



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

**145006202 - Motores Alternativos Aeronauticos**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145006202 - Motores Alternativos Aeronauticos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<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>
Juan Ramon Arias Perez	14A.S1.046.0	juanramon.arias@upm.es	M - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00
Angel Gerardo Velazquez Lopez (Coordinador/a)	14A.S1.044.0	angel.velazquez@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 Ii
- Matematicas I
- Fisica I
- Mecanica Clasica
- 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

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.

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.

## 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.

Finalmente se estudian temas más tecnológicos sobre el uso y aplicación de los motores alternativos.

### 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. ACTUACIONES

### 13.1. Curvas características a plena carga

### 13.2. Curvas características a carga parcial

### 13.3. Acoplamiento Motor-Vehículo

## 14. TURBOCOMPRESORES

### 14.1. Esquema de un turbocompresor

### 14.2. Ecuaciones de equilibrio

### 14.3. Sistemas de control de la presión de soplado

## 15. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS AERONÁUTICOS

### 15.1. Arquitectura del motor

### 15.2. Actuaciones en altura

### 15.3. 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>Temas 1 y 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Temas 2 y 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Temas 3 y 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Temas 5 y 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Temas 6 y 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PLanteamiento Trabajo Ciclo</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Práctica d ebanco de ensayos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen Parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
8	<b>Temas 9 y 10</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 10</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Planteamiento Trabajo Cinemática y Dinámica</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Práctica de Arquitectura</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Temas 11 y 12</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

11	<b>Temas 12 y 13</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 14</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas Tema 14</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	<b>Tema 15</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14				<b>Exposición Trabajos</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
15				<b>Exposición Trabajos</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
16				<b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:30  <b>Examen Total de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
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
7	Examen Parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	4 / 10	CG3 CG9 CE34 CE35
14	Exposición Trabajos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	15%	4 / 10	CG9 CE34 CE35
15	Exposición Trabajos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	15%	4 / 10	CG9 CE34 CE35
16	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CG3 CG9 CE34 CE35

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen Total de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE34 CE35

#### 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: 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, y la media final ha de ser superior a 5.0

SOLO EXAMEN FINAL:

EXAMEN TOTAL DE LA ASIGNATURA. Se compondrá de teoría y prácticas, y la nota de cada parte ha de ser superior a 3.5, 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.
Velázquez	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	