



Adenda Guía docente de la asignatura (2º Cuatrimestre 2019-2020)			
Asignatura	TERMODINÁMICA TÉCNICA TRANSMISIÓN DE CALOR		
Materia	INGENIERÍA TÉRMICA Y FLUIDOMECAÁNICA		
Módulo	Tecnología Específica Mecánica.		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		
Plan	493	Código	46450
Periodo de impartición	Cuatrimestre 5º	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	ESPAÑOL		
Profesor/es responsable/s	JULIO Fco. SAN JOSÉ ALONSO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	julsan@eii.uva.es 983423685 ☐		
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA Y FLUIDOMECAÁNICA		

#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque I: FUNDAMENTOS TERMODINÁMICA (Impartido parcialmente antes de la suspensión de clases →)

Carga de trabajo en créditos ECTS:

##### a. Contextualización y justificación

Este bloque es la puerta de entrada a la Ingeniería Energética introduciendo las leyes universales de conservación y transformación de la energía e introduciendo su aplicación a los procesos energéticos industriales básicos (procesos de flujo estacionario), insistiendo en la metodología para la evaluación de la degradación de la energía en los procesos y estableciendo las pautas generales para la mejora del rendimiento y eficiencia energéticas junto con su repercusión en los temas de sostenibilidad y medio ambiente como valor añadido.

##### b. Objetivos de aprendizaje

Comprender y dominar:

1. El Principio Cero de la Termodinámica a través de la magnitud temperatura y su aplicación a las propiedades térmicas de la materia (ecuación térmica de estado y coeficientes térmicos).
2. El Primer Principio de la Termodinámica o de conservación de la energía, relacionando las dos interacciones energéticas (mecánica y térmica) con la energía almacenada en la materia (energía interna y entalpía) a través de sus respectivas ecuaciones de balance energético para sistemas cerrados y abiertos.
3. El Segundo Principio de la Termodinámica o de transformación de la energía, introduciendo la función entropía como herramienta para evaluar la irreversibilidad de los procesos a través de la generación entrópica que evalúa la degradación energética mediante la ecuación del balance entrópico. Finalmente se introduce el novedoso concepto de exergía y su balance como alternativa más ingenieril a la metodología entrópica, siendo la clave para la gestión energética de procesos e instalaciones.
4. La aplicación de los tres Principios anteriores a los procesos energéticos industriales básicos: en procesos de descarga o derrame mediante dispositivos de tipo conducto (toberas, difusores, intercambiadores de calor, válvulas) y en procesos de trabajo mediante dispositivos de tipo máquina de fluido (turbinas y compresores)



### c. Contenidos

TEMA	TITULO DEL TEMA
I	<b>FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA</b>
I.1	<b>EL PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINAMICA.</b> Termodinámica, transmisión del calor e Ingeniería. Los conceptos de sistema termodinámico, estado y proceso. El equilibrio térmico y el Principio Cero. El concepto de temperatura y su medida. Propiedades térmicas de una sustancia pura.
I.2	<b>EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Los conceptos de trabajo termodinámico, energía interna y calor. Formulación del Primer Principio para sistemas cerrados. Balances de masa y energía en el volumen de control de un sistema abierto. Caso de flujo estacionario. Propiedades calóricas de un fluido.
I.3	<b>EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.</b> Enunciados del Segundo Principio. Reversibilidad e irreversibilidad. Tipos de irreversibilidad. La función entropía. Formulación matemática del Segundo Principio. Balance de entropía en un volumen de control. El concepto de exergía y sus balances.
I.4	<b>PROCESOS DE FLUJO ESTACIONARIO.</b> Balance energético de un flujo estacionario. La ecuación de Euler-Bernoulli. Procesos de descarga en conductos. Procesos de trabajo en máquinas de fluido. Rendimientos isentrópicos.

### d. Métodos docentes

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. ~~Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.~~

**Las tutorías se pasan a consultas por correo electrónico y las prácticas se sustituyen por trabajos con software de simulación.**

### e. Plan de trabajo

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

### f. Evaluación

Evaluación mediante examen.

**Evaluación de las prácticas. Se sustituyen por trabajos con software de simulación**

Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación

### g. Bibliografía básica

- Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons.
- M. J. Moran y H. N. Shapiro (2004). "Fundamentos de Termodinámica Técnica", 2ª Edición, Reverté

### h. Bibliografía complementaria

- M. W. Zemansky, M. M. Abbott and H. C. Van Ness (1989): "Basic Engineering Thermodynamics". Mc Graw-Hill.
- J. M. Smith, H. C. Van Nessy M. M. Abbott (1997). "Introducción a la Termodinámica de la Ingeniería Química", Mc Graw-Hill.



- J. Wark (1991). "Termodinámica", Mc Graw-Hill.
- Y. A. Çengely M. A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, Mc Graw-Hill.
- M. M. Abbott y H. C. Van Ness (1991). "Termodinámica", Schaum, Mc Graw-Hill.
- M. C. Potter y C.W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, Mc Graw-Hill, Madrid.

**i. Recursos necesarios**

~~Refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: termometría, dilatometría, medida de propiedades calóricas y realización de las isotermas de la ecuación de estado térmica de una sustancia pura.~~

~~Recursos que se utilizarán en el desarrollo de las clases:~~

~~Pizarra.~~

~~Cañón de video en el aula.~~

~~Tablas y gráficas para resolución de problemas.~~

~~Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el escritorio virtual a clase.~~

**Campo virtual de la UVa donde se colgará el material y los audiovisuales de la asignatura.**

**Se realizan las prácticas mediante software de simulación.**

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,8	Semana 1 a semana 5

**Bloque II: APLICACIONES (Impartido parcialmente antes de la suspensión de clases 🟢)**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**a. Contextualización y justificación**

En este bloque converge lo estudiado en la parte de fundamentos, y estas aplicaciones son nombradas a nivel internacional comúnmente como "Termodinámica Técnica". Estos temas se justifican por que abren la vía a las dos aplicaciones de la Ingeniería Energética, la producción de potencia útil y la producción de calor y de frío.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Comprender y dominar: El proceso de combustión como generador principal de energía térmica primaria.

1. Los motores térmicos, tanto de combustión externa como interna, como instalaciones transformadoras de energía térmica primaria en potencia útil.
2. Las máquinas frigoríficas y las bombas de calor, como instalaciones productoras de frío y de calor, respectivamente, a partir de potencia útil o de energía térmica primaria.
3. Estudio del aire húmedo y de los procesos psicrométricos a él ligados y de gran importancia en el diseño y cálculo de sistemas de climatización, desecado y de alimentación como comburente en los procesos de combustión.

**c. Contenidos**

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
II	APLICACIONES
II.1	<b>COMBUSTIÓN.</b> El proceso de combustión. Combustibles y sus tipos. Balances de materia y energía en una reacción de combustión: aire y humos. Diagramas de combustión. Rendimiento de la combustión. Poder calorífico y exergía de un combustible. Balances de exergía en sistemas de combustión. La pila



	de combustible.
II.2	<b>MOTORES TÉRMICOS.</b> Concepto de máquina térmica y de motor térmico. Clasificación de los motores térmicos. Elementos constructivos y análisis de los ciclos termodinámicos de referencia en el Motor Turbina de Vapor (MTV), en el Motor Turbina de Gas (MTG) y en los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA). Mejoras de sus rendimientos. El ciclo combinado y la cogeneración.
II.3	<b>MÁQUINAS FRIGORÍFICAS Y BOMBAS DE CALOR.</b> Planteamiento de base de las técnicas de producción de frío y de calor. Coeficientes de eficiencia energética (CEE). Producción de frío por compresión mecánica. Fluidos refrigerantes. Otros procesos de producción de frío: absorción, adsorción, eyección y termoeléctrico
II.4	<b>AIRE HÚMEDO Y PROCESOS PSICROMÉTRICOS.</b> Características del aire húmedo. Diagramas psicrométricos. Análisis de los procesos psicrométricos básicos del aire húmedo.

**d. Métodos docentes**

~~Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio.~~ Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. ~~Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.~~

**Las clases de teoría y problemas se sustituyen por videos explicativos de teoría y problemas y Las tutorías se pasan a consultas por correo electrónico.**

**e. Plan de trabajo**

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

**f. Evaluación**

Evaluación mediante examen.

Evaluación de las prácticas. **Se realizan las prácticas mediante software de simulación.**

Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación

**g. Bibliografía básica**

- Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons.
- M. J. Moran y H. N. Shapiro (2004). "Fundamentos de Termodinámica Técnica", 2ª Edición, Reverté

**h. Bibliografía complementaria**

- J. Wark (1991). "Termodinámica", Mc Graw-Hill.
- Y. A. Çengel y M. A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, Mc Graw-Hill.
- M. C. Potter y C. W. Somerton (1993). "Theory and Problems of Engineering Thermodynamics", Schaum, Mc Graw-Hill, New York.
- M. C. Potter y C. W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, Mc Graw-Hill, Madrid.
- J. A. de Andrés y Rodríguez Pomata y S. Aroca Lastra (1982) "Calor y Frío Industrial I", volumen 2. UNED, Madrid.
- J. A. de Andrés y Rodríguez Pomata y S. Aroca Lastra (1984) "Tecnología frigorífica y aire acondicionado". Ed UNED, Madrid.

**i. Recursos necesarios**

~~Refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: turbina de aire comprimido, ciclos en motores térmicos, ciclos en máquinas frigoríficas y bomba de calor y estudios de procesos psicrométricos.~~



Recursos que se utilizarán en el desarrollo de las clases:

Pizarra.

Cañón de video en el aula.

**Campo virtual de la UVa donde se colgará el material y los audiovisuales de la asignatura.**

**Las tutorías se pasan a consultas por correo electrónico.**

Tablas y gráficas para resolución de problemas.

Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el escritorio virtual a clase.

#### j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2,4	Semana 5 a semana 10

### Bloque III: FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR (Modificado)

Carga de trabajo en créditos ECTS:

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque temático introduce los fundamentos de otra nueva ciencia de la Ingeniería Energética, la Transmisión de Calor. Se centra en las tres formas con que la energía en forma de calor se transfiere entre dos sistemas y será una herramienta imprescindible para el cálculo, construcción y diseño de dispositivos que reciban o cedan calor.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Comprender y dominar:

1. La transmisión de calor por conducción.
2. La transmisión de calor por convección.
3. La transmisión de calor por radiación.
4. ~~Aplicar lo aprendido en los puntos anteriores a equipos de intercambio de calor, de amplia~~ utilización en la industria.

#### c. Contenidos

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
III	<b>FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR</b>
III.1	<b>TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN.</b> Ecuación general de la conducción. Conducción en régimen estacionario, unidimensional y sin generación. Resistencia térmica. Régimen no estacionario.
III.2	<b>TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN.</b> Fundamentos de la convección de calor: concepto de capa límite térmica. Convección forzada. Convección natural. Convección con cambio de fase. Cálculo del
III.3	<b>TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN.</b> Fundamentos de la radiación. Intercambio de calor entre superficies en medios no participativos. Conceptos de radiación solar. Transmisión de calor combinada.
III.4	<b>EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE CALOR.</b> <del>Conceptos de dimensionado de intercambiadores de</del> calor. Método DMLT y Método NUT.

#### d. Métodos docentes



~~Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio.~~ Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. ~~Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.~~

**Las clases de teoría y problemas se sustituyen por videos explicativos de teoría y problemas y Las tutorías se pasan a consultas por correo electrónico.**

**e. Plan de trabajo**

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

**f. Evaluación**

Evaluación mediante examen.

Evaluación de las prácticas. **Se realizan las prácticas mediante software de simulación.**

Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación

**g. Bibliografía básica**

- Fco. Javier Rey Martínez, Julio Fco. San José Alonso. "Ecuaciones, gráficas y tablas de calor y frío industrial". Universidad de Valladolid, 1992. Valladolid
- Juan A. de Andrés y Rodríguez-Pomatta, Santiago Aroca Lastra. Calor y frío industrial I. Volúmenes 1 y 2. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 1990. Madrid.

**h. Bibliografía complementaria**

- Chapman A J 1990. "Transmisión de Calor". Tercera edición. Editorial Bellisco.
- J A Rodríguez Pomata y S. Aroca. "Calor y Frío Industrial I", volumen 1. UNED
- P Holman.1998. "Transferencia de calor". Mac Graw-Hill
- F. Kreith, W Z Negro, 1980. "La Transmisión de Calor. Principios fundamentales". Editorial Alhambra.
- S A M N Özisik de1985" Transferencia de Calor" Mc Graw-Hill.

**i. Recursos necesarios**

~~Refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: utilización de una caja térmica con los accesorios adecuados para estudiar las formas de transmisión de calor estudiadas.~~

Recursos que se utilizarán en el desarrollo de las clases:

Pizarra.

Cañón de video en el aula.

**Campo virtual de la UVa donde se colgará el material y los audiovisuales de la asignatura.**

**Las tutorías se pasan a consultas por correo electrónico.**

Tablas y gráficas para resolución de problemas.

Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el escritorio virtual a clase.

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,8	Semana 11 a semana 14

**5. Métodos docentes y principios metodológicos desde el 13.03.2020**

**Campo virtual de la UVa con el siguiente material por lección X:**

- a) **Apuntes teóricos de la lección X.**
- b) **Propuestas de enunciados de problemas de la lección X.**
- c) **Video explicativo sobre los apuntes de la lección X.**
- d) **Video explicativo sobre problemas tipo de la lección X.**

**Evaluación continua se realizará siguiendo dos métodos:**

- a) **Ejercicio propuesto en un intervalo de tiempo, que el alumno remite al profesor.**
- b) **Practica de simulación con software, sobre aspectos desarrollados en la lección.**

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura desde el 13.03.2020**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Vía web 2 horas/ semanales	18	Pruebas escritas 0,5 hora/ semanas	5
Trabajo personal asociado a esta actividad	54	Prácticas de simulación 1 horas/semanas	8
		Trabajo personal asociado a esta actividad	39
Total presencial	<b>72</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>52</b>

**7. Sistema y características de la evaluación**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas de simulación	10%	Que se entregaran en forma y fecha, previa comunicación a los alumnos por los canales establecidos.
Evaluación continua mediante ejercicios y pruebas propuestas	20%	Que se entregaran en forma y fecha, previa comunicación a los alumnos por los canales establecidos.
Examen final	70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 20 Preguntas tipo de test.</li> <li>o 5 Problemas cortos, donde se pide el resultado solamente.</li> <li>o Nota mínima en teoría y problemas 1,5 sobre 5 puntos.</li> </ul>

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- o **Convocatoria ordinaria:** Se evalúa sobre 10 puntos y se pondera sobre 7 (70 % de la nota final).
- o **Convocatoria extraordinaria:** Se evalúa sobre 10 puntos y se pondera sobre 7 (70 % de la nota final).

**8. Consideraciones finales**



**Dado que los recursos para el buen desarrollo de estas actividades son personales y no dependen de la Universidad de Valladolid (ordenador y conexión a internet) todo queda supeditado a sus limitaciones y buen funcionamiento.**

