



**Universidad de Jaén**

Escuela Politécnica Superior (Linares)

# Ingeniería térmica

2023-2024

**Grado en Ingeniería Química Industrial**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**Doble Grado en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica**

**Doble Grado en Ingeniería de Recursos Energéticos e Ingeniería Química Industrial**

CREA



Guías docentes UJA

Horarios de tutorías

Llamamientos PEVAU

## Guía docente 2023-24 - 14612012 - Ingeniería térmica

[Volver](#)

TITULACIÓN:	Grado en Ingeniería mecánica (14612012)
CENTRO:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (LINARES)
TITULACIÓN:	Grado en Ingeniería química industrial (14412015)
CENTRO:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (LINARES)
TITULACIÓN:	Doble Grado en Ingeniería eléctrica e Ingeniería mecánica (14812016)
CENTRO:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (LINARES)
TITULACIÓN:	Doble Grado en Ingeniería de recursos energéticos e Ing. química industrial (15112020)
CENTRO:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (LINARES)
TITULACIÓN:	Grado en Ingeniería eléctrica (14712013)
CENTRO:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR (LINARES)
CURSO:	2023-24
ASIGNATURA:	Ingeniería térmica

### GUÍA DOCENTE

#### 1. DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA

NOMBRE: Ingeniería térmica

CÓDIGO: 14612012 (\*)

CURSO ACADÉMICO: 2023-24

TIPO: Obligatoria

Créditos ECTS: 6.0

CURSO: 2

CUATRIMESTRE: PC

WEB: <https://platea.ujaen.es>

#### 2. DATOS BÁSICOS DEL PROFESORADO

NOMBRE: GÓMEZ DE LA CRUZ, FRANCISCO JAVIER

IMPARTE: Teoría - Prácticas [Profesor responsable]

DEPARTAMENTO: U121 - INGENIERÍA MECÁNICA Y MINERA

ÁREA: 590 - MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS

N. DESPACHO: D - D-010

E-MAIL: [fjgomez@ujaen.es](mailto:fjgomez@ujaen.es)

TLF: 953648688

TUTORÍAS: <https://uvirtual.ujaen.es/pub/es/informacionacademica/tutorias/p/51901>

URL WEB: -

ORCID: -

NOMBRE: RODRÍGUEZ QUESADA, ALFONSO

IMPARTE: Prácticas

DEPARTAMENTO: U121 - INGENIERÍA MECÁNICA Y MINERA

ÁREA: 590 - MÁQUINAS Y MOTORES TÉRMICOS

N. DESPACHO: A - D-007

E-MAIL: [alrodri@ujaen.es](mailto:alrodri@ujaen.es)

TLF: 953648561

TUTORÍAS: <https://uvirtual.ujaen.es/pub/es/informacionacademica/tutorias/p/53822>

URL WEB: -

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9672-3040>

#### 3. PRERREQUISITOS, CONTEXTO Y RECOMENDACIONES

##### PRERREQUISITOS:

-

##### CONTEXTO DENTRO DE LA TITULACIÓN:

La asignatura se encuentra integrada dentro de la materia Ingeniería térmica y de fluidos.

Se trata de una asignatura obligatoria integrada en el módulo común a la rama Industrial y que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso.

##### RECOMENDACIONES Y ADAPTACIONES CURRICULARES:

Haber superado las asignaturas de Primer Curso. En especial: Matemáticas I y II y Física I y II.

El alumnado que presente necesidades específicas de apoyo educativo, lo ha de notificar personalmente al Servicio de Atención y Ayudas al Estudiante para proceder a realizar, en su caso, la adaptación curricular correspondiente.

El alumnado que presente necesidades específicas de apoyo educativo, lo ha de notificar personalmente al Servicio de Atención y Ayudas al Estudiante para proceder a realizar, en su caso, la adaptación curricular correspondiente.

#### 4. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Código	Denominación de la competencia
CB2	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.
CB3	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.
CC1	Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
CT4	Capacidad para aplicar nuevas tecnologías incluidas las tecnologías de la información y la comunicación.

#### Resultados de aprendizaje

<b>Resultado Resultado 01</b>	Dominio de los conceptos básicos asociados a la termodinámica clásica y a los mecanismos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación)
<b>Resultado Resultado 02</b>	Identificación de propiedades termodinámicas de sustancias puras y mezclas, a partir del manejo de tablas, diagramas y ecuaciones específicas asociadas
<b>Resultado Resultado 03</b>	Cálculo propiedades y características de combustibles para usos térmicos
<b>Resultado Resultado 04</b>	Evaluación de ciclos termodinámicos sencillos
<b>Resultado Resultado 05</b>	Cálculo de propiedades y características asociadas a la transferencia de calor
<b>Resultado Resultado 06</b>	Dominio en la realización de balances energéticos y exergéticos de sistemas

#### 5. CONTENIDOS

Introducción a la termodinámica y termotecnia. Balances térmicos.

Primer y segundo ciclo de la termodinámica. Sistemas cerrados y abiertos.

Análisis de sustancias. Comportamiento físico y químico.

Ciclos termodinámicos de gas y vapor.

Transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Balances en intercambiadores de calor.

Introducción a la termodinámica y termotecnia. Balances térmicos.

Primer y segundo ciclo de la termodinámica. Sistemas cerrados y abiertos.

Análisis de sustancias. Comportamiento físico y químico.

Ciclos termodinámicos de gas y vapor.

Transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Balances en intercambiadores de calor.

Introducción a la termodinámica y termotecnia. Balances térmicos.

Primer y segundo ciclo de la termodinámica. Sistemas cerrados y abiertos.

Análisis de sustancias. Comportamiento físico y químico.

Ciclos termodinámicos de gas y vapor.

Transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Balances en intercambiadores de calor.

**Tema 1: Sistemas cerrados: primer y segundo principio.**- 1.1.- Noción de Sistema. 1.2.- Equilibrio térmico y mecánico de los sistemas. 1.3.- Clasificación de los sistemas. 1.4.- Propiedades de un sistema. 1.5 Estados de equilibrio. Transformaciones y procesos. 1.6.- Clases de procesos. 1.7.- Tipos de irreversibilidades. 1.8.- Concepto de calor y energía interna. 1.9.- Primer principio en sistemas cerrados. 1.10.- Trabajo de un sistema cerrado. 1.11.- Entalpía. 1.12.- Concepto de trabajo útil y efectivo. 1.13.- Concepto de máquina térmica y máquina frigorífica. 1.14.- Máquina de Carnot. 1.15.- Segundo principio de la termodinámica. 1.16.- Flujo de entropía y entropía generada. 1.17.- Disponibilidad de un sistema cerrado.

**Tema 2: Estudio de gases perfectos.-** 2.1.- Capacidad calorífica y calor específico. 2.1.1.- Valor del calor específico según la transformación del sistema. 2.2.- Calores específicos de los gases perfectos. 2.2.1.- Relación entre los calores específicos de los gases perfectos. 2.3.- Capacidades caloríficas medias. 2.3.1.- Valoración de  $c_p$ . 2.4.- Valoración de la entalpía para gases perfectos. 2.5.- Valoración de la energía interna. 2.6.- Valoración de la entropía. 2.7.- Estudio de transformaciones en gases perfectos.

**Tema 3: Estudio de vapores.** 3.1.- Cambios de fase en sistemas de un componente. 3.2.- Vapor húmedo, vapor saturado y vapor seco o recalentado. 3.3.- Diagrama entrópico T-s 3.3.1.- Estudio de transformaciones en el diagrama T-s. 3.3.2.- Ciclo de Carnot en el diagrama T-s. 3.3.3.- Ciclo de máximo rendimiento. 3.3.4.- Rendimiento térmico en ciclos reversibles. 3.3.5.- Diagrama T-s para el vapor de agua. 3.4.- Diagrama h-s para vapor de agua.

**Tema 4: Sistemas abiertos: primer y segundo principio.** 4.1.- Flujo permanente. 4.2.- Conservación de la masa. 4.3.- Conservación de la energía. 4.4.- Válvulas de estrangulamiento. 4.5.- Trabajo reversible de un flujo permanente. 4.6.- Energía disponible de un flujo. 4.7.- Exergía. 4.8.- Toberas y Difusores. 4.8.1.- Velocidad del sonido en un gas. Número de Mach. 4.8.2.- Flujo adiabático. 4.8.3.- Flujo isentrópico. Variación de la velocidad del fluido con el área del flujo. 4.8.4.- Toberas y difusores. 4.8.5.- Relaciones teóricas entre propiedades de entrada y cuello para una tobera convergente-divergente. 4.8.6.- Flujo a través de Toberas y Difusores reales.

**Tema 5: Análisis exergético.-** 5.1.- Introducción. 5.2.- Exergía. 5.2.1.- Ambiente. 5.2.2.- Estado muerto. 5.2.3.- Cálculo de la exergía. 5.2.4.- Otros aspectos de la exergía. 5.3.- Balance de exergía para sistemas cerrados. 5.3.1.- Desarrollo del balance de exergía. 5.4.- Exergía de flujo. 5.5.- Balance de exergía para volúmenes de control. 5.6.- Eficiencia termodinámica. 5.6.1.- Eficiencias exergéticas de algunos equipos.

**Tema 6: Relaciones Termodinámicas.-** 6.1.- Introducción. 6.2.- Relaciones diferenciales parciales. 6.3.- Las relaciones de Maxwell. 6.3.1.- Relaciones entre propiedades a partir de diferenciales exactas. 6.4.- Ecuación de Clapeyron. 6.5.- Relaciones generales para  $du$ ,  $dh$ ,  $ds$ ,  $c_p$  y  $c_v$  en regiones de una sola fase. 6.5.1.- Cambios de la energía interna. 6.5.2.- Cambios de entalpía. 6.5.3.- Cambios en la entropía. 6.5.4.- Calores específicos  $c_p$  y  $c_v$ . 6.6.- El coeficiente de Joule-Thomson. 6.7.- Factor de compresibilidad. 6.8.- Variación de entalpía, energía interna y entropía de gases ideales. 6.8.1.- Cambios de entalpía de gases reales. 6.8.2.- Cambios de energía interna de gases reales. 6.8.3.- Cambios de entropía de gases reales. 6.9.- Otras ecuaciones de estado. 6.10.- Mezcla de Gases sin reacción. 6.11 Composición de una mezcla de gases: masa y fracción molar. 6.12 Comportamiento p-v-T de mezcla de gases: ideales y reales. 6.13 Propiedades de mezcla de gases: ideales y reales.

**Tema 7: Ciclos de Potencia de Gas.-** 7.1.- Conceptos generales. 7.2.- El Ciclo de aire estándar. 7.3.- Motores de combustión interna alternativos. 7.3.1.- Ciclo operativo del motor de 4 tiempos. 7.3.2.- Ciclo ideal OTTO. 7.3.3.- Ciclo ideal DIESEL. 7.3.4.- Ciclo ideal MIXTO o de SABATHE. 7.4.- Potencias y Rendimientos. 7.5.- Turbinas de gas. 7.5.1.- Descripción de los motores de turbinas de gas: de ciclo abierto simple; de ciclo cerrado. 7.5.2.- Ciclo Brayton ideal de aire. 7.5.3.- Ciclo Brayton real de aire. 7.6.- Otros ciclos en los motores de turbina de gas. 7.6.1.- Ciclo Ericsson. 7.6.2.- Ciclo Stirling.

**Tema 8: Ciclos de potencia de vapor y ciclos de refrigeración.-** 8.1.- Introducción. 8.2.- Ciclo de Carnot para vapor. 8.3.- Análisis energético del ciclo ideal. 8.4.- Mejora del rendimiento del ciclo de Rankine. 8.4.1.- Aumento de la temperatura media de absorción de calor. 8.4.2.- Disminución de la temperatura media de cesión de calor. 8.5.- Ciclo irreversible de Rankine. 8.6.- Ciclo mixto turbina de gas - turbina de vapor. 8.7.- La refrigeración: Máquina frigorífica y bomba de calor. 8.7.1.- Máquina frigorífica. 8.7.2.- Bomba de calor. 8.7.3.- Coeficientes de eficiencia. 8.8.- Ciclo de Carnot invertido. 8.9.- Ciclos en máquinas frigoríficas de vapor. 8.9.1.- Ciclo práctico en la máquina frigorífica de vapor (Rankine invertido). 8.9.2.- Mejoras del rendimiento. 8.9.2.1.- Subenfriamiento mediante agua de refrigeración. 8.9.2.2.- Subenfriamiento mediante intercambiador de calor. 8.9.3.- Pérdidas de exergía en la instalación frigorífica.

**Tema 9: Conceptos básicos de transmisión de calor.-** 9.1.- Introducción. 9.2.- Conducción. 9.3.- Convección. 9.4.- Radiación. 9.5.- Requerimientos de conservación de la energía. 9.5.1.- Conservación de la energía para un volumen de control. 9.5.2.- Balance de energía en una superficie. 9.6.- Análisis de problemas de transferencia de calor.

**Tema 10: Conducción.-** 10.1.- Introducción. 10.2.- El modelo para la conducción. 10.2.1.- Ecuación de difusión de calor. 10.2.2.- Condiciones iniciales y de contorno. 10.3.- Conducción unidimensional de estado estable. 10.3.1.- La pared plana. 10.3.1.1.- Distribución de temperatura. 10.3.1.2.- Resistencia térmica. 10.3.1.3.- Pared compuesta. 10.3.1.4.- Resistencia de contacto. 10.3.2.- Análisis de conducción con un método alternativo. 10.3.3.- Sistemas radiales. 10.3.3.1.- Pared cilíndrica. 10.3.3.2.- Pared esférica. 10.3.4.- Conducción con generación de energía térmica. 10.3.4.1.- La pared plana. 10.3.4.2.- Sistemas radiales. 10.3.5.- Transferencia de calor en superficies extendidas. 10.3.5.1.- Análisis de conducción general. 10.3.5.2.- Aletas de área de sección transversal uniforme. 10.3.5.3.- Aletas de área de sección transversal no uniforme. 10.3.5.4.- Eficiencia global de la superficie.

**Tema 11: Convección. Correlaciones empíricas.-** 11.1.- Transferencia de calor por convección. 11.2.- Capas límite de convección. 11.2.1.- Capa límite de velocidad o hidrodinámica. 11.2.2.- Capa límite térmica. 11.2.3.- Capa límite de concentración. 11.2.4.- Significado de las capas límite. 11.3.- Flujo laminar y turbulento. 11.4.- Correlaciones empíricas para convección. Introducción. 11.5.- Ecuaciones Diferenciales de la convección. 11.5.1.- Convección forzada. 11.5.2.- Convección libre. 11.5.3.- Transmisión de calor en los cambios de estado. 11.6.- Correlaciones empíricas en convección. 11.6.1.- Flujo externo, convección forzada, sin cambio de fase. 11.6.2.- Flujo interno, convección forzada, sin cambio de fase. 11.6.3.- Convección libre, sin cambio de estado. 11.6.3.1.- Circulación alrededor de placas y tubos verticales (flujo externo). 11.6.3.2.- Circulación alrededor de placas horizontales e inclinadas (flujo externo). 11.6.3.3.- Circulación alrededor de cilindros horizontales (flujo externo). 11.6.3.4.- Convección natural entre cilindros concéntricos. 11.6.3.5.- Condensación laminar.

**Tema 12: Radiación.-** 12.1.- Introducción.12.2.- Intensidad de la radiación. 12.2.1.- Definiciones. 12.2.2 Relación con la emisión. 12.2.3 Relación con la irradiación. 12.2.4 Relación con la radiosidad. 12.3.- Radiación de un cuerpo negro. 12.3.1 Distribución de Planck. 12.3.2 Ley de desplazamiento de Wien. 12.3.3 Ley de Stefan-Boltzmann. 12.3.4 Emisión de banda. 12.4.- Emisión superficial. 12.5. Absorción, reflexión y Transmisión superficiales. 12.5.1 Absortividad. 12.5.2 Reflectividad. 12.5.3 Transmisividad. 12.5.4 Consideraciones especiales. 12.6. Ley de Kirchhoff. 12.7. Superficie gris.

### Contenidos prácticos

Se realizarán 5 prácticas de laboratorio, cada una con una duración de 2 h:

Práctica 1. Sistemas cerrados.

Práctica 2. Propiedades termodinámicas de las sustancias puras. Vapores. Parte 1

Práctica 3. Propiedades termodinámicas de las sustancias puras. Vapores. Parte 2

Práctica 4. Relaciones termodinámicas.

Práctica 5. Ciclos termodinámicos con Termograf.

## 6. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	HORAS PRESENCIALES	HORAS TRABAJO AUTÓNOMO	TOTAL HORAS	CRÉDITOS ECTS	COMPETENCIAS (códigos)
A1 - Clases expositivas en gran grupo <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M1 - Clases expositivas en gran grupo: Clases magistrales</li> <li>▪ M2 - Clases expositivas en gran grupo: Exposición de teoría y ejemplos generales</li> </ul>	45.0	67.5	112.5	4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CB2</li> <li>▪ CC1</li> </ul>
A2 - Clases en grupos de prácticas <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M10 - Clases en grupos de prácticas: Aulas de informática</li> <li>▪ M11 - Clases en grupos de prácticas: Resolución de ejercicios</li> <li>▪ M6 - Clases en grupos de prácticas: Actividades prácticas</li> <li>▪ M7 - Clases en grupos de prácticas: Seminarios</li> <li>▪ M9 - Clases en grupos de prácticas: Laboratorios</li> </ul>	10.0	15.0	25.0	1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CB2</li> <li>▪ CB3</li> <li>▪ CT4</li> </ul>
A3 - Tutorías Colectivas <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M14 - Tutorías Colectivas/Individuales: Supervisión de trabajos dirigidos</li> <li>▪ M15 - Tutorías Colectivas/Individuales: Seminarios</li> <li>▪ M16 - Foros</li> <li>▪ M17 - Aclaración de dudas</li> <li>▪ M18 - Tutorías Colectivas/Individuales: Comentarios de trabajos individuales</li> <li>▪ M19 - Tutorías Colectivas/Individuales: Presentaciones/Exposiciones</li> </ul>	5.0	7.5	12.5	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CB2</li> <li>▪ CC1</li> </ul>
TOTALES:	60.0	90.0	150.0	6.0	

### INFORMACIÓN DETALLADA:

La asignatura se desarrollará mediante:

**A1. Clases expositivas en gran grupo.** Los conceptos básicos de la asignatura se presentarán mediante clases magistrales (M1) basadas en presentaciones multimedia, exposiciones teóricas, y realización de ejemplos (M2).

**A2R. Clases en pequeño grupo.** Determinados contenidos se explorarán en grupos reducidos mediante actividades que implican la aplicación práctica de conocimientos. En este apartado se incluyen: actividades en el laboratorio (M9R) y en el aula de informática (M6R), resolución de ejercicios (M11R) y seminarios (M7R). Las prácticas se enfocan hacia la adquisición de las competencias CC1 a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4 5 y 6, y CT4 a través de los resultados de aprendizaje 2, 3 y 4.

**A3. Tutorías colectivas/individuales.** En general, se resolverán dudas de los contenidos teóricos y prácticos (M17), aunque a demanda de los alumnos estas tutorías podrán incluir foros (M16). as tutorías

ayudan a la adquisición de las competencias CC1 a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4 5 y 6, y CT4 a través de los resultados de aprendizaje 2, 3 y 4.

## 7. SISTEMA DE EVALUACIÓN

ASPECTO	CRITERIOS	INSTRUMENTO	PESO
Asistencia y/o participación en actividades presenciales y/o virtuales	- Asistencia a las sesiones teóricas y prácticas. - Participación activa en clase.	- Hojas de firmas. - Comentarios del profesor.	5.0%
Conceptos teóricos de la materia	Dominio de los conocimientos teóricos y operativos de la materia.	Examen teórico y práctico.	90.0%
Realización de trabajos, casos o ejercicios	Correcta resolución de los trabajos propuestos. Claridad de la presentación y exposición de los mismos. Correcto uso y aplicación de los equipos de laboratorio.	Memoria de prácticas de laboratorio y entrega de trabajos y/o examen de laboratorio.	0.0%
Prácticas de laboratorio/campo/uso de herramientas TIC	- Entrega de casos (prácticas y trabajos drigidos) bien resueltos. - Enn cada trabajo se analizará la estructura, calidad de la documentación, originalidad y presentación.	Evaluación de las memorias y trabajos tutelados	5.0%

*El sistema de calificación se regirá por lo establecido en el RD 1125/2003 de 5 de septiembre por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en la titulaciones universitarias de carácter oficial*

### INFORMACIÓN DETALLADA:

La evaluación se realizará al final del cuatrimestre mediante un examen que constará de dos partes: una teórica y/o cuestiones, cuyo valor será de 4 puntos y otra de problemas cuyo valor será de 6 puntos. Para aprobar el examen de la asignatura será necesario superar el aprobado tanto en la parte teórica como en la de problemas. Si esta condición se cumple, la nota final será la suma de ambas. Este examen tiene un peso en la calificación global de la asignatura de un 90%.

Como bloque independiente, las prácticas de laboratorio se puntúan sobre un máximo de 0,5 puntos y asistencia y participación en clase sobre 0,5 puntos. La nota obtenida en prácticas y por asistencia ÚNICAMENTE se sumará a la calificación del examen si la calificación del examen es SUPERIOR O IGUAL A 5.

Es obligatoria la asistencia a las prácticas de laboratorio y la presentación de una memoria correctamente cumplimentada sobre los trabajos prácticos realizados en el laboratorio para poder superar la asignatura.

La superación del examen teórico supone la adquisición de las competencias CC1 y CB2R a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6. La superación de las prácticas de laboratorio supone la adquisición de las competencias CB2R, CT4 y CB3R a través de los resultados de aprendizaje 2, 3, 4 y 5. La asistencia a las tutorías colectivas ayuda en la adquisición de las competencias CC1 y CB2R a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6.

## 8. DOCUMENTACIÓN / BIBLIOGRAFÍA [\(Accede a la bibliografía en el catálogo de la Biblioteca\)](#)

### ESPECÍFICA O BÁSICA:

- Fundamentos de termodinámica técnica. Edición: 2ª ed.. Autor: Moran, Michael J.. Editorial: Barcelona [etc.] : Reverté, 2015 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Termodinámica. Edición: 6ª ed.. Autor: Wark, Kenneth. Editorial: Madrid [etc.]: McGraw-Hill, D.I.. 2003 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Fundamentos de transferencia de calor. Edición: 4ª ed. Autor: Incropera, Frank P.. Editorial: México [etc.]: Pearson, cop.1999 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Transferencia de calor y masa: Fundamentos y aplicaciones. Edición: 4ª&#775; ed.. Autor: Çengel, Yunus A.. Editorial: México [etc.] : McGraw Hill, 2011 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Problemas resueltos de calor y frío industrial I. Edición: 1ª ed., 1ª reimp. Autor: Andrés Rodríguez-Pomatta, Mª Isabel. Editorial: Madrid: UNED, 2001 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Termodinámica . Edición: 8ª ed.. Autor: Çengel, Yunus A.. Editorial: McGraw Hill [\(C. Biblioteca\)](#)

### GENERAL Y COMPLEMENTARIA:

- Problemas de ingeniería térmica. Edición: -. Autor: Broatch Jacobi, Alberto. Editorial: Valencia: Universidad Politécnica, Servicio Publicaciones, 2008 [\(C. Biblioteca\)](#)
- Problemas resueltos de motores térmicos y turbomáquinas térmicas. Edición: 1ª ed., 1ª reimp. Autor: Muñoz Domínguez, Marta. Editorial: Madrid: UNED, 2000 [\(C. Biblioteca\)](#)

- Problemas de calor y frío industrial. Edición: 2ª ed. Autor: López González, Luis María. Editorial: [Logroño]: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, cop. 2000 (C. Biblioteca)
- Advanced engineering thermodynamics. Edición: 2nd ed. Autor: Bejan, Adrian. Editorial: John Wiley (C. Biblioteca)
- Fundamentals of heat and mass transfer. Edición: 6th ed.. Autor: Incropera, Frank P., coaut.. Editorial: John Wiley & Sons (C. Biblioteca)

## 9. CRONOGRAMA (primer cuatrimestre)

Semana	A1 - Clases expositivas en gran grupo	A2 - Clases en grupos de prácticas	A3 - Tutorías Colectivas	Trabajo autónomo	Observaciones
Nº 1 11 - 17 sept. 2023	3.0	0.0	0.0	4.0	Presentación(1h) y TEMA 1 (2 h)
Nº 2 18 - 24 sept. 2023	3.0	0.0	1.0	5.0	TEMA 1 (1 hora) y TEMA 2 (2 horas)
Nº 3 25 sept. - 1 oct. 2023	3.0	2.0	0.0	7.0	TEMA 3 (2 horas) y Prob. Sistemas cerrados (1 h). Práctica 1.
Nº 4 2 - 8 oct. 2023	3.0	0.0	1.0	7.0	Prob. Sistemas cerrados (3 h) Práctica 1.
Nº 5 9 - 15 oct. 2023	3.0	0.0	0.0	7.0	Prob. Sistemas cerrados (3 h). Práctica 2.
Nº 6 16 - 22 oct. 2023	3.0	0.0	1.0	6.0	TEMA 4 (3 horas). Práctica 2.
Nº 7 23 - 29 oct. 2023	3.0	2.0	0.0	6.0	Prob. Tema 4: Sistemas abiertos (3 h) Práctica 3.
Nº 8 30 oct. - 5 nov. 2023	3.0	0.0	0.0	6.0	TEMA 5 (1 hora) y Prob. Balance exergético (2 h). Práctica 3.
Nº 9 6 - 12 nov. 2023	3.0	2.0	0.0	6.0	TEMA 6 (2 h) y Prob. tema6 (1h). Práctica 4.
Nº 10 13 - 19 nov. 2023	3.0	0.0	0.0	6.0	TEMA 7 (3 h) y Teoría y Prob. Práctica 4.
Nº 11 20 - 26 nov. 2023	3.0	2.0	1.0	6.0	TEMA 8 (3 h) y Teoría y Prob. Práctica 5.
Nº 12 27 nov. - 3 dic. 2023	3.0	0.0	0.0	7.0	TEMA 9 (1 h) y TEMA 10 (2 h). Práctica 5.
Nº 13 4 - 10 dic. 2023	3.0	2.0	0.0	6.0	Prob. Tema 9 y 10 (3 h)
Nº 14 11 - 17 dic. 2023	3.0	0.0	1.0	6.0	TEMA 11 (1 h) y Problemas (2h).
Nº 15 18 - 22 dic. 2023	3.0	0.0	0.0	5.0	TEMA 12 (3h).
Total Horas	45.0	10.0	5.0	90.0	

## 10. ESCENARIO MIXTO

### ■ METODOLOGÍA DOCENTE Y ACTIVIDADES FORMATIVAS

La asignatura contempla las siguientes actividades formativas:

A1. Clases expositivas en gran grupo. Los conceptos básicos de la asignatura se presentarán mediante clases magistrales (M1) basadas en presentaciones multimedia, exposiciones teóricas, y realización de ejemplos (M2).

A2R. Clases en pequeño grupo. Determinados contenidos se explorarán en grupos reducidos mediante actividades que implican la aplicación práctica de conocimientos. En este apartado se incluyen:

actividades en el laboratorio (M9R) y en el aula de informática (M6R), resolución de ejercicios (M11R) y seminarios (M7R).

A3. Tutorías colectivas/individuales. En general, se resolverán dudas de los contenidos teóricos y prácticos (M17), aunque a demanda de los alumnos estas tutorías podrán incluir foros (M16).

En la siguiente tabla se detalla el formato y la metodología docente de cada actividad formativa:

Actividades Formativas	Formato (presencial/online)*	Metodología docente Descripción
A1. Clases expositivas en gran grupo	Presencial rotativa 50% (*)	Clase en el horario y aula asignados a una parte del grupo y retransmisión por videoconferencia al resto, con rotación periódica de estudiantes, según determine el Centro.  45 sesiones participativas de 1h que combinarán teoría y resolución de problemas aplicados.  Competencias a desarrollar: CB2R, CB3R, CC1, CT4
A2. Clases en pequeño grupo	Presencialidad 100% (**)	Clase a todos los estudiantes del grupo en el horario y aula asignados.  5 sesiones de 2h cada una.  Competencias a desarrollar: CC1, CT4.
A3. Tutorías	Presencial + <i>Online</i>	Algunas sesiones de tutorías se realizarán de forma presencial y otras <i>online</i> (síncrona; videoconferencia a través de GSuite Meet y asíncrona; mediante e-mail).  Competencias a desarrollar: CC1, CT4.

(\*) El Centro podrá establecer un porcentaje de presencialidad distinto dependiendo del número de estudiantes y aforo del aula/laboratorio.

(\*\*) El Centro podrá establecer presencialidad rotativa dependiendo del número de estudiantes y aforo del aula/laboratorio (clase en el horario y aula/laboratorio asignados a una parte del grupo y retransmisión por videoconferencia al resto, con rotación periódica de estudiantes, según determine el Centro).

#### ■ SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará al final del cuatrimestre mediante un examen que constará de dos partes: una teórica y/o cuestiones, cuyo valor será de 4 puntos y otra de problemas cuyo valor será de 6 puntos. Para aprobar el examen de la asignatura será necesario superar el aprobado tanto en la parte teórica como en la de problemas. Si esta condición se cumple, la nota final será la suma de ambas. Este examen tiene un peso en la calificación global de la asignatura de un 90%. El examen final será presencial.

Como bloque independiente, las prácticas de laboratorio se puntúan sobre un máximo de 0,5 puntos y asistencia y participación en clase sobre 0,5 puntos. La nota obtenida en prácticas y por asistencia ÚNICAMENTE se sumará a la calificación del examen si la calificación del examen es SUPERIOR O IGUAL A 5.

Es obligatoria la realización de las prácticas de laboratorio y la presentación de una memoria correctamente cumplimentada sobre los trabajos prácticos realizados en el laboratorio para poder superar la asignatura.

La superación del examen final supone la adquisición de las competencias CC1, CB3R y CB2R a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6. La superación de las prácticas de laboratorio ayuda a la adquisición de las competencias CC1 a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6, y CT4 a través de los resultados de aprendizaje 2, 3 y 4. La asistencia a las tutorías colectivas ayuda en la adquisición de las competencias CC1 a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6, y CT4 a través de los resultados de aprendizaje 2, 3 y 4.

#### Convocatoria ordinaria



Prueba de evaluación	Formato (presencial/online síncrono o asíncrono)	Descripción	Porcentaje
S1. Asistencia y participación	Presencial/on-line síncrono	La asistencia a las sesiones en gran grupo se evaluará mediante hojas de firmas y entrega de ejercicios propuestos.	5 %
S2. Examen final (Conceptos y problemas)	Presencial	Prueba escrita que constará de una parte teórica y otra de problemas que permitirán determinar el dominio de conocimientos teóricos y operativos de la materia que tiene el alumno.	90 %
S4. Entrega de memorias de prácticas de laboratorio	Presencial/on-line asíncrono	Tras la realización de la práctica habrá un periodo de 2 semanas para entregar la memoria resuelta correspondiente. En cada memoria se analizará la estructura, calidad de la documentación, originalidad, ortografía y presentación. La asistencia a las sesiones prácticas es obligatoria.	5 %

#### Convocatoria extraordinaria

Prueba de evaluación	Formato (presencial/online síncrono o asíncrono)	Descripción	Porcentaje
S1. Asistencia y participación	Presencial/on-line síncrono	Aquellos alumnos que no hayan asistido a clase y que no hayan entregado resueltos los problemas propuestos no podrán sumar puntos en este apartado, en caso contrario, se mantendrá la nota obtenida durante el curso.	5 %
S2. Examen final (Conceptos y problemas)	Presencial	Prueba escrita que constará de una parte teórica y otra de problemas que permitirán determinar el dominio de conocimientos teóricos y operativos de la materia que tiene el alumno.	90 %
S4. Entrega de memorias de prácticas de laboratorio	Presencial/on-line asíncrono	Aquellos alumnos que no superaron las prácticas en la modalidad de evaluación continua tendrán que hacer un examen de prácticas para poder superar la asignatura, en caso contrario, se mantendrá la nota obtenida durante el curso.	5 %

#### ■ RECURSOS

Estos recursos incluyen las propias instalaciones y medios técnicos que facilita la Universidad de Jaén, así como recursos gratuitos:

Tipo	Objetivo	Descripción
Instalaciones	Docencia presencial	Salas para la docencia física con los recursos didácticos adecuados (pizarra, cañón para proyección de diapositivas, etc.)
Redes sociales	Gestión de información	<b>Plataforma educativa Docencia Virtual.</b> En concreto se emplearán los elementos: Archivos multimedia, presentaciones, entregas de ejercicios, tests, foro, chat y hoja de reservas.  <b>GSuite Meet</b> para sesiones de teoría síncrona y sesiones de tutoría.  <b>e-mail</b> para consultas asíncronas
Software	Realización prácticas virtuales	Software virtualizado de la UJA y el uso de pc virtuales: Matlab.  Software docente con licencia gratuita: Thermograf, EES (Engineering Equation Solver).
Libros	Contenidos en formato electrónico	Parte de la bibliografía básica está accesible en formato electrónico en la biblioteca.

**Nota:** en todos los casos en los que se utilice la aplicación GSuite Meet, los alumnos deberán acceder mediante su usuario de la Universidad de Jaén, en caso contrario no serán admitidos en la sala virtual. Esto ayudará a garantizar la identificación del alumno.

**Cláusula de protección de datos y garantía de derechos digitales:** En el escenario multimodal y/o no presencial, cuando proceda, el personal docente implicado en la impartición de la docencia se reserva el derecho de no dar el consentimiento para la captación, publicación, retransmisión o reproducción de su discurso, imagen, voz y explicaciones de cátedra, en el ejercicio de sus funciones docentes, en el ámbito de la Universidad de Jaén.

## 11. ESCENARIO NO PRESENCIAL

### ▪ METODOLOGÍA DOCENTE Y ACTIVIDADES FORMATIVAS

La asignatura contempla las siguientes actividades formativas:

A1. Clases expositivas en gran grupo. Los conceptos básicos de la asignatura se presentarán mediante clases magistrales (M1) on-line síncronas basadas en presentaciones multimedia, exposiciones teóricas, y realización de ejemplos (M2). Se utilizará la aplicación GSuite Meet para realizar la videoconferencia y sólo serán admitidos los alumnos que accedan a esta aplicación utilizando su usuario de la Universidad de Jaén, lo que ayudará a garantizar la identificación del alumno.

A2R. Clases en pequeño grupo. Determinados contenidos se explorarán en grupos reducidos mediante actividades que implican la aplicación práctica de conocimientos. En este apartado se incluyen: actividades en el laboratorio (M9R) y en el aula de informática (M6R), resolución de ejercicios (M11R) y seminarios (M7R). En este caso, las prácticas que necesitan de datos experimentales para poder resolverse se explicarán a través de videoconferencia o mediante video-tutoriales subidos, preferentemente, a la plataforma Docencia Virtual y, al final, se le proporcionará a cada grupo de alumnos un conjunto de resultados experimentales obtenidos en años anteriores para que puedan realizar los cálculos requeridos en cada práctica. El resto de prácticas se explicarán y atenderán utilizando los recursos informáticos proporcionados por la Universidad de Jaén, como es el caso de las prácticas que se resuelven mediante software informático.

A3. Tutorías colectivas/individuales. En general, se resolverán dudas de los contenidos teóricos y prácticos (M17), aunque a demanda de los alumnos estas tutorías podrán incluir foros (M16). Las tutorías ayudan a la adquisición de las competencias CC1 a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4 5 y 6, y CT4 a través de los resultados de aprendizaje 2, 3 y 4.

En la siguiente tabla se detalla el formato y la metodología docente de cada actividad formativa:

Actividades Formativas	Formato (presencial/online)*	Metodología docente Descripción

A1. Clases expositivas en gran grupo	No presencial	Clase en el horario y aula asignados por videoconferencia (GSuite Meet).  45 sesiones participativas de 1h que combinarán teoría y resolución de problemas aplicados.  Competencias a desarrollar: CB2R, CB3R, CC1, CT4
A2. Clases en pequeño grupo	No presencial	Clase a todos los estudiantes del grupo en el horario asignado. La explicación de los contenidos de la práctica se realizará mediante videoconferencia síncrona o video-tutorial. Para prácticas que requieren datos experimentales y a través de Docencia Virtual se proporcionarán datos experimentales para que cada grupo pueda resolver la práctica adecuadamente. Para las prácticas que requieren software informático se utilizarán las aplicaciones proporcionadas por la Universidad de Jaén o software gratuito.  5 sesiones de 2h cada una.  Competencias a desarrollar: CC1, CT4.
A3. Tutorías	No presencial	Las sesiones de tutorías se realizarán de forma <i>online</i> . Podrán ser síncronas mediante videoconferencia a través de GSuite Meet y asíncronas mediante e-mail.  Competencias a desarrollar: CC1, CT4.

(\*) El Centro podrá establecer un porcentaje de presencialidad distinto dependiendo del número de estudiantes y aforo del aula/laboratorio.

(\*\*) El Centro podrá establecer presencialidad rotativa dependiendo del número de estudiantes y aforo del aula/laboratorio (clase en el horario y aula/laboratorio asignados a una parte del grupo y retransmisión por videoconferencia al resto, con rotación periódica de estudiantes, según determine el Centro).

#### ■ SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará al final del cuatrimestre mediante un examen que constará de 4 problemas. Este examen tiene un peso en la calificación global de la asignatura de un 90%. El examen final será presencial.

Como bloque independiente, las prácticas de laboratorio se puntúan sobre un máximo de 0,5 puntos y asistencia y participación en clase sobre 0,5 puntos. La nota obtenida en prácticas y por asistencia ÚNICAMENTE se sumará a la calificación del examen si la calificación del examen es SUPERIOR O IGUAL A 5.

Es obligatoria la realización de las prácticas de laboratorio y la presentación de una memoria correctamente cumplimentada sobre los trabajos prácticos realizados en el laboratorio para poder superar la asignatura.

La superación del examen final supone la adquisición de las competencias CC1 y CB2R a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6. La superación de las prácticas de laboratorio supone la adquisición de las competencias CB2R, CT4 y CB3R a través de los resultados de aprendizaje 2, 3, 4 y 5. La asistencia a las tutorías ayuda en la adquisición de las competencias CC1 y CB2R a través de los resultados de aprendizaje 1, 2, 4, 5 y 6.

#### Convocatoria ordinaria

Prueba de evaluación	Formato (presencial/online síncrono o asíncrono)	Descripción	Porcentaje
S1. Asistencia y participación	On-line síncrono	La asistencia a las sesiones en gran grupo se evaluará mediante hojas de firmas (chat del GSuite-Meet) y entrega de ejercicios propuestos a través de Docencia Virtual.	5 %

S2. Examen final (Conceptos y problemas)	On-line síncrono	Examen escrito <b>no presencial videovigilado</b> que constará de 4 problemas. Para la realización de esta prueba, el alumno deberá contar siempre con webcam y micrófono, pudiendo requerirse su activación en cualquier momento de realización de la actividad evaluable. El examen podría incluir una parte oral.	90 %
S4. Entrega de memorias de prácticas de laboratorio	On-line asíncrono	Tras la realización de la práctica habrá un periodo de 2 semanas para entregar la memoria resuelta correspondiente a través de la plataforma Docencia Virtual. En cada memoria se analizará la estructura, calidad de la documentación, originalidad, ortografía y presentación. La asistencia virtual a las sesiones prácticas es obligatoria.	5 %

### Convocatoria extraordinaria

Prueba de evaluación	Formato (presencial/online síncrono o asíncrono)	Descripción	Porcentaje
S1. Asistencia y participación	On-line síncrono	Aquellos alumnos que no hayan asistido a clase virtual y que no hayan entregado resueltos los problemas propuestos a través de Docencia Virtual no podrán sumar puntos en este apartado, en caso contrario, se mantendrá la nota obtenida durante el curso.	5 %
S2. Examen final (Conceptos y problemas)	On-line síncrono	Examen escrito <b>no presencial videovigilado</b> que constará de 4 problemas. Para la realización de esta prueba, el alumno deberá contar siempre con webcam y micrófono, pudiendo requerirse su activación en cualquier momento de realización de la actividad evaluable. El examen podría incluir una parte oral.	90 %
S4. Entrega de memorias de prácticas de laboratorio	On-line asíncrono	Aquellos alumnos que no superaron las prácticas en la modalidad de evaluación continua tendrán que hacer un examen de prácticas para poder superar la asignatura, en caso contrario, se mantendrá la nota obtenida durante el curso.	5 %

### ■ RECURSOS

Estos recursos incluyen los medios técnicos que facilita la Universidad de Jaén, así como recursos gratuitos:

Tipo	Objetivo	Descripción
------	----------	-------------

Redes sociales	Gestión de información	<p><b>Plataforma educativa Docencia Virtual.</b> En concreto se emplearán los elementos: Archivos multimedia, presentaciones, entregas de ejercicios, tests, foro, chat y hoja de reservas.</p> <p><b>GSuite Meet</b> para sesiones de teoría y prácticas síncronas y sesiones de tutoría.</p> <p><b>e-mail</b> para consultas asíncronas.</p>
Software	Realización prácticas virtuales	<p>Software virtualizado de la UJA y el uso de pc virtuales: Matlab.</p> <p>Video-tutoriales realizados por los profesores.</p> <p>Software docente con licencia gratuita: Thermograf, EES (Engineering Equation Solver).</p>
Libros	Contenidos en formato electrónico	Parte de la bibliografía básica está accesible en formato electrónico en la biblioteca.

**Nota:** en todos los casos en los que se utilice la aplicación GSuite Meet, los alumnos deberán acceder mediante su usuario de la Universidad de Jaén, en caso contrario no serán admitidos en la sala virtual. Esto ayudará a garantizar la identificación del alumno.

**Cláusula de protección de datos y garantía de derechos digitales:** en el escenario multimodal y/o no presencial, cuando proceda, el personal docente implicado en la impartición de la docencia se reserva el derecho de no dar el consentimiento para la captación, publicación, retransmisión o reproducción de su discurso, imagen, voz y explicaciones de cátedra, en el ejercicio de sus funciones docentes, en el ámbito de la Universidad de Jaén.

### CLÁUSULA DE PROTECCIÓN DE DATOS (evaluación on-line)

**Responsable del tratamiento:** Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, s/n, 23071 Jaén

**Delegado de Protección de Datos:** dpo@ujaen.es

**Finalidad:** Conforme a la Ley de Universidades y demás legislación estatal y autonómica vigente, realizar los exámenes correspondientes a las asignaturas en las que el alumno o alumna se encuentre matriculado. Con el fin de evitar fraudes en la realización del mismo, el examen se realizará en la modalidad de video llamada, pudiendo el personal de la Universidad de Jaén contrastar la imagen de la persona que está realizando la prueba de evaluación con los archivos fotográficos del alumno en el momento de la matrícula. Igualmente, con la finalidad de dotar a la prueba de evaluación de contenido probatorio de cara a revisiones o impugnaciones de la misma, de acuerdo con la normativa vigente, la prueba de evaluación será grabada.

**Legitimación:** cumplimiento de obligaciones legales (Ley de Universidades) y demás normativa estatal y autonómica vigente.

**Destinatarios:** prestadores de servicios titulares de las plataformas en las que se realicen las pruebas con los que la Universidad de Jaén tiene suscritos los correspondientes contratos de acceso a datos.

**Plazos de conservación:** los establecidos en la normativa aplicable. En el supuesto en concreto de las grabaciones de los exámenes, mientras no estén cerradas las actas definitivas y la prueba de evaluación pueda ser revisada o impugnada.

**Derechos:** puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, supresión, limitación y portabilidad remitiendo un escrito a la dirección postal o electrónica indicada anteriormente. En el supuesto que considere que sus derechos han sido vulnerados, puede presentar una reclamación ante el Consejo de Transparencia y Protección de Datos de Andalucía [www.ctpdandalucia.es](http://www.ctpdandalucia.es)

### Cláusula grabación de clases PROTECCIÓN DE DATOS DE CARÁCTER PERSONAL

**Responsable del tratamiento:** Universidad de Jaén, Paraje Las Lagunillas, s/n; Tel.953 212121; [www.ujaen.es](http://www.ujaen.es)

**Delegado de Protección de Datos (DPO):** TELEFÓNICA, S.A.U. ; Email: dpo@ujaen.es

**Finalidad del tratamiento:** Gestionar la adecuada grabación de las sesiones docentes con el objetivo de hacer posible la enseñanza en un escenario de docencia multimodal y/o no presencial.

**Plazo de conservación:** Las imágenes serán conservadas durante los plazos legalmente previstos en la normativa vigente.

**Legitimación:** Los datos son tratados en base al cumplimiento de obligaciones legales (Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades) y el consentimiento otorgado mediante la marcación de la casilla habilitada a tal efecto.

**Destinatarios de los datos (cesiones o transferencias):** Toda aquella persona que vaya a acceder a las diferentes modalidades de enseñanza.

**Derechos:** Ud. podrá ejercitar los derechos de Acceso, Rectificación, Cancelación, Portabilidad, Limitación del tratamiento, Supresión o, en su caso, Oposición. Para ejercitar los derechos deberá presentar un escrito en la dirección arriba señalada dirigido al Servicio de Información, Registro y Administración Electrónica de la Universidad de Jaén, o bien, mediante correo electrónico a la dirección de correo electrónico. Deberá especificar cuál de estos derechos solicita sea satisfecho y, a su vez, deberá acompañarse de la fotocopia del DNI o documento identificativo equivalente. En caso de que actuara mediante representante, legal o voluntario, deberá aportar también documento que acredite la representación y documento identificativo del mismo. Asimismo, en caso de considerar vulnerado su derecho a la protección de datos personales, podrá interponer una reclamación ante el Consejo de Transparencia y Protección de Datos de Andalucía [www.ctpdandalucia.es](http://www.ctpdandalucia.es)

Campus Las Lagunillas s/n | 23071 - Jaén  
Soporte de guías docentes  
Accesibilidad | Aviso legal | Sugerencias

[Información general](#) | [Operaciones](#) |