



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Diligencia para hacer constar que las siguientes páginas de este documento se corresponden con la información que consta en la Secretaria de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla relativa al programa oficial de la asignatura “Motores Térmicos” (1140025) del curso académico “2009-2010”, de los estudios de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Mecánica (Plan 2001)”.

Regina M^a Nicaise Fito

Gestora de Centro

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	1/11

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

CURSO 2009/10

DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA				
TITULACIÓN:		I.T.I., especialidad Mecánica		
NOMBRE:		Motores Térmicos		
NOMBRE (INGLÉS):		Thermal Engines		
CÓDIGO:		1140025	AÑO DE PLAN ESTUDIO:	2001
TIPO:		Troncal		
CRÉDITOS:	Totales	Teóricos	Prácticos	
L.R.U.	4.5	3.0	1.5	
E.C.T.S.	4	2.85	1.15	
CURSO:	3º	CUATRIMESTRE:	C-II	CICLO: 1º

COORDINADOR DESIGNADO POR EL DEPARTAMENTO:

Juan José Ruiz Marín

DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES			
NOMBRE:	JUAN JOSÉ RUIZ MARÍN		
CENTRO/DEPARTAMENTO:	ESI y EUP / Ingeniería Energética		
ÁREA:	Máquinas y Motores Térmicos		
Nº DE DESPACHO:	B.20, en la EUP 12 de la E1, en la ESI	TELÉFONO:	95 455 28 55 95 448 72 42
E-MAIL:	jjrm@esi.us.es		
URL WEB:			
NOMBRE:			
CENTRO/DEPARTAMENTO:			
ÁREA:			
Nº DE DESPACHO:		TELÉFONO:	
E-MAIL:			
URL WEB:			

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA	
1. Descriptores según BOE	
Motores Térmicos	
2. Situación	
2.1. Conocimientos y destrezas previos	
Es muy recomendable tener amplios conocimientos de Mecánica General, Resistencia de Materiales y Cálculo y construcción de Máquinas.	
Es imprescindible una buena base en las materias: Termodinámica, Transmisión de Calor y Mecánica de Fluidos.	

2.2. Contexto dentro de la titulación

Esta es una asignatura que, basándose en los conocimientos previos indicados, introduce al alumno en el conocimiento y aplicaciones de los motores térmicos: plantas de potencia con turbinas de vapor, de gas y ciclos combinados, motores de combustión interna alternativos como propulsores (vehículos automóviles, maquinaria y marinos), etc.

2.3. Recomendaciones

Es aconsejable que el alumno haya superado la mayor parte de las materias de primer y segundo curso, prioritariamente las relacionadas con el Cálculo y Construcción de Máquinas y, sobretodo, las asignaturas de Ingeniería Fluidomecánica y Termotecnia.

2.4. Adaptaciones para estudiantes con necesidades especiales (estudiantes extranjeros, estudiantes con alguna discapacidad,...):

Se estudiará en cada caso, para buscar la solución más conveniente.

3. Competencias que se desarrollan

3.1. Genéricas o transversales

Incluir listado de competencias en formato tabla y valorar de 0 a 4 el grado de entrenamiento de cada una: 0, no se entrena; 1, se entrena débilmente; 2, se entrena de forma moderada; 3, se entrena de forma intensa; 4, entrenamiento definitivo de la competencia (no se volverá a entrenar después).

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES	0	1	2	3	4
1. Capacidad de análisis y síntesis.			X		
2. Capacidad de organizar y planificar.		X			
3. Conocimientos generales básicos.				X	
4. Conocimientos básicos de la profesión.			X		
5. Comunicación oral y escrita en la propia lengua.	X				
6. Conocimiento de una segunda lengua.	X				
7. Habilidades básicas de manejo del ordenador.	X				
8. Habilidades de gestión de la información.		X			
9. Resolución de problemas.				X	
10. Toma de decisiones.			X		
COMPETENCIAS INTERPERSONALES	0	1	2	3	4
1. Capacidad crítica y autocrítica.			X		
2. Trabajo en equipo.		X			
3. Habilidades interpersonales.	X				
4. Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar.	X				
5. Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.			X		
6. Apreciación de la diversidad y de la multiculturalidad.	X				
7. Habilidad para trabajar en un contexto internacional.		X			
8. Compromiso ético.			X		
COMPETENCIAS SISTÉMICAS	0	1	2	3	4
1. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.				X	
2. Habilidades de investigación.			X		
3. Capacidad de aprender.			X		
4. Capacidad para adaptarse a las nuevas situaciones.				X	
5. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad).			X		
6. Liderazgo.	X				
7. Conocimiento de culturas y costumbres de otros países.		X			
8. Habilidad de trabajo autónomo.			X		
9. Diseño y gestión de proyectos.			X		
10. Iniciativa y espíritu emprendedor.		X			
11. Preocupación por la calidad.				X	
12. Motivación de logro.			X		

3.2. Específicas

Incluir listado de competencias en formato tabla y valorar de 0 a 4 el grado de entrenamiento de cada una: 0, no se entrena; 1, se entrena débilmente; 2, se entrena de forma moderada; 3, se entrena de forma intensa; 4, entrenamiento definitivo de la competencia (no se volverá a entrenar después).

Cognitivas(saber):

- Conocimientos de las características de los motores térmicos y sus principales aplicaciones.
- Estudio de los procesos que tienen lugar en los motores térmicos, aplicando los conocimientos previos adquiridos de termodinámica, mecánica de fluidos y transmisión de calor.
- Estudio de las características básicas de las "máquinas térmicas" que forman parte de los motores térmicos.

Procedimentales/Instrumentales(saber hacer):

- Cálculo de los parámetros más significativos de los procesos que tienen lugar en los componentes de los motores térmicos: máquinas térmicas, intercambiadores, generadores térmicos, etc.
- Medición de diversos parámetros en una turbina de gas (unidad didáctica) y en un motor de combustión interna alternativo, en las prácticas de laboratorio programadas. Para ello el alumno deberá conocer previamente las características de la instrumentación de medida.
- Análisis crítico de los datos obtenidos y determinación de los parámetros que derivan de éstos.
- Con esto el alumno estará capacitado para planificar ensayos sencillos de motores para la obtención de sus curvas características, ensayos de larga duración, para control de emisiones, etc.

Actitudinales(ser):

- Promover el desarrollo del análisis y espíritu crítico.
- Valorar el diálogo y el trabajo en equipo.
- Fomentar valores éticos relacionados con la profesión.
- Autoaprendizaje.
- Toma de decisiones.
- Responsabilidad ante las decisiones tomadas.

Nota: Puede hacerse un único listado de competencias (transversal y específico).

4. Objetivos

Alcanzar las competencias genéricas y específicas descritas anteriormente, para introducir al alumno en el conocimiento de los procesos en los motores térmicos y las aplicaciones de los mismos.

5. Metodología

El contenido de la asignatura se desarrolla en clases teóricas y de problemas a razón de DOS horas semanales de teoría, 9 horas de problemas (1 hora en semanas alternas) y tres sesiones de Laboratorio de DOS horas cada una.

Número de horas de trabajo del alumno

5.1. Primer Semestre		Nº de horas
Clases teóricas		
Clases prácticas		
Exposiciones y seminarios		
Tutorías especializadas	A) Colectivas	
	B) Individuales	
Realización de actividades académicas dirigidas:		
A) Con presencia del profesor:		
B) Sin presencia del profesor:		
Otro trabajo personal Autónomo:		
A) Horas de estudio:		
B) Preparación de Trabajo Personal:		
C)		
D)		
E)		
F)		

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	4/11

Realización de exámenes:	
Examen escrito:	
Exámenes orales (control del trabajo personal):	
Otros:	
Trabajo total del estudiante	

5.2. Segundo Semestre		Nº de horas
Clases teóricas		29
Clases prácticas		15.5
Exposiciones y seminarios		
Tutorías especializadas	A) Colectivas	
	B) Individuales	
Realización de actividades académicas dirigidas:		
A) Con presencia del profesor:		
B) Sin presencia del profesor:		
Otro trabajo personal Autónomo:		55.5
A) Horas de estudio:		3
B) Preparación de Trabajo Personal: Memoria de prac.		
C)		
D)		
E)		
F)		
Realización de exámenes:		3.7
Examen escrito:		
Exámenes orales (control del trabajo personal):		
Otros:		
Trabajo total del estudiante		106.7

6. Técnicas docentes		
(Señale con una X las técnicas que va a utilizar en el desarrollo de su asignatura. Puede señalar más de una. También puede sustituirlas por otras):		
Sesiones académicas teóricas: X	Exposición y debate: ☐	Tutorías especializadas: ☐
Sesiones académicas prácticas: X	Visitas y excursiones: ☐	Controles de lectura obligatoria: ☐
Otras (especificar):		
6.1. Desarrollo y justificación		
- En las clases teóricas se le comunica al alumno los concimientos de los contenidos que aparecen en el punto 11. En estas se aplican las técnicas clásicas de introducción, desarrollo, recapitulación y conclusiones. Después de la exposición de cada bloque se resuelven las dudas suscitadas o bien, se postponen hasta el final de la exposición y, si las cuestiones son de mayor extensión, se resuelven en las tutorías. - Las clases de problemas complementan las clases de teoría aplicando los conocimientos adquiridos para resolver casos prácticos y así poder valorar la magnitud de algunos de los parámetros más significativos, en cada caso. - En las prácticas de laboratorio el alumno toma contacto con motores reales y aprende las técnicas necesarias para la medición de algunos parámetros (toma de datos) así como las características principales de la instrumentación utilizada.		

- Las tutorías cumplen, fundamentalmente, dos objetivos: el control del trabajo de los alumnos y el poder comprobar el grado de comprensión de la materia, que ha adquirido el alumno. Para esto último solo en necesario analizar el alcance de las dudas que plantea el alumno, junto con un breve interrogatorio complementario.

7. Bloques temáticos

(Dividir el temario en grandes bloques temáticos. No hay número mínimo ni máximo.)
En cada bloque temático, se pueden indicar los aspectos de contenido instrumentales y actitudinales que se van a entrenar)

- I. INTRODUCCIÓN. Se define lo que son las máquinas de fluido, las máquinas térmicas y los motores. Finalmente se clasifican los motores térmicos.
- II. PLANTAS DE POTENCIA. Estudio de las plantas de potencia con turbinas de vapor, con turbinas de gas y los ciclos combinados de vapor y de gas.
- III. MÁQUINAS TÉRMICAS. Se estudian las características principales de las turbinas y de los turbocompresores.
- IV. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS. Se estudian los procesos en éstos motores y las aplicaciones de los mismos.

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	6/11

8. Bibliografía y otras fuentes documentales

8.1. General

- TEORÍA DE LAS TURBINAS DE GAS. H. Cohen, G.F. Rogers y H.I.H. Saravanamuttoo. Longman Group Limited, 1978.
- TERMODINÁMICA DE LAS TURBOMÁQUINAS. Dixon, S.L. Dossat, S.A., 1981.
- TERMOFLUIDOS, TURBOMÁQUINAS Y MÁQUINAS TÉRMICAS. F.M. Golden. Cecsa, 1989.
- ANALYSIS OF ENGINEERING CYCLES. 4ª. Edition (S.I.Units). R.W. Haywood. Pergamon Press, 1991.
- CICLOS DE LAS PLANTAS DE POTENCIA Y DE LOS MOTORES DE REACCIÓN. T. Sánchez y A. Muñoz. E.T.S.I.I. de Sevilla, 1984.
- TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS. T. Sánchez y A. Muñoz. E.T.S. I.I. de Sevilla, 1985.
- CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS. T. Sánchez. E.T.S.I.I. de Sevilla, 1986.
- THE DESIGN OF HIGH EFFICIENCY TURBOMACHINERY AND GAS TURBINES. D.G. Wilson. Mit Press, 1984.
- TURBINES COMPRESSORS AND FANS. S.M. Yahya. Tata Mc Graw Hill, 1991.
- TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS. Fundamento del diseño termodinámico. M. Muñoz, M. Valdés, M. Muñoz. UPM (E.T.S.I.I.), Sección Publicaciones, 2001.
- COMPRESORES VOLUMÉTRICOS. T. Sánchez y A. Muñoz. E.T.S.I.I. de Sevilla, 1988.
- INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUNDAMENTALS. J.B. Haywood. Mc Graw Hill Book Company Inc., 1988.
- MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS. M. Muñoz y F. Payri. Publicaciones U.P.V., 1984.
- INTRODUCTION TO INTERNAL COMBUSTION ENGINES. Richard Stone. Mc Millan Press LTD, 1999
- DIESEL ENGINE REFERENCE BOOK. B. Challen, R. Baranescu. Butterworth Heinemann, 1999.

8.2. Específica

•

9. Técnicas de evaluación

Enumerar tomando como referencia el catálogo de la correspondiente guía común.

- Tutorías individuales complementarias a las horas de estudio personal del alumno.
- Cuestionario de las prácticas de laboratorio.
- Examen final.

9.1. Criterios de evaluación y calificación

Se establece los siguientes componentes y ponderación para la evaluación del trabajo del alumno:

- La parte teórica se realizará en el examen final y tendrá una valoración del 50 %.
- Los problemas se evaluarán en el examen final y tendrán una valoración del 35 %.
- Las prácticas de laboratorio tienen carácter obligatorio, con una valoración del 15 %. Estas se evaluarán mediante un cuestionario que contestará el alumno, haciendo uso de los apuntes y datos tomados en el laboratorio y de los cálculos realizados en las memorias individualizadas.
- Las calificaciones de las partes de teoría, problemas y prácticas se entienden sobre DIEZ puntos.

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	7/11

- Será necesario alcanzar una nota mínima de 3 PUNTOS en la parte de teoría y 3 PUNTOS en la de problemas para evaluar la asignatura.

Como sistema de evaluación alternativo al examen final, se realizarán tres pruebas con una valoración global del 85%, cuyas características son:

- 1.- En la **primera prueba** se evaluará el contenido correspondiente a la Parte I y Parte II de la asignatura, con una parte de teoría (60%) y otra de problemas (40%), con una valoración global del 35%.
- 2.- En la **segunda prueba** se evaluará el contenido de la Parte III, con una parte de teoría (50%) y otra de problemas (50%), con una valoración global del 25%.
- 3.- En la **tercera prueba** se evaluará el contenido de la Parte IV, con una parte de teoría (70%) y otra de problemas (30%), con una valoración global del 25%.

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	8/11

10. Temario desarrollado

(Con indicación de las competencias que se van a trabajar en cada tema).

I.- INTRODUCCIÓN.

- Lección 1. La máquina térmica y el motor térmico.

La máquina de fluido. Máquinas motoras y generadoras. Máquina hidráulica y máquina térmica. Clasificación de las máquinas térmicas. Concepto de motor térmico. Motores de combustión externa e interna. Clasificación de los motores térmicos.

II.- PLANTAS DE POTENCIA

- Lección 2. Turbinas de vapor.

Generalidades. El ciclo básico de la turbina de vapor. Ciclo real de la turbina de vapor. Trabajo específico. Rendimientos. Potencia. Influencia de los parámetros del vapor vivo y de la presión del condensador. Ciclo con recalentamiento intermedio. Ciclo regenerativo: potencia, consumo específico de calor. Particularidades de los ciclos de las turbinas de vapor nucleares.

- Lección 3. Turbinas de gas de ciclo simple.

Generalidades. Tipos de ciclos. El ciclo simple. Esquemas mecánicos. Descripción del proceso real: procesos en el compresor, cámara de combustión y turbina. Ciclo teórico con procesos de compresión y expansión no isentrópicos: relaciones de compresión de máxima potencia y de máximo rendimiento. El ciclo simple regenerativo. Esquemas mecánicos. Ciclo teórico con compresión y expansión no isentrópicas: relación de compresión de máxima potencia y de máximo rendimiento. Ventajas e inconvenientes del ciclo regenerativo.

- Lección 4. Otros ciclos de la turbina de gas.

Ciclos compuestos de la turbina de gas. Esquemas mecánicos. Empleo del ciclo compuesto, ventajas e inconvenientes. Ciclo cerrado de la turbina de gas. Esquemas mecánicos. Ventajas e inconvenientes. Turbina de gas con acumulación de aire.

- Lección 5. Ciclos combinados de vapor y gas.

Fundamentos. Tipos de instalaciones. Turbina de gas con caldera de recuperación en el escape. Mejoras al rendimiento: precalentamientos del agua y generación de vapor a más de una presión. Combustión suplementaria: limitada y máxima. Ciclo con caldera de hogar sobrealimentado.

III.- MÁQUINAS TÉRMICAS.

- Lección 6. Ecuación fundamental de las turbomáquinas.

Deducción de la ecuación fundamental de las turbomáquinas. Ecuación de Euler. Ecuación de la energía referida a ejes inerciales y no inerciales. Evolución del fluido a través de una turbomáquina elemental (Escalonamiento). Grado de reacción.

- Lección 7. Turbomáquinas axiales.

Introducción. Turbinas axiales. Principios de funcionamiento. Escalonamientos bidimensionales de turbinas axiales. Diagramas de velocidades. Diagramas h-s de la evolución del fluido. Trabajo

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBy/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBy/pEACw0KN	PÁGINA	9/11

específico. Rendimiento. Escalonamientos bidimensionales de turbocompresores axiales. Diagrama de velocidades. Diagramas h-s de la evolución del fluido. Relación de compresión. Rendimiento.

- Lección 8. Turbomáquinas radiales.

Introducción. Turbocompresores centrífugos. Principios de funcionamiento. Diagrama de velocidades. Diagramas h-s de la evolución del fluido a través del escalonamiento. Relación de compresión. Rendimiento. Turbinas Radiales. Principios de funcionamiento. Diagrama de velocidades. Diagramas h-s de la evolución del fluido por el escalonamiento. Rendimiento. Trabajo específico.

IV. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS.

- Lección 9. Motores de combustión interna alternativos. Fundamentos y ciclos

Clasificación y fundamentos de los motores alternativos. Parámetros fundamentales. Diagrama del indicador. El ciclo real de los motores de encendido por chispa. Pérdidas de tiempo de calor y de escape. El ciclo real de los motores de encendido por compresión. Ciclos teóricos: ciclos de aire equivalente de combustión a volumen constante y de presión limitada. Comparación entre los ciclos de combustión a volumen constante, de presión limitada y de presión constante. Conclusiones.

- Lección 10. Renovación de la carga en motores de combustión interna alternativos

Generalidades. Renovación de la carga en motores de cuatro tiempos: rendimiento volumétrico, presión media efectiva y potencia en función del rendimiento volumétrico.

- Lección 11. Sobrealimentación.

Razones que justifican la sobrealimentación. Métodos empleados para la sobrealimentación. Incremento de las tensiones mecánicas y térmicas. Refrigeración de la carga.

- Lección 12. El proceso de combustión en motores de encendido por chispa(MECH).

Generalidades. Combustión normal. Frente de llama. Velocidad de llama. Variación de la presión con el giro del cigüeñal. Combustión detonante. Influencia de algunos parámetros fundamentales en la combustión.

- Lección 13. El proceso de combustión en motores de encendido por compresión(MEC). Sistemas de inyección de combustible en MEC

Fases de la combustión según Ricardo. Influencia de algunos parámetros fundamentales en la combustión. Cámaras de combustión abiertas y divididas. Sistemas de inyección de combustible: bombas en línea y rotativas, inyectores bomba, Common-Rail.

- Lección 14. Curvas características de los motores de combustión interna alternativos.

Generalidades. Curvas de plena carga. Curvas características a cargas parciales.

- Lección 15. Emisiones de los motores alternativos de combustión interna.

Emisiones acústicas. Fuentes principales de las emisiones acústicas en el motor. Emisiones de gases nocivos. Factores que afectan a las emisiones. Reglamentación sobre emisiones

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	10/11

11. Mecanismos de control y seguimiento

(al margen de los contemplados a nivel general para toda la experiencia piloto, se recogerán aquí los mecanismos concretos que los docentes propongan para el seguimiento de cada asignatura).

- Encuestas a los alumnos.

Código:PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN.

Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	06/06/2018
ID. FIRMA	PFIRM707HXIJCHkEnJBBY/pEACw0KN	PÁGINA	11/11