



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Ingeniería térmica I

Asignatura	Ingeniería térmica I			
Código	P52G381V01403			
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	4	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Departamento del Centro Universitario da Defensa da Escola Naval Militar de Marín			
Coordinador/a	Febrero Garrido, Lara			
Profesorado	Febrero Garrido, Lara González Gil, Arturo			
Correo-e	lfebrero@tud.uvigo.es			
Web	<a href="http://fatic.uvigo.es/">http://fatic.uvigo.es/</a>			
Descripción general	<p>En este documento se recogen las competencias que se pretende que los alumnos adquieran en la asignatura Ingeniería Térmica I. Contiene el calendario de actividades docentes previstas, además de los contenidos y su programación temporal, una estimación del volumen de trabajo del alumno y los criterios específicos de evaluación.</p> <p>Esta asignatura de cuarto curso de grado en Ingeniería Mecánica pretende explicar al alumno las bases del estudio de los procesos de combustión, el estudio de la humedad del aire y los principales procesos implicados en máquinas y motores térmicos.</p>			

## Competencias

Código	
B1	Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial, en la especialidad de Mecánica, que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales, y procesos de fabricación y automatización.
C21	Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
D1	Análisis y síntesis.
D2	Resolución de problemas.
D6	Aplicación de la informática en el ámbito de estudio.
D8	Toma de decisiones.
D10	Aprendizaje y trabajo autónomos.
D14	Creatividad.
D16	Razonamiento crítico.
D17	Trabajo en equipo.

## Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Comprender el manejo del diagrama psicrométrico y los procesos con aire húmedo.	B1	C21	D1 D2 D10
Comprender los principios básicos de la combustión.	B1	C21	D1 D2 D6 D10 D16 D17

Comprender los ciclos de producción de trabajo.		C21	D1 D2 D6 D10 D14 D16
Capacidad para evaluar de forma básica cualquier proceso térmico.	B1	C21	D1 D2 D6 D8 D10 D14 D16 D17
Adquirir conocimientos básicos sobre las máquinas térmicas.	B1	C21	D1 D2 D8 D10 D17
Resultado de aprendizaje ENAEE: CONOCIMIENTO Y COMPRENSIÓN: RA1.2.- Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].		C21	
Resultado de aprendizaje ENAEE: ANÁLISIS EN INGENIERÍA: RA2.1.-La capacidad de analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente resultados de dichos análisis. [Adecuado (2)].	B1		D2 D8
Resultado de aprendizaje ENAEE: ANÁLISIS EN INGENIERÍA: RA2.2.- La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales [Adecuado (2)].			D1 D2 D8 D14 D16
Resultado de aprendizaje ENAEE: PROYECTOS DE INGENIERÍA: RA3.1.- Capacidad para proyectar, diseñar y desarrollar productos complejos (piezas, componentes, productos acabados, etc.), procesos y sistemas de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como seleccionar y aplicar métodos de proyecto apropiados. [Básico (1)].			D2
Resultado de aprendizaje ENAEE: INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN: RA4.3.- Capacidad y destreza para proyectar y llevar a cabo investigaciones experimentales, interpretar resultados y llegar a conclusiones en su campo de estudio. [Básico (1)].		C21	
Resultado de aprendizaje ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA: RA5.1.- Comprensión de las técnicas aplicables y métodos de análisis, proyecto e investigación y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad [Adecuado (2)].		C21	
Resultado de aprendizaje ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA: RA5.3.- Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad [Adecuado (2)].			D6 D8
Resultado de aprendizaje ENAEE: COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO: RA7.2.- Capacidad para funcionar eficazmente en contextos nacionales e internacionales, de forma individual y en equipo y cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras disciplinas [Básico (1)].	B1		D8 D10 D17

## Contenidos

Tema	
BLOQUE 1: Aire húmedo.	B1-1. Aire seco y aire atmosférico. Humedad específica y relativa del aire.
	B1-2 Temperatura de punto de rocío. Diagramas psicrométricos.
	B1-3 Acondicionamiento de aire.
BLOQUE 2: Propiedades de los combustibles y combustión.	B2-1. Combustibles. Descripción y características. Calderas y quemadores.
	B2-2 El proceso de combustión. Combustión teórica y real.
	B2-3 Entalpía de formación y entalpía de combustión.
	B2-4 Análisis de la combustión con base en la primera ley de la termodinámica.
	B2-5 Análisis de la combustión con base en la segunda ley de la termodinámica.

BLOQUE 3 Ciclos de producción de trabajo.

B3-1 Ciclos de potencia de gas I: Ciclo Otto, Ciclo Diesel, Ciclo Stirling y Ciclo Ericsson.

B3-2 Ciclos de potencia de gas II: Ciclo Brayton. Ciclos reales. Interenfriamiento, recalentamiento y regeneración. Ciclos ideales de propulsión por reacción.

B3-3 Ciclos de potencia de vapor y combinados: Ciclo Rankine. Ciclos reales. Recalentamiento, regeneración. Calentadores abiertos y cerrados.

B3-4 Ciclos de potencia combinados de gas y vapor.

---

BLOQUE 4 Máquinas térmicas. Ciclos de refrigeración.

B4-1 Ciclos de refrigeración por compresión de vapor: Ciclos reales. Refrigerantes.

B4-2 Bombas de calor.

B4-3 Sistemas innovadores de refrigeración por compresión de vapor: Sistemas de refrigeración en cascada. Sistemas en múltiples etapas. Sistemas de propósito múltiple con un único compresor.

B4-4 Ciclos de refrigeración de gas.

B4-5 Sistemas de refrigeración por absorción.

---

PL 1. Introducción al confort térmico y la calidad del aire interior.  
 En esta práctica se pretende determinar la humedad del aire en distintas estancias interiores de edificios y en el exterior. Además, se introduce el concepto de confort térmico y calidad de aire interior, aspectos relacionados con la salud y el bienestar de los usuarios de edificios.  
 Equipos de medición empleados: higrómetros, sensores de temperatura, medidores de calidad de aire interior, etc.

PL 2. Visita a la sala de calderas del cuartel de alumnos.  
 Se realizará una visita técnica a la sala de calderas del cuartel Francisco Moreno, que consta de dos calderas de gas natural y proporciona agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción al cuartel de alumnos. El objetivo de la visita es identificar los equipos implicados en un sistema de calefacción y aprender a realizar un esquema simplificado de la instalación. Además, en esta práctica se incluye el estudio de condiciones de seguridad y salud en una sala de calderas: identificación de riesgos, medidas de emergencia, PRL, control de la Legionella, etc.

PL 3. Desarrollo y presentación de trabajos sobre aspectos sociales, de salud y de seguridad relacionados con la Ingeniería Térmica.  
 En esta práctica los alumnos deben presentar el trabajo desarrollado durante las primeras semanas de curso. Los trabajos son planteados por los profesores al inicio del curso y serán realizados por grupos de 4 o 5 alumnos. Los temas tratarán sobre aspectos sociales, de salud y de seguridad industrial de interés o de actualidad relacionados con la Ingeniería Térmica. Por ejemplo: eficiencia energética en edificios, eficiencia energética en buques, almacenamiento y trasiego de combustibles líquidos, transporte marítimo de combustibles, energía solar térmica en edificios, energías renovables, cogeneración y trigeneración, etc.

PL 4. Análisis de ciclos termodinámicos con software informático.  
 Esta práctica consiste en aprender el manejo de herramientas informáticas para la simulación de ciclos de potencia y refrigeración (CYCLEPAD). La práctica está orientada a la resolución de problemas de ciclos (ideales y reales) utilizados en las máquinas térmicas más habituales.

PL 5. Análisis cuantitativo de ciclo de Stirling.  
 Por medio de un motor Stirling experimental se analizarán distintas variables que afectan al funcionamiento del motor, el ciclo que desarrolla, y su rendimiento. También se estudiará el funcionamiento del motor en ciclo inverso como máquina térmica frigorífica.

PL 6. Estudio experimental de una bomba de calor.  
 En esta práctica se estudiará el funcionamiento de una instalación experimental de bomba de calor. Se realizarán balances energéticos en cada uno de sus componentes para determinar su coeficiente de operación (COP), funcionando tanto como máquina calefactora como máquina frigorífica. Asimismo, se estudiará su comportamiento funcionando como bomba de calor agua - agua y como bomba de calor aire - agua.

PL 7. Introducción al diseño de instalaciones de refrigeración solar  
 Se trata de una práctica teórica y demostrativa sobre instalaciones de producción de frío mediante energía solar térmica. Se pretende que los alumnos conozcan una alternativa eficiente al uso de equipos convencionales, cuyos refrigerantes son altamente perjudiciales para el medioambiente.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	28	42	70
Prácticas de laboratorio	14	0	14
Seminario	7	7	14
Resolución de problemas	26	26	52

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	En las clases de teoría se explican los fundamentos de cada tema. Los alumnos disponen en la bibliografía de los libros de texto recomendados donde se encuentra desarrollado el tema que se está estudiando, además de la información de la web que contiene el archivo con la presentación del tema.
Prácticas de laboratorio	En las clases prácticas se aplicarán los conceptos desarrollados en cada tema a la resolución de problemas. Se han diseñado una serie de prácticas acorde con el desarrollo de la asignatura de teoría con el fin de fijar conceptos explicados en esa clase y así el alumno vaya desarrollando su habilidad para plantear soluciones técnicas, e ir desarrollando su creatividad.
Seminario	En los seminarios se analizan y proponen una serie de problemas que tienen que realizar individualmente o en grupo. El alumno deberá resolver ejercicios y problemas bajo la supervisión y corrección del profesor.
Resolución de problemas	Curso intensivo de 15 horas para aquellos alumnos que han suspendido la asignatura en primera convocatoria, previo al examen en segunda convocatoria. Tutorías grupales con el profesor. Realización de exámenes. Tareas de evaluación y horas de refuerzo.

### **Atención personalizada**

<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Lección magistral	Cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Los profesores de la asignatura atenderán las dudas y consultas de los alumnos en persona o por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, etc.) en el horario que se publicará en la web del centro o bajo la modalidad de cita previa.
Resolución de problemas	Cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Los profesores de la asignatura atenderán las dudas y consultas de los alumnos en persona o por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, etc.) en el horario que se publicará en la web del centro o bajo la modalidad de cita previa.
Prácticas de laboratorio	Cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Los profesores de la asignatura atenderán las dudas y consultas de los alumnos en persona o por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, etc.) en el horario que se publicará en la web del centro o bajo la modalidad de cita previa.
Seminario	Cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Los profesores de la asignatura atenderán las dudas y consultas de los alumnos en persona o por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, etc.) en el horario que se publicará en la web del centro o bajo la modalidad de cita previa.

### **Evaluación**

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje									
Lección magistral	Se realizará una prueba final de evaluación continua en la semana de evaluación y se valorará sobre 10 puntos. Será necesario obtener una nota mayor o igual a 4 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua para poder optar al aprobado por evaluación continua. Esta prueba tendrá un peso del 40% de la nota de evaluación continua.  Se realizarán dos pruebas parciales de evaluación continua, las cuales supondrán un 30% de la nota de evaluación continua (15% cada una de ellas).	70	B1	C21	D1	D2	D8	D10	D14	D16		
Prácticas de laboratorio	Las prácticas de laboratorio se realizarán en grupos. Cada grupo tendrá que entregar una memoria de prácticas al final de cada práctica, o grupo de prácticas. Las memorias de prácticas tendrán un peso del 10% de la nota de evaluación continua.	10	B1	C21	D1	D2	D6	D8	D10	D14	D16	D17

Seminario	Se realizará un trabajo grupal sobre aspectos sociales, de salud y de seguridad industrial de interés o de actualidad relacionados con la Ingeniería Térmica, que será presentado por los alumnos en la práctica 3 de la asignatura. El trabajo grupal tendrá un peso del 10% de la nota de evaluación continua.	10	B1	C21	D1 D2 D8 D10 D14 D16 D17
Resolución de problemas	La evaluación en seminarios se realizará a través de la resolución de ejercicios o cuestionarios por parte de los alumnos. Se propondrán ejercicios para su resolución individual o en grupos y/o cuestionarios durante el tiempo del seminario. Dichos seminarios se realizarán a demanda del profesor	10	B1	C21	D1 D2 D8 D14 D16 D17

### Otros comentarios sobre la Evaluación

El alumno deberá presentarse al examen ordinario de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota, si la nota final de evaluación continua es menor que 5 puntos sobre 10. También tendrá que presentarse al examen ordinario en los siguientes supuestos:

- La no realización o entrega de alguno de los puntuables anteriores.
- Obtener una nota inferior a 4 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua.

En cualquiera de estos supuestos, la calificación de la evaluación continua será el mínimo de la nota de evaluación continua y 4 puntos (el alumno en este caso obtendrá como máximo 4 puntos).

En cualquier caso, el alumno que haya superado la evaluación continua, tendrá la posibilidad de presentarse al examen ordinario para subir nota.

En el caso de que se detecte cualquier situación de fraude académico por parte de un alumno o grupo de alumnos se seguirán las siguientes normas:

- Si el fraude se produce en alguna de las memorias de prácticas, la nota total de prácticas será cero independientemente de la obtenida en el resto de las mismas.
- Si el fraude se produce en la prueba intermedia de control o en el examen final de evaluación continua, el alumno suspenderá la evaluación continua con un cero y deberá presentarse directamente a la convocatoria ordinaria.
- Si el alumno realiza un fraude en una convocatoria oficial (ordinaria o extraordinaria) suspenderá dicha convocatoria con un cero.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Çengel Y.A., Boles M.A., **Termodinámica**, 7ª edición, Mc Graw-Hill, 2012

Morán, M.J. Shapiro, H.N., **Fundamentos de Termodinámica Técnica**, 2ª edición (4ª en español), Reverte, 2018

#### Bibliografía Complementaria

Incropera, F.P., De Witt, D.P., **Fundamentos de Transferencia de Calor**, 4ª edición, Pearson, 2000

Wark, K., Richards, D.E., **Termodinámica**, 6ª edición, Mc Graw-Hill, 2001

Haywood, R.W., **Ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración**, Limusa, 2000

Segura, J., **Termodinámica Técnica**, Reverte, 1988

Baehr, H.D., **Tratado moderno de termodinámica**, Tecnilibro, 1987

Kreith, F., Bohn, M.S., **Principios de Transferencia de Calor**, 6ª edición, Thomson, 2002

Holman, J.P., **Transferencia de Calor**, 8ª edición, Mc Graw-Hill, 1998

Agüera Soriano, J., **Termodinámica Lógica y Motores Térmicos**, Ciencia 3,

Alarcón Aguín, J.M., **SISCECT, Simulación y Cálculo de Sistemas Termodinámicos**, Bellisco, 1999

Chapman, A.J., **Transmisión de Calor**, 3ª edición, Bellisco, 1990

Lienhard IV, J.H., **A Heat Transfer Textbook**, Phlogiston Press, 2005

Segura, J., Rodríguez, J., **Problemas de Termodinámica Técnica**, Reverte, 1990

Lacalle, Nieto, **Problemas de Termodinámica**, Serv Pub. ETSII Madrid,

Aguirrezabalaga, V., **Transferencia de Calor: Problemas**, Serv Pub. Oviedo, 2006

Vázquez, M, **Problemas Resueltos de Termodinámica Técnica**, Serv Pub. Universidad de Vigo,

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Física: Física II/P52G381V01106

Química: Química/P52G381V01108

Termodinámica y transmisión del calor/P52G381V01203

---

### **Otros comentarios**

Para cursar con éxito esta asignatura el alumno debe demostrar:

- Capacidad de comprensión escrita y oral.
  - Capacidad de abstracción, cálculo básico y síntesis de la información.
- 

## **Plan de Contingencias**

---

### **Descripción**

=== MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===

Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===

#### **METODOLOGÍA DOCENTE**

Se añade una nueva metodología docente:

Sesión magistral y/o sesión práctica virtual síncrona: Se imparte a través de una plataforma de videoconferencia web. Cada aula virtual contiene diversos paneles de visualización y componentes, cuyo diseño se puede personalizar para que se adapte mejor a las necesidades de la clase. En el aula virtual, los profesores (y aquellos participantes autorizados) pueden compartir la pantalla o archivos de su equipo, emplear una pizarra, chatear, transmitir audio y vídeo o participar en actividades en línea interactivas (encuestas, preguntas, etc.)

=== ADAPTACIÓN DE LOS CONTENIDOS ===

#### **CONTENIDOS**

Las prácticas PL1, PL2, PL5 y PL6 son prácticas que se realizan en laboratorios y se utilizan equipos, máquinas y herramientas. En la medida de lo posible, estas prácticas serán sustituidas por tareas demostrativas y no aplicativas, empleando visitas virtuales, vídeos y otros medios audiovisuales que permitan al alumno obtener las competencias necesarias de dichas prácticas. En el caso de que no fuese posible sustituir alguna de estas prácticas por una práctica demostrativa, se realizará una práctica similar a PL4, haciendo que el alumno trabaje otros tipos de ciclos térmicos mediante el uso de software informático.

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===

#### **EVALUACIÓN**

Las pruebas de evaluación se realizarán combinando la plataforma de teledocencia FAITIC-Moodle y el Campus Remoto de la Universidad de Vigo.

---