



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	TERMODINÁMICA TÉCNICA Y TRANSMISIÓN DE CALOR		
<b>Materia</b>	FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA, TERMOTECNIA E INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
<b>Plan</b>	455	<b>Código</b>	42611
<b>Periodo de impartición</b>	SEGUNDO CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	SEGUNDO
<b>Créditos ECTS</b>	SEIS (6,0)		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANA		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Francisco Javier Rey Martínez (Coordinador) Eloy Velasco Gomez.		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:rey@eii.uva.es">rey@eii.uva.es</a> Tel. 983 42 3366/ 3363		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Energética y Fluidomecánica (IEF)		



## **1. Situación / Sentido de la Asignatura**

---

### **1.1 Contextualización**

---

Esta asignatura en el contexto de la titulación es la primera introducción del alumno en la Ingeniería Energética, Se compone de dos ciencias de la ingeniería, la Termodinámica Técnica y la Transmisión de Calor, que constituyen la base todas las aplicaciones energéticas en cualquiera de los campos de la ingeniería.

### **1.2 Relación con otras materias**

---

Con asignaturas de 3er curso: Ingeniería térmica, Mecánica de Fluidos, Elasticidad y Resistencia de Materiales II, Ingeniería de materiales.

Con asignaturas de 4º curso: Máquinas hidráulicas y térmicas, Automóviles, Ingeniería y sociedad, Instalaciones termohidráulicas y eléctricas, Metrología avanzada y calidad industrial, Motores de combustión interna alternativos y Trabajo de Fin de Grado.

### **1.3 Prerrequisitos**

---

NO HAY



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3. Capacidad de expresión oral.
- CG4. Capacidad de expresión escrita.
- CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación
- CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua
- CG13 Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social
- CG14 Capacidad para evaluar
- CG15 Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos

### 2.2 Específicas

- CE7 Conocimientos de termodinámica aplicada y de transmisión de calor y su aplicación a la resolución de problemas de la ingeniería.



### 3. Objetivos

Capacidad de aplicar los Principios de la termodinámica a problemas propios de la ingeniería. Conocimiento básico de los mecanismos de transmisión de calor.

Capacidad de calcular y diseñar equipos de intercambio de calor

Capacidad de analizar desde el punto de vista material y energético los procesos Comprensión de los principios de funcionamiento de motores térmicos, bombas de calor y máquinas frigoríficas.





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

##### Bloque 1: “FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA”

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	TÍTULO DEL TEMA
1.1	<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.
1.2	<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.
1.3	<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.
1.4	<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.

**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**

Al exigir los tres bloques en que está estructurada la asignatura una integración interactiva de los mismos en un todo, la evaluación se hace de forma finalista cuando se ha adquirido el conocimiento tanto activo como retroactivo de todo el marco temático. Se indicará el detalle al final del Bloque 3.

**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". McGraw-Hill.  
 J. M. Smith, H.C. Van Ness y M.M. Abbott (1997). "Introducción a la Termodinámica de la Ingeniería Química", McGraw-Hill.  
 K. Wark (1991). "Termodinámica", McGraw-Hill.  
 Y.A. Çengel y M.A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, McGraw-Hill.  
 M.M. Abbott y H.C. Van Ness (1991). "Termodinámica", Schaum, McGraw-Hill.  
 M.C. Potter y C.W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, McGraw-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.

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,8	Semanas 1ª a 5ª

*Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.*

**Bloque 2: "FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR"**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	FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR
2.1	<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.
2.2	<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 coeficiente global.
2.3	<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.
2.4	<b>EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE CALOR.</b> Conceptos de dimensionado de intercambiadores de 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.

**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.

**f. Evaluación**

Al exigir los tres bloques en que está estructurada la asignatura una integración interactiva de los mismos en un todo, la evaluación se hace de forma finalista cuando se ha adquirido el conocimiento tanto activo como retroactivo de todo el marco temático. Se indicará el detalle al final del Bloque 3.



**g. Bibliografía básica**

Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons. M.J. Incropera FP, Dewitt DP, 1990 "Fundamentos de calor y masa". 4ª edición. –Pearson, Prentice Hall.

**h. Bibliografía complementaria**

Rey FJ, J. San José. "Ecuaciones, Gráficas y tablas de Calor y Frío Industrial". Sección de Termotecnia. ETS Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid.

Chapman AJ 1990. "Transmisión de Calor". Tercera edición. Editorial Bellisco. JA Rodríguez Pomata y S. Aroca. "Calor y Frío Industrial I", volumen 1. UNED

J. P Holman. 1998. "Transferencia de calor". MacGraw-Hill

F. Kreith, WZ Negro, 1980. "La Transmisión de Calor. Principios fundamentales". Editorial Alhambra. SA MN Özisik de 1985 "Transferencia de Calor" McGraw-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.

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,8	Semanas 10ª a 15ª

*Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.*



**Bloque 1: “APLICACIONES”**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,8

**a. Contextualización y justificación**

En este bloque converge lo estudiado en la parte de fundamentos, y estas aplicaciones son nombradas a nivel internacional con un único término “Termodinámica Técnica”. Estos temas de justifican porque 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:

1. El proceso de combustión como generador principal de energía térmica primaria.
2. Los motores térmicos, tanto de combustión externa como interna, como instalaciones transformadoras de energía térmica primaria en potencia útil.
3. 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.
4. 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, de secado y de alimentación como comburente en los procesos de combustión.

**c. Contenidos**

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
3.1	<b>COMBUSTIÓN. 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.</b>
3.2	<b>MOTORES TÉRMICOS. 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</b>
3.3	<b>MÁQUINAS FRIGORÍFICAS Y BOMBAS DE CALOR. 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</b>
3.4	<b>AIRE HÚMEDO Y PROCESOS PSICROMÉTRICOS. Características del aire húmedo. Diagramas psicrométricos. Análisis de los procesos psicrométricos básicos del aire húmedo.</b>

**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.

**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.

**f. Evaluación**

Dado que la adquisición de conocimientos en esta asignatura no responde a una yuxtaposición de bloques independientes que se adicionan simplemente como partes de un todo, sino a una irradiación de los bloques de fundamentos al de aplicaciones. Esto supone un proceso de desarrollo del conocimiento a la vez proyectivo, desde los fundamentos a las aplicaciones, y retroactivo, reflexionando sobre su empleo en las aplicaciones profundizar en la esencia de los fundamentos, bastante abstractos en esta materia, que a su vez dará una mayor maestría posteriormente en el tratamiento de problemas aplicados. A continuación se expone la tabla 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**

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

**j. Temporalización**

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

*Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.*



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Lección magistral de una hora en clase. Método expositivo.

Clases para la resolución de problemas en el aula.

Realización de prácticas en laboratorio.

Seminarios para completar los conocimientos de las clases de teoría y aula.

Tutorías docentes y sesiones de evaluación.



**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases de teoría	35	Trabajo personal autónomo	60
Clases de aula para problemas	18	Trabajo en grupo	30
Prácticas de laboratorio	5		
Seminarios	2		
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>

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

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Entrega de trabajos prácticos y evaluación continua.	20 %	Memoria final de las prácticas de laboratorio y otras posibles entregas (resultantes de conferencias, visitas técnicas, estudios monográficos...). La realización de las prácticas es <b>condición necesaria</b> para poder acceder a la evaluación escrita (se convalidan de cursos anteriores). Evaluación continua , preguntas orales en clase
Examen final escrito	80 %	<b>Se requiere nota mínima.</b> Cuestiones y problemas. (Sobre 8 puntos se valoran con 4 cada una de las partes y se requiere una nota mínima de 1,5 en cada una de ellas). La no superación de la nota mínima <b>en cada parte</b> implica que no se suman las restantes notas y el alumno está suspenso.

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**
  - ...Indicado ya con detalle en punto 7.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - ... **Como en la convocatoria ordinaria.**



## 8. Consideraciones finales

Es importante la asistencia regular a clase de los alumnos. De todas las actividades que pueda tener la asignatura es la actividad esencial y nuclear de la misma, como en cualquier universidad presencial de prestigio a nivel internacional. Se explican conceptos nuevos y abstractos, se matiza, se enfatiza en lo importante, se tratan con especial cuidado las partes más escabrosas y delicadas, se alerta sobre los errores de comprensión más frecuentes y se comenta sobre las aplicaciones en ingeniería de forma espontánea y continua.

Desde el punto de vista práctico, le ahorra al alumno muchas horas de estudio en su actividad no presencial y si se correlaciona estadísticamente con las calificaciones es un importante factor no solo para la superación de la asignatura sino también para obtención de diferentes niveles de excelencia en la misma.

Finalmente, la clase proporciona el foro adecuado de convivencia para conocer, compartir y participar con los otros compañeros en la tarea formativa de forma activa y creativa a lo largo de la carrera.

