



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura

# INGENIERÍA TÉRMICA

**Titulación: GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**Curso 4º**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Ingeniería Térmica				
<b>Materia*</b>	Ingeniería Energética (Energy Engineering)				
<b>Módulo*</b>	Materias comunes				
<b>Código</b>	512104001				
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales				
<b>Plan de estudios</b>	2009				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	Cuatrimestre	1 <sup>er</sup>	Curso	4º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	José Hernández Grau Juan Pedro Luna Abad		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
<b>Área de conocimiento</b>	Máquinas y Motores Térmicos		
<b>Ubicación del despacho</b>	2ª Planta edificio de Ingeniería Industrial, Depto. Ingeniería Térmica y de Fluidos 2ª Planta edificio de Ingeniería Naval y Oceánica, 2.40		
<b>Teléfono</b>	968 32 55 88 968 32 55 15	<b>Fax</b>	968 32 59 99
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:Jh.grau@upct.es">Jh.grau@upct.es</a> <a href="mailto:Jp.lunaabad@upct.es">Jp.lunaabad@upct.es</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	José Hernández Grau Se indicará en el aula virtual Juan Pedro Luna Abad Se indicará en el aula virtual		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Ubicación indicada despacho		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Escuela Universitaria
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1998
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	4
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Combustión y emisiones en motores térmicos- Combustibles alternativos motores – Renovación de la carga en motores térmicos
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Participación en diversos proyectos Art. 83 con empresas relacionadas con la fabricación, integración y uso de MCIA.
<b>Otros temas de interés</b>	Instalaciones de calor y frío industrial

<b>Titulación</b>	Dr. Ingeniero Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor colaborador
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2001
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	2
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Modelos numéricos de transferencia de calor
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Un año en el Centro Tecnológico del Metal
<b>Otros temas de interés</b>	



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Ingeniería Térmica pertenece a la materia de Ingeniería Energética. Después de cursar esta asignatura los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería Tecnologías Industriales deberán alcanzar un conocimiento de los conceptos fundamentales y del funcionamiento de los sistemas de producción de energía, combustión, frío y acondicionamiento de aire. Deberán ser capaces de aplicar los conocimientos básicos de la profesión relacionados con el análisis de sistemas térmicos y energéticos, desde el punto de vista de la producción de energía, los procesos de la combustión y de la producción de frío y climatización, siendo una de las bases para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la ingeniería térmica en la industria. Se fomentará principalmente el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Son objetivos generales capacitar al alumno para el análisis termofluidodinámico de los principales sistemas térmicos industriales, tanto integral como de cada uno de los componentes de las instalaciones, y que el alumno conozca la tecnología actual y la metodología de análisis de los sistemas térmicos, basadas en modelos y en la experimentación.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Es importante adquirir y utilizar un vocabulario técnico que permita expresar con rigor las ideas propias del campo de la Ingeniería Térmica, así como, conocer e interpretar los modelos teóricos básicos asociados a los equipos e instalaciones de este campo de la ingeniería.

En el desarrollo del ejercicio profesional se utilizan diferentes modelos de análisis y evaluación de la eficiencia de los procesos térmicos en generadores y máquinas térmicas que se precisan conocer. También es importante establecer la relación entre los conceptos teóricos y la realidad experimental y adquirir órdenes de magnitud de los parámetros de operación de los equipos.

Otra cuestión fundamental es operar con normativas de ensayo de equipos y conocer la instrumentación, que nos llevaría a realizar el análisis de datos con el objeto de identificar medidas erróneas y diagnosticar las prestaciones y eficiencia del funcionamiento de los equipos. Esto va a capacitar al profesional para intervenir y actuar y para asesorar a otros en el trabajo de operación y mantenimiento de equipos.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Es recomendable y necesario cursar previamente otras materias y asignaturas de diferentes cursos, como es la materia obligatoria de "Termodinámica Aplicada", y las asignaturas de "Transmisión de calor" y "Mecánica de Fluidos" como materias afines.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Tener una buena base en matemáticas y física, así como capacidad de buscar y gestionar la información y el trabajo en grupo.

### 3.6. Medidas especiales previstas

Se estudiará la posibilidad de adaptar medidas especiales para aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo, por ejemplo, mediante la programación de tutorías de grupo y/o entrega de actividades a través del Aula Virtual. En los casos en los que no sea posible esta integración se preverá una prueba final de carácter global según el Artículo 5, Apartado 4 del Reglamento de pruebas de evaluación.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

B3 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

G7 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E7 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T6 - Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

1. Aplicar el análisis energético y exergético en base a modelos simplificados de máquinas y equipos térmicos.
2. Emplear las herramientas actuales de caracterización experimental de los procesos que tienen lugar en los equipos e instalaciones asociadas a la ingeniería térmica.
3. Capacitar al alumno para abordar el estudio de procedimientos el diseño de los sistemas de generación térmica, frigorífica y de potencia.

**Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, expresión escrita y comunicación oral mediante la realización de diferentes actividades.**

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Conocimientos de termodinámica aplicada, transferencia de calor, mecánica de fluidos. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UD 1. COMBUSTIÓN Y COMBUSTIBLES

##### Tema 1. Estequiometría y aspectos energéticos de la combustión.

Combustibles y aire de combustión – Reacción estequiométrica de la combustión – Procesos de combustión de referencia – Aire y gases en combustión de combustibles sólidos o líquidos y en combustión de combustibles gaseosos – Emisiones de gases contaminantes – Balances de energía para sistemas con procesos de combustión – Poder calorífico del combustible – Energía en los gases de combustión – Control de la combustión – Calor liberado por la condensación del vapor de agua de los humos – Temperatura adiabática de llama teórica – Post-combustión – Balance energético y eficiencia de generadores térmicos.

##### Tema 2. Aspectos físicos de la combustión.

Clasificación de los procesos de combustión – Combustión premezcla – Estabilidad de las llamas – Combustión por difusión – Hogares y quemadores – Combustión en motores de encendido provocado (MEP) y en motores de encendido por compresión (MEC) – Cámaras de combustión de turbinas de gas.

##### Tema 3. Propiedades de los combustibles en generadores y motores térmicos.

Clasificación de los combustibles atendiendo a su estado físico, a su origen y a su carácter o no renovable – Propiedades de los combustibles relacionadas con su composición – Propiedades físico-químicas de los combustibles – Propiedades relacionadas con su combustión.

#### UD 2. Máquinas y Motores Térmicos.

##### Tema 4. Generalidades.

Introducción – Concepto de máquina térmica – Clasificación de las máquinas de fluido – Distinción entre máquina hidráulica y máquina térmica – Clasificación de las máquinas térmicas – Motores térmicos de combustión interna y de combustión externa – Distinción entre máquina térmica y motor térmico – Rendimiento de los motores térmicos – Rendimiento del ciclo y rendimiento de la instalación – Rendimiento exergético – Campos de aplicación de los motores térmicos – Cogeneración – Balance de energía y exergía en sistemas abiertos y cerrados.

##### Tema 5 MCIA.

Introducción a los MCIA – Clasificación de los MCIA a tendiendo al tipo de encendido, ciclo de combustión, número y disposición de cilindros, etc. – Componentes y elementos de los MCIA. – Ciclos de trabajo en motores de 4T y 2T – Evolución del fluido de trabajo en el funcionamiento del MCIA – diagrama p-v – Diagrama indicador – Parámetros indicados y efectivos en MCIA – parámetros de prestaciones – Ciclos termodinámicos ideales en MCIA, rendimiento teórico. Renovación de la carga en motores de 4T y 2T. – Curvas características. – Sobrealimentación en MEC – Prestaciones de los MCIA.

### **Tema 6. Turbinas de gas para la obtención de potencia mecánica.**

Introducción – Tipos de instalaciones – Comportamiento de las turbinas de gas en el punto de diseño – Elección de los parámetros del ciclo termodinámico – Ciclo simple – Ciclo simple regenerativo – Ciclo compuesto – Ciclo compuesto regenerativo – Ciclos STIG – Balance de energía y exergía en Instalaciones de turbina de gas – Rendimiento exergético y coeficiente de irreversibilidad – Criterios de diseño de las instalaciones de turbina de gas – Cogeneración con turbinas de gas.

### **Tema 7. Instalaciones de potencia basadas en turbinas de vapor y plantas de ciclo combinado gas-vapor**

Ciclo de Carnot para un fluido condensable – Componentes principales de las instalaciones de potencia basadas en turbinas de vapor – Influencia de los parámetros termodinámicos de las centrales de ciclo de vapor – Influencia de la presión del vapor a la entrada de la turbina – Influencia de la temperatura del vapor vivo – Influencia de la presión de condensación – Ciclos de vapor utilizados en grandes centrales de vapor – Ciclos de vapor con recalentamiento intermedio – Ciclos de vapor regenerativos – Balance de energía y exergía en Instalaciones de turbina de vapor – Rendimiento exergético y coeficiente de irreversibilidad – Turbinas de vapor en usos industriales – Cogeneración en plantas de ciclo de vapor – Turbinas con toma intermedia – Turbinas de contrapresión – Plantas de ciclo combinado de turbinas de gas y de vapor – Definición y clasificación de los ciclos combinados – Esquema general y ejemplos de instalaciones de ciclos combinados de turbina de gas y vapor – Coeficientes de prestaciones; rendimientos de la instalación, factor de utilización de combustible, factor de ahorro de combustible – Plantas de referencia y parámetros de caracterización – Diseño de instalaciones con demanda de calor y electricidad variables. Adecuación a la demanda – Ejemplos y aplicaciones.

### **Tema 8. Conceptos básicos generales sobre turbomáquinas térmicas.**

Ecuación fundamental de las turbomáquinas – Análisis del intercambio energético que tiene lugar en las turbo-máquinas – Estructura de las turbomáquinas térmicas – Clasificación y campo de aplicación de las turbomáquinas – Aplicación de las ecuaciones y conceptos anteriores a turbinas y compresores – Escalonamientos, tipos de escalonamientos y triángulos de velocidades – Turbomáquinas axiales de acción y reacción – Turbomáquinas radiales y centrípetas – Criterios que se utilizan para definir el rendimiento de las turbomáquinas – Pérdidas en las turbomáquinas – Potencia interna y potencia efectiva.

### **UD 3. Ciclos de producción de frío y acondicionamiento del aire húmedo**

#### **Tema 9. Producción de frío mediante compresión mecánica simple.**

Ciclo de Carnot inverso – Compresión mecánica simple. – Coeficiente de prestaciones – Balance de energía y exergía en Instalaciones de frío – Rendimiento exergético y coeficiente de irreversibilidad Ciclos reales de compresión mecánica simple (CMS) – CMS en régimen inundado – CMS con subenfriamiento del líquido y recalentamiento de vapor – CMS con intercambiador intermedio – CMS con varios niveles de frío.

#### **Tema 10. Procesos psicrométricos en unidades de tratamiento de aire húmedo.**

Elementos para el análisis de los procesos psicrométricos – Mezcla adiabática de dos corrientes de aire – Flujo de aire húmedo sobre una superficie a distinta temperatura: temperatura de la batería superior a la temperatura seca del aire, temperatura de batería inferior a la temperatura seca del aire pero superior a la de rocío y temperatura de la batería inferior a la temperatura seca del aire e inferior a la temperatura de rocío – Flujo de aire sobre una cortina de agua o en humectador – Inyección de vapor – Flujo de aire húmedo sobre un absorbente líquido – Torres de enfriamiento.





### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Sesiones en el laboratorio:

Se desarrollarán sesiones de prácticas de laboratorio para que los alumnos estudien algunos de los conceptos introducidos en las sesiones teóricas.

**Práctica 1.** Análisis de la combustión y balance energético en una caldera.

**Práctica 2.** Ensayo de prestaciones en banco de un motor de combustión interna alternativo.

**Práctica 3.** Eficiencia del ciclo y del compresor en una máquina de frío.

**Práctica 4.** Procesos psicrométricos y potencias de las baterías de una unidad de tratamiento de aire

#### Sesiones en el Aula de Informática:

Se realizarán cuatro sesiones con el objeto de que los alumnos desarrollen el informe de cálculo correspondiente con la toma de datos realizada en las sesiones de laboratorio.

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

The mean objectives of this course are to provide an understanding of the theoretical and performance analysis of thermal systems: Heating, Cooling and Air conditioning; Power Cycles and Engines.

##### **COMBUSTION AND HEATING GENERATORS**

Chemical and thermodynamic of the combustion process.

Physical of the combustion process: burners and combustion chambers.

Heating generators: energy balance in steam boilers.

##### **POWER CYCLES AND ENGINES**

Energy and exergy balance in steam turbine and gas turbine power cycles.

Energy and exergy balance combined power cycles.

Energy balance in internal combustion engines.

##### **COOLING SYSTEMS**

Mechanical compression refrigeration machines. Energy and exergy balance

Refrigerants, compressors, heat exchangers and valves

Mechanical compression refrigeration machines.

##### **AIR CONDITIONING**

Conditioning process and space air conditioning.

Air-conditioning systems.

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

##### **UD 1. COMBUSTIÓN Y COMBUSTIBLES**

- Aplicar el análisis estequiométrico y energético de los procesos en sistemas de generación térmica basados en modelos simplificados de la combustión.
- Emplear las herramientas actuales de diagnóstico experimental de los procesos que tienen lugar en los equipos e instalaciones con procesos de combustión.

##### **UD 2. Máquinas y Motores Térmicos.**

- Aplicar el análisis energético y exergético en base a modelos simplificados de máquinas y equipos térmicos.

##### **UD 3. Ciclos de producción de frío y acondicionamiento del aire húmedo**

- Capacitar al alumno para abordar el estudio de procedimientos el diseño de los sistemas de frigorífica.
- Emplear las herramientas actuales de caracterización experimental de los procesos de producción de frío y tratamiento de aire húmedo.



## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los alumnos. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de notas y apuntes. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	54
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará tanto en el método de resolución como en el resultado y el sentido físico de éste. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	15
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al docente y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informe final en cada sesión de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	15
		<u>No presencial</u> : estudio y preparación de prácticas en grupo	15
Actividades de aprendizaje cooperativo	Los alumnos trabajan en grupo para resolver un caso práctico. Resolver dudas y aclarar conceptos.	<u>Presencial</u> : Resolución de los casos prácticos propuestos. Explicación del método de resolución, discusión de dudas y puesta en común del trabajo realizado.	12
		<u>No presencial</u> : Preparación de los casos prácticos propuestos por el profesor	9
Realización de exámenes oficiales	Se realizará una prueba escrita de tipo individual. Esta prueba permite comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba escrita y realización de ésta	9
Tutorías individuales y de grupo	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes por grupos y motivación por el aprendizaje	<u>Presencial</u> : Toma de notas y apuntes. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	6
			180

**6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)**

		Resultados del aprendizaje (4.5)			
Actividades formativas (6.1)		1	2	3	
Clases teóricas		X	X	X	
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	
Prácticas de laboratorio		X	X	X	
Prácticas de informática		X	X	X	
Trabajos cooperativos		X	X	X	

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4,5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual <sup>(1)</sup>	X		<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Cuestiones tipo test y/o cuestiones teóricas o acompañadas de una aplicación. Se evalúan los conocimientos teóricos. <b>40 % de la nota del examen</b>	75 %	1,2, 3
			<b>Problemas:</b> Entre 1 y 3 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis. 50 % del examen. <b>60 % de la nota del examen</b>		1,2, 3
Trabajo cooperativo en aula de informática		X	Se realizarán sesiones de resolución de casos prácticos en aula de informática. Los alumnos, trabajando en equipo y de forma presencial, resuelven y discuten los casos prácticos planteados por el profesor. Se evalúa la resolución y el procedimiento.	5 %	1,2, 3
Trabajo de Laboratorio e informe en aula de informática <sup>(2)(3)</sup>		X	Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos.	20 %	1,2, 3
Según Reglamento de Pruebas de Evaluación Título II art. 5 punto 4 Se realizará una prueba final de carácter global <sup>(4) (5)</sup>	X		<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Contestar por escrito cuestiones tipo test y/o cuestiones teóricas acompañadas de una aplicación. Se evalúan los conocimientos teóricos. Se valorará en un 50% de la prueba escrita. <b>Problemas:</b> Resolución de 1 y 3 problemas, se valorará en un 50% de la prueba escrita. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	100 %	1,2, 3

1. Para promediar cada parte del examen escrito se deberá alcanzar una nota mínima de 1.5 puntos sobre 5, (1.5 puntos en cuestiones y 1.5 puntos en problemas), una vez promediada cada parte del examen escrito, y solo en ese caso, se sumará la calificación obtenida en las actividades de prácticas y de trabajo colaborativo.
2. Para superar la asignatura es condición necesaria obtener un mínimo de 3 puntos en la prueba escrita (cuestiones más problemas), solo en ese caso se sumará la nota obtenida en prácticas y en el trabajo colaborativo.
3. Deberán cumplir con las rúbricas/criterios de calidad previamente establecidos.
4. Los alumnos que falten a dos o más sesiones de prácticas o trabajo colaborativo se examinarán de esa parte mediante un examen de prácticas a realizar el mismo día que el examen de la asignatura. Es condición necesaria superar el examen de prácticas y resolver de forma correcta los problemas propuestos para aprobar la asignatura. La nota obtenida de esta forma será considerada para la calificación final en las condiciones descritas en el punto 1.
5. La superación de esta prueba implica la superación de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo presenciales en laboratorio y aula de



- |  |
|--|
| informática. <ul style="list-style-type: none"><li>• Tutorías.</li></ul> |
|--|

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Hernández-Grau J., Texto-Guía de Ingeniería Térmica, UPCT, 2010.
- Hernández-Grau J. y Alarcón-García M., Texto-Guía de Prácticas de Ingeniería Térmica, Diego Marín, 2005.
- Gómez Ribelles, J.L., Monleón Parda, M., Gallego Ferrer, G., Termodinámica Técnica, Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
- Desantes, J.M., Payri, F., Motores de Combustión Interna Alternativos, Editorial Reverte, 2011.
- Mataix, C., Turbomáquinas Térmicas, Ed. Dossat, 1988
- Cohen, H. y otros, Teoría de las Turbinas de Gas, Ed., Marcombo, 1996
- Torrella E., La Producción de Frío, Servicio de Publicaciones de la UPV. 1999.
- Haywood, R.W., Ciclos Termodinámicos de Potencia y Refrigeración, Ed. Limusa, 2000.
- Muñoz, M., y Rovira, A. J., Ingeniería Térmica, UNED, Madrid, 2006.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- E. L. Keating, Applied combustion, Marcel Dekker, 1993.
- J. H. Horlock , Advanced Gas Turbine Cycles, , Elsevier Science , 2003.
- R. Stone, Introduction to Internal Combustion Engines, MacMillan Press, 1999.
- Kuehn Thomas H., Ramsey James W. y Threlkeld James L., Thermal Environmental Engineering, Prentice Hall, 1998.
- ASHRAE, ASHRAE Handbook - HVAC Fundamentals, 1997-2017.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Programa informático “Engineering Equation Solver” (EES)  
<http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/>  
<http://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/thermodynamics/notes/node105.html>