



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145007504 - Motores Alternativos Aeronauticos**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145007504 - Motores Alternativos Aeronauticos
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Angel Gerardo Velazquez Lopez	14A.S1.044.0	angel.velazquez@upm.es	M - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00
Juan Ramon Arias Perez (Coordinador/a)	14A.S1.046.0	juanramon.arias@upm.es	M - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Lopez Gavilan, Pablo	pablo.lopez@upm.es	Velazquez Lopez, Angel Gerardo

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Termodinamica
- Fisica Ii
- Matematicas I
- Fisica I
- Mecanica Clasica
- Matematicas Ii
- Mecanica De Fluidos

### 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

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.

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

RA196 - 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.

RA197 - Conocimiento de los aspectos más destacados de los ensayos de los motores alternativos.

RA202 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los distintos ciclos aplicables, del proceso de la combustión interna en motores alternativos y de la alimentación de combustible.

RA203 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los conceptos sobrealimentación y turboalimentación en motores alternativos aeronáuticos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se estudian los diferentes procesos que dan lugar al ciclo de trabajo de un motor alternativo, sea Otto o Diesel. La integración de los procesos da lugar al ciclo termodinámico.

Se realiza también un extenso análisis de la cinemática y dinámica del motor, calculando las fuerzas y momentos generados.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introducción

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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

#### 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

## 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

## 11. PARÁMETROS GLOBALES

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

## 12. ANÁLISIS DIMENSIONAL

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

## 13. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS AERONÁUTICOS

- 13.1. Arquitectura del motor
- 13.2. Actuaciones en altura
- 13.3. Selección de puntos de diseño

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de banco de ensayos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Planteamiento Trabajo Cinemática y Dinámica</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas  <b>Tema 9</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de Arquitectura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

11	<p><b>Planteamiento Trabajo Cinemática y Dinámica</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
12	<p><b>Temas 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Problemas aplicación</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 12</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Tema 13</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15	<p><b>Problemas aplicación</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo de Ciclo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Trabajo de Cinemática y Dinámica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Examen oral. En este examen se examinará de la materia que se libera en los trabajos en grupo</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Prácticas de Laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p>
16				<p><b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:30</p> <p><b>Examen de teoría Total de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30</p>

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Trabajo de Ciclo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	20%	4 / 10	CE45 CE49 CG3 CG9
15	Trabajo de Cinemática y Dinámica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	20%	4 / 10	CE45 CG3 CG9
15	Prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	10%	4 / 10	CE45 CG3 CG9
16	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CE45 CG3 CG9

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen oral. En este examen se examinará de la materia que se libera en los trabajos en grupo	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	40%	4 / 10	CE45 CE49 CG3 CG9
15	Prácticas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CG3 CG9
16	Examen de teoría Total de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CE45 CE49 CG3 CG9

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

EVALUACIÓN CONTINUA:

TRABAJOS EN GRUPO: Criterios establecidos en los enunciados. Peso: 40%.

PRÁCTICAS. Evaluación de informes. Peso: 10%.

EXAMEN FINAL: Teoría (test y desarrollo) y problemas. Peso: 50%.

Para aprobar la asignatura, será necesario obtener en el Examen Final una nota superior a 4, y la media final ha de ser superior a 5.0

SOLO EXAMEN FINAL:

EXAMEN TOTAL DE LA ASIGNATURA. La parte relativa a los trabajos en grupo se sustituirá por un examen oral sobre la aplicación práctica de los ciclo termodinámicos y sobre la cinemática y dinámica del motor. El examen se compondrá de teoría y prácticas, y la nota de cada parte ha de ser superior a 4, y la media superior a 5

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ferguson	Bibliografía	C. R. FERGUSON AND A. T. KIRKPATRICK. ?Internal Combustion Engines Applied Thermo-Sciences?. Ed. John Wiley & Sons, 2001
Payri	Bibliografía	F. PAYRI, J.M. DESANTES Y MÁS. ?Motores de Combustión Interna Alternativos?. Ed. Reverté y UPV, 2011.
Heywood	Bibliografía	J.B. HEYWOOD. ?Internal Combustion Engine Fundamentals?. Ed. McGraw Hill, 1988
VAN BASSHUYSEN	Bibliografía	R. VAN BASSHUYSEN AND F. SCHAEFER. ?Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives?. Ed. SAE International, 2004.
Motores Alternativos	Bibliografía	. VELÁZQUEZ Y JR ARIAS. ?Motores Alternativos?. Ed. Garceta.
Espacio MOODLE de la asignatura	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	
Microsoft Teams	Otros	Se creará un equipo en Teams para comunicación entre alumnos y profesores, impartir clases online, tutorías, etc...

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las clases del presente curso se podrán impartir de manera telemática mediante la herramienta Teams. Para ello se creará un equipo de la asignatura en el que el coordinador añadirá a los alumnos, cuya relación obtendrá de Moodle.

A las horas establecidas en el horario el profesor abrirá una reunión en el canal General del equipo y los alumnos podrán ir conectándose a las misma.

Las prácticas de laboratorio tendrán carácter presencial.