



1. DATOS GENERALES

Asignatura: EQUIPOS TÉRMICOS

Tipología: OPTATIVA

Grado: 420 - GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (AB-2021)

Centro: 605 - E.T.S. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ALBACETE

Curso: 4

Lengua principal de impartición: Español

Uso docente de otras lenguas: Bibliografía en inglés

Página web:

Código: 56336

Créditos ECTS: 6

Curso académico: 2023-24

Grupo(s): 11

Duración: Primer cuatrimestre

Segunda lengua:

English Friendly: N

Bilingüe: N

Profesor: JOSE ANTONIO ALMENDROS IBÁÑEZ - Grupo(s): 11

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
ETSII-AB / 0.D.03	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	926053229	jose.almendros@uclm.es	Se indicará al inicio del cuatrimestre.

2. REQUISITOS PREVIOS

Para el correcto seguimiento de la asignatura es necesario que el alumno haya adquirido previamente las competencias y conocimientos de las siguientes asignaturas de cursos anteriores:

- Mecánica de Fluidos
- Termodinámica Técnica
- Ingeniería Térmica

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

En cualquier central de producción de energía o instalación térmica industrial hay una gran diversidad de equipos térmicos, como intercambiadores de calor, torres de refrigeración, calderas.... Esta asignatura viene a intentar ampliar los conocimientos de los alumnos en cuanto al cálculo y diseño de estos equipos de intercambio de energía térmica, aplicando los principios básicos que se explican en asignaturas básicas, como Termodinámica Técnica, Ingeniería Térmica y Mecánica de Fluidos. Además, la asignatura "Equipos Térmicos" se encuadra dentro de un grupo de cinco asignaturas que forman el itinerario en Técnicas Energéticas, que pretende una visión integral de la utilización de la energía final de una forma eficiente y sostenible.

En la vida profesional de un Ingeniero Técnico Industrial Mecánico, es habitual que se encuentre con varios de estos equipos en instalaciones sencillas, como una instalación solar de agua caliente sanitaria, o en instalaciones más complejas, como por ejemplo una central térmica donde nos podemos encontrar con torres de refrigeración de tiro natural, calderas, condensadores... Esta asignatura intenta reforzar y ampliar los conocimientos de los estudiantes sobre estos equipos, que no pueden verse en profundidad en las asignaturas del módulo básico y específico.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB01	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
CB02	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB03	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB04	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB05	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CEO15	Conocer los conceptos básicos de las tecnologías de captación, conversión y uso de las fuentes de energía renovables y su aplicación a la generación de electricidad o uso en calor o frío.
CG01	Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en la Orden CIN/351/2009, 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.
CG02	Capacidad para la dirección de actividades objeto de proyectos de ingeniería en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
CG04	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
CG06	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
CG07	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
CT02	Conocer y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
CT03	Utilizar una correcta comunicación oral y escrita.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

No se han establecido.

Resultados adicionales

Al finalizar la asignatura el alumno será capaz de, utilizando las herramientas informáticas apropiadas, diseñar y/o calcular diferentes equipos térmicos industriales como intercambiadores de calor tubo-carcasas, de placas, refrigerados por aire y condensadores, torres de refrigeración secas y húmedas, de tiro natural y forzado, calderas y sistemas de intercambio de energía térmica.

Todo ello aplicando los principios físicos de la transferencia de calor y masa, la termodinámica técnica y la mecánica de fluidos.

6. TEMARIO

Tema 1: INTRODUCCIÓN

Tema 1.1 Sistemas de producción e intercambio de potencia térmica en la industria

Tema 1.2 Clasificación de intercambiadores de calor

Tema 1.3 Formas de transferencia de calor (repaso)

Tema 1.4 Métodos ϵ -NTU y DTLM (repaso)

Tema 1.5 Costes y ensuciamiento en intercambiadores de calor

Tema 2: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE SUPERFICIE

Tema 2.1 Intercambiadores de calor de doble tubo

Tema 2.2 Intercambiadores de calor tubo-carcasa

Tema 2.3 Intercambiadores de calor de placas

Tema 3: TORRES DE REFRIGERACIÓN

Tema 3.1 Torres de refrigeración secas (o intercambiadores refrigerados por aire): de tiro natural y forzado

Tema 3.2 Torres de refrigeración húmedas: de tiro natural y forzado

Tema 4: EQUIPOS CON INTERCAMBIO DE RADIACIÓN TÉRMICA

Tema 4.1 Fundamentos de transferencia de calor por radiación (repaso)

Tema 4.2 Transferencia de calor entre superficies grises (repaso)

Tema 4.3 Transferencia de calor en medios participativos: Método Leckner

Tema 4.4 Aplicaciones prácticas: cálculo y diseño de calderas, cálculo y diseño de sistemas de intercambio de radiación térmica

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	1.12	28	N	-	Clases de teoría
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	1.04	26	S	N	Las clases prácticas se realizarán todas en aula informática y consistirán en la resolución por parte de los estudiantes de diferentes problemas de cálculo y/o diseño con un programa informático.
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]	Resolución de ejercicios y problemas	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	1.8	45	S	N	Los trabajos propuestos de cada tema serán resueltos y entregados al profesor. Estos trabajos serán evaluados aunque su calificación puede ser modificada por la presentación oral de los mismos
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL]	Otra metodología	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	0.16	4	S	N	Algunos de los trabajos realizados durante el curso podrán ser expuestos y/o debatidos en clase o ante el profesor. La calificación del trabajo podrá ser modificada en función de la presentación y de las explicaciones sobre el mismo. En caso de no presentarse el día de la presentación o defensa del trabajo sin causa justificada supondrá obtener una calificación de suspenso con cero en ese trabajo.
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	1.8	45	N	-	
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CEO15 CG01 CG02 CG04 CG06 CG07 CT02 CT03	0.08	2	S	N	El examen final consistirá en cuestiones principalmente relacionadas con los trabajos realizados a lo largo del curso, con el objetivo de comprobar que los alumnos han adquirido correctamente las competencias esperadas con la realización de

					estos trabajos. Se exigirá una nota mínima de 4 para poder hacer media con el resto de actividades de evaluación continua.
Total:			6	150	
Créditos totales de trabajo presencial: 2.4			Horas totales de trabajo presencial: 60		
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6			Horas totales de trabajo autónomo: 90		

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES			
Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Prueba final	50.00%	50.00%	La prueba final consistirá en en preguntas tipo test y/o preguntas cortas relacionadas con el temario y con los ejercicios resueltos a lo largo del curso. No estará permitido el uso de material adicional ni de calculadora. Se exigirá una nota mínima de 4 para poder hacer media con el resto de actividades de evaluación continua.
Resolución de problemas o casos	50.00%	50.00%	La nota final se obtendrá como la nota media de todos los trabajos y ejercicios realizados por los estudiantes durante el curso. La nota de los trabajos tendrá en cuenta tanto el trabajo realizado, como su exposición y defensa ante el profesor. Dependiendo del número de estudiantes matriculados la realización de los problemas y ejercicios será de manera individual o en grupo.
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

El objetivo principal del examen final es comprobar que los estudiantes han realizado y trabajado los diferentes problemas planteados durante el curso, ya que la mayoría de las preguntas del examen final estarán relacionadas con estos problemas.

En el examen final se exigirá una nota mínima de 4 para poder hacer media con el resto de actividades de evaluación continua. En caso de no alcanzar una nota mínima de 4 en el examen, la nota máxima que podrá aparecer en las actas será un 4.

Evaluación no continua:

El objetivo principal del examen final es comprobar que los estudiantes han realizado y trabajado los diferentes problemas planteados durante el curso, ya que la mayoría de las preguntas del examen final estarán relacionadas con estos problemas.

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

Aquellos alumnos que tengan aprobados los problemas de evaluación continua, se les guardará la nota para esta convocatoria. Sólo tendrán que repetir el examen final, en el que se exigirá una nota mínima de 4 para poder hacer media con el resto de actividades de evaluación continua.

Los alumnos que no tengan aprobados los problemas de evaluación continua, tendrán que realizar también un examen de problemas.

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

Consistirá en la realización por parte del estudiante de un examen final de la asignatura, pudiendo haber parte de teoría y parte de problemas. No se guarda para la convocatoria extraordinaria la calificación de los ejercicios resueltos durante el curso, por lo que la calificación final es el 100% la calificación de la prueba final.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Otra metodología]	4
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2
Comentarios generales sobre la planificación: La planificación indicada en esta guía es provisional y se adaptará a las necesidades del curso, intentando en la medida de lo posible mantener la distribución prevista	
Tema 1 (de 4): INTRODUCCIÓN	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	8
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	2
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	9
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	9
Tema 2 (de 4): INTERCAMBIADORES DE CALOR DE SUPERFICIE	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	10
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	12
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]	21
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	21
Tema 3 (de 4): TORRES DE REFRIGERACIÓN	

Actividades formativas		Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]		6
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]		8
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]		9
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]		9
Tema 4 (de 4): EQUIPOS CON INTERCAMBIO DE RADIACIÓN TÉRMICA		
Actividades formativas		Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]		4
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]		4
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]		6
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]		6
Actividad global		
Actividades formativas		Suma horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]		28
Prácticas en aulas de ordenadores [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]		26
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Resolución de ejercicios y problemas]		45
Presentación de trabajos o temas [PRESENCIAL][Otra metodología]		4
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]		2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]		45
		Total horas: 150

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS					
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población ISBN	Año	Descripción
Nellis, G.; Klein, S.	Heat Transfer	Cambridge University Press	978-0-521-88107-4	2009	El libro de Nellis and Klein no cubre específicamente ningún tema de la asignatura, ya que está pensado para un curso anual (o dos cuatrimestrales) sobre los fundamentos de la transferencia de calor y masa. No obstante, tiene una gran colección de problemas avanzados sobre transferencia de calor resueltos con EES, que será el programa utilizado en esta asignatura. Además a través del enlace web se pueden descargar gratuitamente los problemas resueltos con EES y material adicional a la versión impresa del libro, como el capítulo 9 sobre transferencia de masa, que además cubre gran parte del tema 3 de la asignatura.
	www.cambridge.org/nellisandklein				
Siegel, R.	Thermal radiation heat transfer	Taylor & Francis	1-56032-839-8	2002	Libro especializado en transferencia de calor por radiación, indicado para aquellos que quieran profundizar en este tema concreto. El libro viene acompañado de un CD con un catálogo muy extenso sobre factores de forma en diferentes configuraciones. No obstante, este catálogo también está disponible gratuitamente a través de la página web
	www.me.utexas.edu/~howell/				
Hewitt, G. F.; Shires, S.L.; Boot, T.R.	Process Heat Transfer	CRC Press Begell House	978-1-56700-149-5	1994	Este libro, aunque se encuentra algo anticuado, cubre prácticamente en casi su totalidad el temario de la asignatura. No obstante, algunos apartados de algunos temas concretos se explicarán en clase

J.M. Marín, S. Guillén	Diseño y cálculo de intercambiadores de calor monofásicos	Paraninfo	9788428304382	2013	siguiendo otras referencias, ya que no están explicados en este libro con la profundidad suficiente. Este libro, de reciente publicación, es el único en español publicado sobre el tema de cálculo y diseño de intercambiadores de calor. Cubre algunas partes del temario de la asignatura (especialmente del tema 2), aunque algunos de los aspectos del cálculo y del diseño están algo simplificados.
	http://www.paraninfo.es/catalogo/9788428304382/disenio-y-calculo-de-intercambiadores-de-calor-monofasicos				
Kakaç, Sadik	Heat exchangers: selection, rating and thermal design	CRC	978-1-4398-4990-3	2012	Un buen libro introductorio sobre intercambiadores de calor, con varios ejemplos resueltos. Cubre el tema 2 de la asignatura. El libro, que consta de dos volúmenes separados. El primero de ellos presenta la teoría general sobre transferencia de calor y masa necesaria para el diseño de intercambiadores refrigerados por aire y torres de refrigeración. El segundo volumen cubre la parte práctica de cálculo y diseño de estos equipos térmicos. Estos libros cubren la parte de intercambiadores refrigerados por aire del tema 2 y el tema 3 de la asignatura.
Kröger, Detlev G.	Air-cooled heat exchangers and cooling towers : [thermal-flo	PennWell	1-59370-019-9(v.2)	2004	