



Proyecto/Guía docente de la asignatura

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		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La asignatura se imparte en 2º de la titulación de grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (4º cuatrimestre), una vez que el alumno ha cursado las asignaturas de Física I, Física II y Química en la Ingeniería, en 1º curso más generalistas.

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 de todas las aplicaciones energéticas en cualquiera de los campos de la ingeniería

1.2 Relación con otras materias

Posee relación con Física I, Física II y Química en la Ingeniería. Se puede considerar continuación en el desarrollo de los contenidos de esta asignatura y profundización en los mismos, analizando los procesos involucrados de forma más tecnológica.

1.3 Prerrequisitos

No existen prerrequisitos para el acceso a la asignatura, pero es muy recomendable haber cursado previamente las asignaturas de Física I, Física II y Química en la Ingeniería.



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 analizar desde el punto de vista material y energético los procesos de combustión.

Comprensión de los principios de funcionamiento de motores térmicos y máquinas frigoríficas.

Capacidad para analizar y diseñar procesos psicrométricos.





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque I: FUNDAMENTOS 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	TITULO DEL TEMA
I	FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA
I.1	EL PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINAMICA. 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	EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. 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	EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. 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	PROCESOS DE FLUJO ESTACIONARIO. 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

Evaluación mediante examen.

Evaluación de las prácticas.

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.

j. Temporalización

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

Bloque II: APLICACIONES

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 de 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:

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, desecado y de alimentación como comburente en los procesos de combustión.

c. Contenidos

TEMA	TÍTULO DEL TEMA
II	APLICACIONES
II.1	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.
II.2	MOTORESTÉRMICOS. 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	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
II.4	AIRE HÚMEDO Y PROCESOS PSICROMÉTRICOS. 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.

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.

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", Tomos1y2, Mc Graw-Hill.
- M. C. Potter y C. W. Somerton (1993). "Theory and Problems of Engineering Thermodynamics", Schaum, Mc Graw-Hill, NewYork.
- 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", volumen2. 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.

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

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

Evaluación mediante examen.

Evaluación de las prácticas.

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.

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	Semana11 a semana 15



5. Métodos docentes y principios metodológicos

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.



**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	15	Trabajo en grupo	30
Prácticas de laboratorio	5		
Seminarios	5		
Total presencial	60	Total no presencial	90

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Memoria final y desarrollo de las prácticas de laboratorio.	10 %	
Evaluación continua mediante pruebas cortas escritas Ejercicios propuestos individualizados.	20 %	
Examen Final	70 %	La nota mínima para aprobar la asignatura será de 5 puntos sobre 10 en el examen. (3,5 sobre 7 puntos de la nota final)

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - 5 Cuestiones de teoría
 - 3 Problemas
 - Se evalúa sobre 10 puntos y se pondera sobre 7 (70 % de la nota final).
 - Nota mínima en teoría y problemas 1,5 sobre 5 puntos.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantienen los criterios y la nota obtenida en la evaluación continua.
 - 5 Cuestiones de teoría
 - 3 Problemas
 - Se evalúa sobre 10 puntos y se pondera sobre 7 (70 % de la nota final).
 - Nota mínima en teoría y problemas 1,5 sobre 5 puntos.



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.

