

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA<sup>1</sup>

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura																																																		
Código <sup>2</sup>	501069-503017*			Créditos ECTS	6																																													
Denominación (español)	Termodinámica Técnica																																																	
Denominación (inglés)	Technical Thermodynamics																																																	
Titulaciones <sup>3</sup>	Grado en Ingeniería Eléctrica (rama industrial) Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (rama industrial) Grado en Ingeniería Mecánica (rama industrial) Grado en Tecnologías Industriales																																																	
Centro <sup>4</sup>	Escuela de Ingenierías Industriales																																																	
Semestre	4º	Carácter	Obligatorio																																															
Módulo	CRI																																																	
Materia	Termodinámica y Mecánica de Fluidos																																																	
Profesor/es																																																		
Nombre	Despacho	Correo-e		Página web																																														
Eduardo Sabio Rey	B1.4	<a href="mailto:esabio@unex.es">esabio@unex.es</a>		<a href="http://campusvirtual.unex.es/">http://campusvirtual.unex.es/</a>																																														
Carmen M. González García	B1.2	<a href="mailto:cggarcia@unex.es">cggarcia@unex.es</a>		<a href="http://campusvirtual.unex.es/">http://campusvirtual.unex.es/</a>																																														
Area de conocimiento	Física Aplicada																																																	
Departamento	Física Aplicada																																																	
Profesor coordinador <sup>5</sup> (si hay más de uno)	Carmen M. González García																																																	
Competencias <sup>6</sup>																																																		
Competencias Básicas	Marcar con una	Competencias Generales	Marcar con una	Competencias Transversales	Marcar con una	Competencias Específicas FB	Marcar con una	Competencias Específicas CRI	Marcar con una	Competencias Específicas TE	Marcar con una	Competencias Específicas TE y CETFG	Marcar con una																																					
														CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8	CEFB1	CEFB2	CEFB3	CEFB4	CEFB5	CEFB6	CECRI1	CECRI2	CECRI3	CECRI4	CECRI5	CECRI6	CECRI7	CECRI8	CETE1	CETE2
	X		X		X				X																																									
	X				X																																													
	X		X		X																																													
	X		X		X																																													
	X		X		X																																													
			X		X																																													
			X		X																																													
					X																																													
					X																																													

<sup>1</sup> En los casos de planes conjuntos, coordinados, intercentros, pceos, etc., debe recogerse la información de todos los títulos y todos los centros en una única ficha.

<sup>2</sup> Si hay más de un código para la misma asignatura, ponerlos todos.

<sup>3</sup> Si la asignatura se imparte en más de una titulación, consignarlas todas, incluidos los PCEOs.

<sup>4</sup> Si la asignatura se imparte en más de un centro, incluirlos todos

<sup>5</sup> En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura

<sup>6</sup> Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

	CG9		CT9	X		CECRI9		CETE9		CETE19	
	CG10		CT10	X		CECRI10		CETE10		CETE20	
	CG11	X				CECRI11				CETFG	
	CG12					CECRI12					
<b>Contenidos<sup>6</sup></b>											
Breve descripción del contenido											
Aplicaciones del Primer Principio a la Ingeniería (sistemas abiertos). Segundo Principio: análisis energético y exergético. Ciclos termodinámicos de las máquinas térmicas. Aplicaciones de la transmisión de calor a la Ingeniería.											
Temario de la asignatura											
<p>Denominación del tema 1: <b>Transmisión de Calor</b></p> <p>Contenidos del tema 1: Transferencia de calor por conducción. Transferencia de calor por convección. Transferencia de calor por radiación. Aplicaciones con conducción, convección y radiación combinadas. Intercambiadores de calor.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 1:</p> <p>1.1 <b>Práctica de ordenador (O1. 4h)</b>. Utilizando la hoja de cálculo Excel se realizará el análisis de la transmisión de calor en régimen estacionario. Título: Aislamiento térmico de un muro exterior de acuerdo al Código Técnico</p> <p>1.2 <b>Resolución de problemas. Cuestionario 1 (C1. 3h)</b>. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados la transmisión de calor</p>											
<p>Denominación del tema 2: <b>Primer Principio de la Termodinámica. Sistemas abiertos.</b></p> <p>Contenidos del tema 2: Sistemas abiertos. Variación de la energía almacenada por un sistema abierto. Flujo estacionario. Ecuación energética del flujo estacionario. Sistemas conservativos. Aplicaciones del Primer Principio en sistemas abiertos: Toberas, difusores, venturímetros, tuberías, bombas, compresores, turbinas, calderas, intercambiadores y captadores solares.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 2:</p> <p>Actividades prácticas 2.1: <b>Prácticas de laboratorio (L1. 2h)</b>. Cada alumno realizará una de las prácticas que se señalan a continuación, en una sesión que durará 2 h.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Bomba de Calor.</li> <li>2.- Determinación del calor específico de un líquido.</li> <li>3.- Determinación del calor específico por el método de las mezclas.</li> <li>4.- Capacidad térmica de los gases.</li> <li>5.- Presión del vapor del agua a alta temperatura.</li> <li>6.- Efecto Joule-Thomson.</li> <li>7.- Medida de presiones en el interior de un conducto. Tubo de Pitot.</li> <li>8.- El colector solar térmico.</li> <li>9.- El colector solar fotovoltaico</li> <li>10.- La pila de combustible PEM.</li> </ol> <p>Actividades prácticas 2.2: <b>Resolución de problemas. Cuestionario 2 (C2. 3h)</b>. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con toberas, difusores, venturímetros y tuberías.</p> <p>Actividades prácticas 2.3: <b>Resolución de problemas. Cuestionario 3 (C3. 4h)</b>. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con bombas, compresores, turbinas, calderas, intercambiadores y captadores solares.</p>											
Denominación del tema 3: <b>Segundo Principio de la Termodinámica</b>											

Contenidos del tema 3: Insuficiencia del Primer Principio. Conceptos previos: fuente térmica, máquina térmica y bomba de calor. Enunciado del Segundo Principio. Equivalencias. Procesos reversibles e irreversibles.  
Descripción de las actividades prácticas del tema 3:

**Denominación del tema 4: Ciclo de Carnot**

Contenidos del tema 4: Ciclo y máquina de Carnot. Rendimiento del ciclo de Carnot. Ciclo de refrigeración de Carnot. Teorema de Carnot. Corolarios. Aplicación a los motores térmicos, bombas de calor y máquinas frigoríficas.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4:

Actividades prácticas 4.1: **Seminario (S1.1h)**. Se realizará un seminario para profundizar en el análisis de los balances de energía que tienen lugar en el dimensionamiento de las bombas de calor y máquinas frigoríficas.

Actividades prácticas 4.2: **Resolución de problemas. Cuestionario 4 (C4. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con bombas de calor y máquinas frigoríficas

**Denominación del tema 5: Entropía. Formulación matemática del Segundo Principio**

Contenidos del tema 5: Teorema de Clausius. Entropía. Formulación matemática del Segundo Principio para procesos reversibles. Diagrama entrópico o T-s. Cálculo de las variaciones de entropía en procesos reversibles. Relación entre el calor y el trabajo puestos en juego en un proceso por vía reversible y por vía irreversible. Formulación matemática del Segundo Principio para procesos irreversibles. Sistemas aislados.

Descripción de las actividades prácticas tema 5:

Actividades prácticas 5.1: **Resolución de problemas. Cuestionario 5 (C5. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con el cálculo de la entropía en ingeniería.

**Denominación del tema 6: Introducción al análisis exergético.**

Contenidos del tema 6: Transformaciones energéticas. Exergía. Exergía de un sistema cerrado en presencia de una sola fuente de calor. Exergía del calor. Exergía de un sistema abierto en régimen estacionario. Exergía perdida en procesos irreversibles.

Descripción de las actividades prácticas tema 6:

Actividades prácticas 6.1: **Seminario (S2. 1h)**. Se realizará un seminario para profundizar en el análisis de los balances de entropía y exergía.

Actividades prácticas 6.2: **Práctica de ordenador (O2. 4h)**. Utilizando la hoja de cálculo Excel se realizará el análisis energético y entrópico-exergético de intercambiadores de calor.

Título: Dimensionamiento y análisis termodinámico de un intercambiador de tubo y carcasa

Actividades prácticas 6.3: **Resolución de problemas. Cuestionario 6 (C6. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con el cálculo de exergía en ingeniería.

**Denominación del tema 7: Introducción al estudio de los ciclos.**

Contenidos del tema 7: Ciclos y máquinas térmicas. Clasificación de las máquinas térmicas. Ciclos teóricos y reales. Rendimientos. El ciclo de Carnot como ciclo comparativo en las máquinas térmicas. Ciclos de máximo rendimiento. Ciclos regenerativos. Ciclo de Carnot equivalente. Temperaturas medias.

Descripción de las actividades prácticas:

**Denominación del tema 8: Ciclos de trabajo de las turbinas de vapor.**

Contenidos del tema 8: Ciclo de Rankine. Ciclo con recalentamiento. Características que mejoran el rendimiento. Recalentamiento intermedio.

Descripción de las actividades prácticas tema 8:

Actividades prácticas 8.1: **Práctica de ordenador (O3. 2h)**. Utilizando la hoja de cálculo Excel se realizará el análisis termodinámico de un central termosolar.

Título: Análisis termodinámico de un Central Termosolar

Actividades prácticas 8.2: **Resolución de problemas. Cuestionario 7 (C7. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con centrales térmicas de vapor.

**Denominación del tema 9: Ciclos de trabajo de las turbinas de gas.**

Contenidos del tema 9: Ciclo de Brayton no regenerativo. Rendimiento. Otros ciclos de trabajo de las turbinas de gas. Rendimientos. Motores a reacción. Cogeneración

Descripción de las actividades prácticas tema 9

Actividades prácticas 9.1: **Resolución de problemas. Cuestionario 8 (C8. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con el cálculo de motores de turbina de gas.

**Denominación del tema 10: Ciclos de gas. Motores de combustión interna alternativos.**

Contenidos del tema 10: Motores de combustión interna: clasificación. Motor de Otto y ciclo de Otto. Rendimiento. Motor y ciclo de Diesel. Rendimiento. Comparación del ciclo de Diesel con el ciclo de Otto. Cogeneración

Descripción de las actividades prácticas tema 10:

Actividades prácticas 10.1: **Seminario (S3. 1h)**. Se realizará un seminario para profundizar en el análisis de la cogeneración, centrándose en el uso de los motores de combustión interna alternativos en la micro-cogeneración.

Actividades prácticas 10.2: **Resolución de problemas. Cuestionario 9 (C9. 3h)**. El alumno deberá resolver problemas prácticos relacionados con el cálculo de motores de combustión interna alternativos.

**Actividades formativas<sup>7</sup>**

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total		GG	PCH	LAB	ORD		
1	19	5			4			10
2	18	6		2				10
3	7	3						4
4	15	5				1	1	8
5	20	4			4	1	1	10
6	14	4						10
7	5	2						3
8	18	5			2		1	10

<sup>7</sup> Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

9	8	2						6
10	13	4				1		8
<b>Evaluación<sup>8</sup></b>	13	5						8
Parcial	5	2						3
<b>Examen Final</b>	8	3						5
<b>TOTAL</b>	150	45	0	2	10	3	3	87

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes<sup>6</sup>

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	x
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	x
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	x
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	x
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	x
9. Visitas técnicas a instalaciones	

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	x
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	x
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo, empresas).	x
5. Visitas técnicas a instalaciones.	
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	x

<sup>8</sup> Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	<b>x</b>
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	<b>x</b>
9. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de grado, preparación de la defensa del mismo, etc.	

### Resultados de aprendizaje<sup>6</sup>

"Los alumnos obtendrán una visión general de los conceptos fundamentales de la Termodinámica y la Transmisión de calor, así como la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos para resolver cuestiones prácticas y problemas relacionados con la ingeniería, analizando de forma comprensiva los resultados para una adecuada toma de decisiones."

### Sistemas de evaluación<sup>6</sup>

#### **Criterios de evaluación**

1. Correcta asimilación de los conceptos, teoremas y leyes de la Termodinámica valorando la claridad y concisión en su exposición, así como el uso adecuado del lenguaje. CB1-5, CG1, CG3-7, CG11, CT1-10, CECRI1
2. Detallada explicación del planteamiento en la resolución de un problema. El resultado (incluidas las unidades) sólo se tendrá en cuenta si el procedimiento seguido para resolverlo es correcto. CB1-2, CG4, CT2, CECRI1
3. Claridad y precisión en la utilización de tablas y diagramas. Se valorará su inclusión en aquellos casos que proceda. CB3, CG3-7, CECRI1
4. Utilización del método científico (sobre todo en las prácticas de laboratorio, de ordenador y en los casos prácticos de ingeniería). CB1-3, CG3-7, CG11, CT1-10, CECRI1.
5. Adecuada elección de las fuentes de información, en el caso de que se necesite su consulta. CB5, CG3-7, CG11, CT10, CECRI1

#### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido en la memoria verificada</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	80% <sup>(1)</sup>	80%	80%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	8% <sup>(1)</sup>	8% <sup>(*)</sup> (1,2)	20%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos,	0%-50%	8% <sup>(1)</sup>	8% <sup>(*)</sup> (1,2)	--

etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).				
4. Participación activa en clase.	0%-10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%	4% <sup>(1)</sup>	4% <sup>(*)</sup> (1,2)	---

### **Descripción de las actividades de evaluación**

#### **Evaluación continua**

#### **Actividad de evaluación 1: (80%) CE1-4;**

Se realizará un examen parcial, que será eliminatorio cuando la nota sea igual o superior a 7 sobre 10. La realización de las relaciones de problemas (actividad evaluación 3) y participación activa en clase, con un comportamiento adecuado, permitirá reducir la nota de corte para eliminar el parcial a 5,5 sobre 10.

- **Los alumnos que no eliminen el parcial** realizarán un examen final con toda la asignatura. La nota de la actividad 1 será la nota del examen final.
- **Los alumnos que elimine el parcial**, en el examen final sólo se examinarán del resto de la asignatura. La nota de la actividad 1 será:  
 $40\% * \text{Nota 1P} + 60\% * \text{Nota Examen Final}$ . Para que se aplique esta fórmula será necesario sacar un mínimo de 3,5 en cada examen.

La puntuación de los exámenes irá de 0 a 10 y, como se indica en la tabla, la actividad de evaluación 1 supondrá el 80% de la nota final de la asignatura.

**Importante:** Es necesario que en la actividad 1 se obtenga un mínimo de un 4,5 sobre 10 para que el resto de las actividades de evaluación contabilicen en la nota final.

#### **Actividades de evaluación 2: (8% No recuperable) CE1-5**

**a) Práctica de laboratorio:** Se tendrá en cuenta la asistencia a las sesiones de prácticas de laboratorio y se evaluará la memoria de la misma. La calificación de esta prueba será de "APTO" o "NO APTO". La consideración de "NO APTO", que se aplicará en el caso de faltas de asistencia o inadecuado comportamiento dentro del laboratorio, obliga a realizar repetición de la práctica.

#### **b) Prácticas de ordenador:**

Se tendrá en cuenta la asistencia a las sesiones de prácticas de ordenador y se evaluará el cuestionario que se realizará al final de las mismas. La calificación será de 0 a 10 y supondrá un 8% de la nota final de la asignatura.

#### **Actividades de evaluación 3: (8% No recuperable) CE1-5**

Se plantearán cuestionarios de relaciones de problemas de los diferentes temas. Los cuestionarios se puntuarán de 0 a 10. Esta actividad de evaluación supondrá el 8% de la nota.

#### **Actividades de evaluación 5: (4% No recuperable)**

Se llevará un control de la asistencia a las actividades presenciales. La puntuación será de 0 a 10 y supondrá un 4% de la nota final. Para que puntúe esta actividad es necesario mantener un comportamiento adecuado.

#### **Comentario (1)**

En caso de no superar los criterios establecidos para aprobar la asignatura y la nota sea superior a 4, en el acta la calificación será de 4.

#### **Comentario (2) en Convocatoria extraordinaria**

La convocatoria extraordinaria consistirá en un examen de toda la asignatura (actividad evaluación 1). La nota de las actividades 2, 3 y 5 se guardará durante 1 curso académico. A partir de ese momento, si el alumno quiere que le puntúen estas actividades deberá repetirlas.

### Evaluación Global

(el alumno decide no asistir a las sesiones prácticas obligatorias)

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

#### **Actividad de evaluación 1: (80%) CE1-4**

Se realizará un examen que evaluará los contenidos de todos los temas explicados en la asignatura. Su puntuación irá de 0 a 10 y, como se indica en la tabla, la actividad de evaluación 1 supondrá el 80% de la nota final de la asignatura.

#### **Actividades de evaluación 2: (20%) CE1-5**

Se realizará una prueba práctica de ordenador en la que se resolverá un supuesto práctico que abordará los contenidos impartidos en la asignatura, utilizando la hoja de cálculo Excel. Supondrá el 20% de la nota final de la asignatura.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

1. Apuntes de Termodinámica Técnica y Transmisión (Campus Virtual).
2. Moran-Shapiro. Fundamentos de Termodinámica Técnica. (Ed. Reverté, Barcelona, 2004)
3. ÇENGEL. Transmisión de Calor y de Masa. (McGraw-Hill. México, 2007) Jurarez y Morales. Termodinámica Técnica. Teoría y 222 ejercicios resueltos. (Ed. Paraninfo, 2015)

#### **Bibliografía complementaria**

1. Ramiro, González, Sabio y González, Termodinámica Técnica (UEx, 1994).
2. Çengel-Boles, Termodinámica. (McGraw-Hill, 2006).
3. Kreith, Principios De Transferencia De Calor (Thomson, 2001)

#### **Páginas web**

[www.idae.es](http://www.idae.es) (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía)

[www.acogen.es](http://www.acogen.es) (asociación española de cogeneración).

[www.mityc.gob.es](http://www.mityc.gob.es) (ministerio de industria, turismo y comercio)

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

[www.idae.es](http://www.idae.es) (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía)

[www.acogen.es](http://www.acogen.es) (asociación española de cogeneración).

[www.mityc.gob.es](http://www.mityc.gob.es) (ministerio de industria, turismo y comercio)

