

# TERMODINÁMICA TÉCNICA Y FLUIDOS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Módulo común a la rama industrial	Termofluídica y materiales	2º	3º	6	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• María Luisa Jiménez Olivares (1)</li> <li>• Rafael Bailón Moreno (2)</li> </ul>			(1) Departamento de Física Aplicada. Edificio de Física, 1ª planta Facultad de Ciencias. Despacho nº 2. Correo electrónico <a href="mailto:jimenez@ugr.es">jimenez@ugr.es</a>		
			(2) Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias. Correo electrónico <a href="mailto:bailonm@ugr.es">bailonm@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>  (1) Martes de 11 a 13 h, miércoles de 11 a 13.30 h y de 16 a 17.30 h. Preferible poner un correo electrónico previo para confirmar. (2) Martes de 10:30 a 14:30 horas y jueves de 12:30 a 14:30 horas. Preferible poner un correo electrónico previo para confirmar.		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial			Física, Química, Ingeniería Química		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Haber cursado las materias del Módulo de Formación Básica.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Termotecnia: Termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. Mecánica de Fluidos: Principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
GENERALES <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información</li> </ul>					



proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.

- Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.
- Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional.
- Capacidad de comunicación en una lengua extranjera, particularmente en inglés.
- Capacidad para la resolución de problemas y para aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- Capacidad para tomar decisiones así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.
- Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor.
- Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades en las relaciones interpersonales.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y nuevas tecnologías
- Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- Sensibilidad hacia temas medioambientales
- Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres
- Capacidad para proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.

#### ESPECÍFICAS

- Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
- Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
- Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno será capaz de:

- Aplicar las leyes fundamentales de la Mecánica de Fluidos.
- Aplicar los principios de funcionamiento de máquinas hidráulicas.
- Medir magnitudes que caracterizan el flujo de fluidos.
- Calcular pérdidas de carga en canales y sistemas de fluidos.
- Dimensionar sistemas de transporte de líquidos y gases por conducciones.
- Conocer los principios de funcionamiento y la eficacia energética de máquinas térmicas, frigoríficas y bombas de calor.
- Identificar las aplicaciones en ingeniería de las distintas máquinas térmicas y frigoríficas.
- Distinguir los distintos mecanismos de transporte de calor y manejar las leyes fundamentales que los rigen.
- Calcular flujos de calor y perfiles de temperaturas y diseñar equipos de transmisión de calor.
- Aplicar balances de energía a dispositivos de flujo permanente.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a ciclos de potencia.

### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

#### TEMARIO TEÓRICO

##### I) MECÁNICA DE FLUIDOS

##### TEMA I.1. FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

Introducción. Cinemática de fluidos. Campo de velocidades en un fluido. Regímenes de flujo. Ecuación de continuidad. Fluidos compresibles e incompresibles. Circulación y vorticidad. Flujo rotacional e irrotacional. Estática de fluidos. Campo de esfuerzos en un fluido. Gradiente de presión. Ecuación fundamental de la estática de fluidos. Dinámica de fluidos. Fluidos ideales. Ecuación de Euler. Flujo estacionario e irrotacional: ecuación de Bernoulli. Fluidos viscosos. Ecuación constitutiva de los fluidos newtonianos. Ecuación de Navier-Stokes.



#### TEMA I.2. FLUJO INTERNO.

Flujo interno incompresible viscoso. Flujo estacionario en tuberías y conductos. Ley de Hagen-Poiseuille. Ecuación de Bernoulli para flujo viscoso. Pérdidas de carga en tuberías en flujo laminar y en flujo turbulento. Sistemas de tuberías. Analogía eléctrica. Flujo no estacionario. Golpe de ariete. Flujo en canales abiertos. Flujo compresible. Flujo de gases ideales. Flujo adiabático. Flujo isoterma. Flujo de gases reales. Flujo a través de conductos, toberas y difusores.

#### TEMA I.3. FLUJO EXTERNO.

Flujo externo incompresible viscoso. Teoría de la capa límite. Fuerzas de arrastre sobre cuerpos sumergidos. Fuerzas de sustentación. Aplicaciones. Sedimentación. Flujo a través de medios porosos.

#### TEMA I.4. MÁQUINAS HIDRÁULICAS Y MÉTODOS DE MEDIDA.

Turbomaquinaria. Leyes básicas. Turbinas de impulso. Turbinas de reacción. Ventiladores. Bombas. Sopladores. Compresores. Cavitación. Métodos de medida. Medida de presión. Medida de velocidades. Medida de caudal en flujo incompresible en tuberías. Medida de caudal en flujo compresible en tuberías. Medidores de flujo en canales. Medida de viscosidad.

### II) TRANSMISIÓN DE CALOR Y DISPOSITIVOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

TEMA II.1. INTRODUCCIÓN A LA TRANSMISIÓN DE CALOR. Interrelación entre termodinámica, mecánica de fluidos y transmisión de calor. Breve introducción a los mecanismos de transmisión de calor y sus leyes fundamentales: Conducción, convección y radiación.

TEMA II.2. CONDUCCIÓN. Regímenes y dirección de la conducción. Conducción con generación de calor. Conducción en flujo unidireccional. Resistencias térmicas. Conductividad térmica variable. Resistencia térmica por contacto en dispositivos electrónicos. Régimen no estacionario. Flujo bi- y tridimensional.

TEMA II.3. CONVECCIÓN. Mecanismo físico de la convección. Números adimensionales en la convección. Convección forzada. Convección natural.

TEMA II.4. RADIACIÓN. Naturaleza de la radiación térmica. Absorción, reflexión y transmisión superficiales. Superficies negras. Leyes de Planck y de Stefan-Boltzmann. Emisividad y poder absorbente de las superficies. Radiación entre superficies sólidas. Factores de visión. Transferencia de calor por radiación. Transmisión de calor multimodal.

TEMA II.5. CAMBIADORES DE CALOR. Concepto, tipos y selección. Diseño térmico de cambiadores de calor. Evaluación del área de intercambio: métodos LMTD y efectividad-NTU.

TEMA II.6. SUPERFICIES MODIFICADAS Y EXTENDIDAS. Aislantes térmicos. Espesores crítico, mínimo y óptimo y su importancia en la industria y en la electrónica. Aletas de sección variable y constante. Eficiencia y efectividad de las aletas. Consideraciones para el diseño y selección de una aleta.

TEMA II.7. DISIPADORES DE CALOR PARA DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS. Efectividad total. Longitud apropiada de aleta. Resistencia térmica del disipador. Espaciamiento óptimo entre aletas.

### III) TERMOTECNIA

#### TEMA III. 1. MÁQUINAS TÉRMICAS.

Aplicación del balance de energía a los dispositivos de flujo continuo. Concepto de máquina térmica. Tipos de máquinas. Balance de energía de una máquina térmica. Turbinas: diseño de álabes y escalonamientos. Ciclos termodinámicos de máquinas térmicas: Ciclo Rankine, Brayton, Otto y Diesel. Dispositivos auxiliares y elementos de control de las máquinas térmicas.

#### TEMA III.2. APLICACIÓN A INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE POTENCIA.

Ciclos de potencia de vapor. Ciclos de potencia de gas. Ciclos combinados gas-vapor. Ciclos de refrigeración. Motores de combustión interna. Instalaciones de cogeneración y trigeneración. Eficacia energética. Medioambiente y sostenibilidad.



## TEMARIO PRÁCTICO (actividades mixtas presenciales y no-presenciales)

### SEMINARIOS (orientativo)

- Aerogeneradores eólicos.
- Lubricación en canales estrechos.
- Microfluídica.
- Ferrohidrodinámica.
- Fluidos no-newtonianos.
- Materiales para fabricación de turbinas.
- Análisis energético de un proceso industrial.
- Sistemas de control en ciclos de vapor.
- Sistemas de control en ciclos de gas.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Práctica 1. Equilibrio de fluidos en rotación uniforme.
- Práctica 2. Ley de Hagen-Poiseuille. Tuberías en serie y paralelo.
- Práctica 3. Movimiento relativo de un sólido en el seno de un fluido viscoso.
- Práctica 4. Máquinas hidráulicas. Turbina Pelton. Bomba centrífuga.
- Práctica 5. Viscosimetría. Fluidos newtonianos y no newtonianos.
- Práctica 6. Ultrasonidos en fluidos. Efecto Doppler.
- Práctica 7. Coeficiente global de transmisión de calor en un serpentín.
- Práctica 8. Cambiadores de calor de carcasa y tubos.
- Práctica 9. Radiación térmica. Leyes de la radiación.
- Práctica 10. Ciclo de refrigeración por compresión.
- Práctica 11. Medida de conductividades térmicas.
- Práctica 12. Conducción en estado no estacionario.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Çengel Y. A., Boles M. A. Termodinámica. McGraw-Hill. 2009.
- Çengel Y. A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. McGraw-Hill. 2007.
- Darby, R. Chemical engineering fluids mechanics. 2<sup>nd</sup> Ed., 2001.
- Fox R. W., McDonald A. T. Introducción a la Mecánica de Fluidos. McGraw Hill. 1995.
- Incropera F. P., De Witt D.P., Bergman T. L., Lavine A. S. Fundamentals of heat and mass transfer, 6th Edition. John Wiley and Sons Inc. 2007.
- Morán M. J., Shapiro H.N. Fundamentos de termodinámica técnica. Reverté. Barcelona. 2008.
- Mott, R. L. Mecánica de fluidos. 6<sup>a</sup> Ed. Pearson Educación. 2006.
- Ortega, M. R. Lecciones de Física. Mecánica. Vol. 3 (Mecánica de Fluidos). Edición del autor. 1992.
- Shames, I. H. Mecánica de Fluidos. McGraw Hill. 1995.
- White F. M. Mecánica de fluidos. McGraw-Hill. 2008.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Banderas A. V. Problemas de flujo de fluidos. Limusa. 1998.
- Bejan A., Kraus A. D. Heat transfer handbook. John Wiley and Sons Inc. 2003.
- Douglas J. F. Problemas resueltos de Mecánica de Fluidos. Vols. 1 y 2. Librería Editorial Bellisco. 1991.
- Giles R. V., Evett J. B., Liu C. Mecánica de los fluidos e hidráulica. McGraw Hill (serie Schaum). 1994.
- González J. Energías renovables. Reverté. 2009.
- Holman J.P. Transferencia de calor. Mac Graw-Hill. España. 1998.
- Holman, J.P. Thermodynamics. McGraw-Hill. 1990.

- Hvang F.F. Ingeniería Termodinámica: Fundamentos y Aplicaciones. Compañía Editorial Continental. 2003.
- Kakac S., Liu H. Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. CRC PRESS, 2002
- Llopis R., Cabello R., Sánchez D. , Torrella, E. Problemas resueltos de producción de frío y sicometría. Tablas y diagramas. A Madrid Vicente Ediciones. 2010.
- Llorens M., Miranda A.L. Ingeniería Térmica. Marcombo. 2009.
- Perry R.H., Green, D.H. Manual del Ingeniero Químico, Mac Graw- Hill España. 2001.
- Pnuelli D., Gutfinger C. Fluid Mechanics. Cambridge University Press. 1992.
- Streeter, V. L. Mecánica de los Fluidos. McGraw Hill. 1988.
- Tropea C., Foss J., Yarin A. Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics. Springer, 2007.

#### ENLACES RECOMENDADOS

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Sesiones teóricas. Para todo el grupo de alumnos. El profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia.
- Sesiones de problemas. Para todo el grupo de alumnos. El profesor resolverá ejercicios y problemas prácticos en que se apliquen los contenidos teóricos estudiados en cada tema.
- Seminarios. Destinados a la realización de diversas actividades específicas que refuercen y complementen los conceptos adquiridos en las sesiones teóricas y de problemas.
- Prácticas de laboratorio. Los alumnos divididos en grupos de 3-4 personas afianzarán los conocimientos teóricos mediante prácticas de laboratorio.
- Tutorías. Los alumnos disponen de las tutorías para consultar al profesor, tanto de forma individual como en grupos de 3 o 4 alumnos.
- Trabajo en grupo. Los alumnos deberán realizar un trabajo en grupo (3-4 personas) sobre un tema propuesto por el profesor. Deberán exponer los aspectos más destacados al resto de los compañeros.
- La metodología propuesta está orientada a una mejor consecución de las competencias generales y específicas previstas para la asignatura y la materia.

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales				Actividades no presenciales			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas Laboratorio (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Actividades Trabajo en equipo
Semana 1	I.1	3						4	
Semana 2	I.1	3		1		1		3	
Semana 3	I.2	3		1				4	
Semana 4	I.2	2	2			1		3	
Semana 5	I.3	2		1				4	
Semana 6	I.3	3				1		3	



Semana 7	II.1 Y II.2	3						4	
Semana 8	II.2	2	2			1		3	
Semana 9	II.2	3						4	
Semana 10	II.3 Y II.4	3		1		1		3	
Semana 11	II.4	3						2	2
Semana 12	II.5	2	2			1		1	2
Semana 13	II.5 Y II.6	3		1				2	2
Semana 14	II.6 Y II.7	2	2			1		1	2
Semana 15	III.1	3						2	2
Semana 16	III.2	3		1		1		3	
Sin especificar					3	2	3	11	10
Total horas		43	8	6	3	10	3	57	20

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

En la modalidad de **evaluación continua** constará de:

ACTIVIDAD - % DE LA CALIFICACIÓN FINAL

- Exámenes. Hasta el 60 %.
- Actividades en clase (problemas propuestos, seminarios). Hasta el 20 %.
- Prácticas de laboratorio. Hasta el 20 %.

En la modalidad de **evaluación única final**, a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la "Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013), la prueba de evaluación consistirá en un examen teórico-práctico.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

