboratorio)

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
1	<b>Temas 1 y 2</b> LM: Lección Magistral 3 horas			
2	<b>Temas 2 y 3</b> LM: Lección Magistral 2 horas PL: Práctica Lab 1 hora			
3	<b>Temas 3 y 4</b> LM: Lección Magistral 3 horas			
4	<b>Temas 5 y 6</b> LM: Lección Magistral 3 horas			
5	<b>Temas 6 y 7</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
6	<b>Tema 7</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
7	<b>Tema 8</b> LM: Lección Magistral 2 horas <b>Trabajo de ciclo</b> PBL: Aprendizaje basado en proyectos 1 hora	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
8	<b>Temas 9 y 10</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		<b>Examen Parcial</b> POPF: Prueba Objetiva Parcial/Final 2 horas Evaluación Continua y Sólo Prueba Final

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
9	<b>Tema 10</b> LM: Lección Magistral 3 horas <b>Trabajo de Dinámica</b> PBL: Aprendizaje basado en proyectos 2 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
10	<b>Temas 11 y 12</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
11	<b>Temas 12 y 13</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
12	<b>Temas 13 y 14</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
13	<b>Temas 15 y 16</b> LM: Lección Magistral 3 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
14	<b>Temas 17 y 18</b> LM: Lección Magistral 2 horas <b>General</b> RPA: Resolución de problemas en aula 1 horas	<b>Prácticas</b> PL: Prácticas de Laboratorio 2 horas		
15	<b>Tema 18</b> LM: Lección Magistral 1 horas RPA: Resolución de problemas en aula 2 horas			<b>Evaluación Trabajos y Prácticas</b> EP: Evaluación proyectos/trabajos Labor del profesor
16	<b>General</b> RPA: Resolución de problemas en aula 3 horas			<b>Examen Final</b> POPF: Prueba Objetiva Parcial/Final 2 horas Evaluación Continua y Sólo Prueba Final

## b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
<b>ECTS 4,5</b>	1,8	1,3	0,4		0,1	0,3

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):** Elaboración trabajos/informes

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

### a) Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Ángel Gerardo VELÁZQUEZ LÓPEZ
<b>Vocal:</b>	Emilio NAVARRO ARÉVALO
<b>Secretario:</b>	Juan Ramón ARIAS PÉREZ
<b>Suplente:</b>	Antonio BARRERO GIL

### b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
8	Examen Parcial	EC + SEF	POPF	2 h	20%	4	CG9, CE34 y CE35
15	Evaluación trabajos	EC	EP	-	30%	5	CG3, CG9, CE34 y CE35
16	Examen Final	EC+ SEF	POPF	2 h	50%	5	CG9, CE34 y CE35

### c) Criterios de Evaluación.

TRABAJOS EN GRUPO: Criterios establecidos en los enunciados. Peso: 20%.

TEST liberatorio intermedio. Peso: 20%.

PRÁCTICAS. Evaluación de informes. Peso: 10%.

EXAMEN FINAL: Segunda parte de teoría y problemas. Peso: 50%.

Para aprobar la asignatura, será necesario obtener en el Examen Final y en el Test liberatorio una nota superior a 4.5, y la media final ha de ser superior a 5.0.

## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
C. R. FERGUSSON AND A. T. KIRKPATRICK. "Internal Combustion Engines Applied Thermo-Sciences". Ed. John Wiley & Sons, 2001.	Bibliografía	
F. PAYRI, J.M. DESANTES Y MÁS. "Motores de Combustión Interna Alternativos". Ed. Reverté y UPV, 2011.	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
J.B. HEYWOOD. "Internal Combustion Engine Fundamentals". Ed. McGraw Hill, 1988.	Bibliografía	
K. MOLLENHAUER AND H. TSCHOKE. "Handbook of Diesel Engines". Ed. Springer, 2010.	Bibliografía	
R. VAN BASSHUYSEN AND F. SCHAEFER. "Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives". Ed. SAE International, 2004.	Bibliografía	
A. VELÁZQUEZ Y JR ARIAS. "Motores Alternativos". Ed. Garceta.	Bibliografía	Libro de texto de la asignatura
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.
Banco de ensayos	Equipamiento	

## 10. OTRA INFORMACIÓN