

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Termodinámica II

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>             | Termodinamica II                                       |
| <b>Titulación</b>                          | 05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales    |
| <b>Semestre/s de impartición</b>           | Cuarto semestre  |
| <b>Módulos</b>                             | Ampliacion de comunes de la rama industrial            |
| <b>Materias</b>                            | Termofluidos (acri)                                    |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria  |
| <b>Código UPM</b>                          | 55000029   |
| <b>Nombre en inglés</b>                    | Thermodynamics II                                      |

## Datos Generales

|                              |            |                                     |               |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Créditos</b>              | 4.5        | <b>Curso</b>                        | 2             |
| <b>Curso Académico</b>       | 2016-17    | <b>Período de impartición</b>       | Febrero-Junio |
| <b>Idioma de impartición</b> | Castellano | <b>Otros idiomas de impartición</b> |               |

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

Calculo I

Calculo II

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Cálculo diferencial e integral

Derivadas parciales de funciones de varias variables

Desarrollo en serie de Taylor

Método de los Multiplicadores de Lagrange (no imprescindible)

Manejo de unidades

Conceptos básicos de Mecánica y Física general (Leyes de Newton, teorema de las fuerzas vivas, campo gravitatorio, Ley de Hooke, ...)

## Competencias

---

CE22C - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA435 - Interpretar los diagramas termodinámicos más utilizados.

RA438 - Resolver problemas de equilibrio físico en sistemas polifásicos.

RA439 - Determinar efectos calóricos en sistemas reactivos.

RA440 - Resolver problemas de equilibrio químico en sistemas monorreactivos y monofásicos.

RA441 - Relacionar las propiedades macroscópicas con las microscópicas.

RA442 - Determinar las propiedades termodinámicas significativas y la eficiencia en ciclos directos e inversos.

RA436 - Aplicar los Principios de la Termodinámica Clásica en sistemas abiertos.

RA437 - Determinar propiedades termodinámicas de mezclas.

## Profesorado

---

### Profesorado

| Nombre  | Despacho      | e-mail                         | Tutorías                     |
|---|---------------|--------------------------------|------------------------------|
| Herrero Acebes, Fernando                          | Termodinámica | fernando.herrero@upm.es        | A concertar con el profesor. |
| Rapun Jimenez, Jose Luis                          | Termodinámica | jl.rapun@upm.es                | A concertar con el profesor. |
| Gonzalez Fernandez, M. Celina                     | Termodinámica | celina.gonzalez@upm.es         | A concertar con el profesor. |
| Lopez Paniagua, Ignacio<br><b>(Coordinador/a)</b> | Termodinámica | ignacio.lopez@upm.es           | A concertar con el profesor. |
| Jimenez Alvaro, Angel                             | Termodinámica | a.jimenez@upm.es               | A concertar con el profesor. |
| Rodriguez Martin, Javier                          | Termodinámica | javier.rodriguez.martin@upm.es | A concertar con el profesor. |
| Nieto Carlier, Rafael                             | Termodinámica | rafael.nieto@upm.es            | A concertar con el profesor. |

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Desde el punto de vista de la formación de un Ingeniero, la Termodinámica tiene fundamentalmente el siguiente triple objetivo:

- Plantear y evaluar balances de energía en procesos físicos: Principio de conservación de la Energía (Primer Principio)
- Evaluar la calidad de los flujos de energía. Análisis exergético: Principio de degradación de la Energía (Segundo Principio)
- Calcular las propiedades termodinámicas en sistemas de diferente complejidad: Sustancias puras, mezclas, sistemas polifásicos, sistemas reactivos,...

Mediante el enfoque de la Termodinámica Clásica ó Fenomenológica, se desarrollan los conceptos y herramientas necesarias para el cálculo de balances de energía y exergía (entropía) en procesos con sistemas abiertos, en los que pueden intervenir sustancias puras, mezclas, sistemas reactivos, etc. Además se desarrolla una aplicación de lo anterior para los elementos industriales básicos en las industrias química y de generación de energía.

## Temario

---

1. Diagramas termodinámicos
2. Ecuaciones generales en sistemas abiertos
3. Procesos estacionarios en sistemas abiertos
4. Termodinámica estadística y Tercer Principio de la Termodinámica
5. Sistemas homogéneos multicomponentes
6. Modelos de mezcla y mezclas reales
7. Equilibrio y estabilidad en sistemas multicomponentes, polifásicos y reactivos
8. Sistemas con reacción química
9. Ciclos de Rankine
10. Otros ciclos: ciclo de Brayton, ciclos criogénicos

## Cronograma

**Horas totales:** 57 horas y 30 minutos

**Horas presenciales:** 57 horas y 30 minutos (49.1%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

| Semana   | Actividad Presencial en Aula   | Actividad Presencial en Laboratorio | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación   |
|----------|--|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Semana 1 | <p><b>Diagramas termodinámicos. Termodinámica estadística (1/2)</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |                                     |                           |  |
| Semana 2 | <p><b>Termodinámica estadística y Tercer Principio (2/2)</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                  |                                     |                           |  |
| Semana 3 | <p><b>Sistemas abiertos. Ecuaciones generales.</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas abiertos. Aplicaciones (1/3)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |                                     |                           |  |
| Semana 4 | <p><b>Problemas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Sistemas abiertos. Aplicaciones (2/3)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>                               |                                     |                           | <p><b>Primera prueba</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> |
| Semana 5 | <p><b>Problemas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Sistemas abiertos. Aplicaciones (3/3)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>                               |                                     |                           |  |
| Semana 6 | <p><b>Sistemas homogéneos multicomponentes (1/2)</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                          |                                     |                           |  |

|           |   |  |  |  |
|-----------|---|--|--|--|
| Semana 7  | <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  |  |
| Semana 8  | <p><b>Sistemas homogéneos multicomponentes (2/2)</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  | <p><b>Segunda prueba</b><br/>Duración: 02:00<br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> |
| Semana 9  | <p><b>Modelos ideales de mezcla. Mezclas reales.</b><br/>Duración: 03:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  |  |
| Semana 10 | <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  |  |
| Semana 11 | <p><b>Sistemas con capacidad de reacción química (1/3)</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  |  |
| Semana 12 | <p><b>Sistemas con capacidad de reacción química (2/3)</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  | <p><b>Tercera prueba</b><br/>Duración: 02:00<br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> |
| Semana 13 | <p><b>Sistemas con capacidad de reacción química (3/3)</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  |  |
| Semana 14 | <p><b>Ciclos de Rankine.</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                               | <p><b>Práctica de laboratorio: Análisis termodinámico de una bomba de calor.</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |  |



|           |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|
| Semana 15 | <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude.</b></p> <p>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |  |  |  |
| Semana 16 | <p><b>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude.</b></p> <p>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |  | <p><b>Cuarta prueba</b><br/>Duración: 02:00<br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p>  |
| Semana 17 |  |  |  | <p><b>Examen Final</b><br/>Duración: 02:30<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Examen final evaluación continua</b><br/>Duración: 02:30<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> |

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción                      | Duración | Tipo evaluación              | Técnica evaluativa                     | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas    |
|--------|----------------------------------|----------|------------------------------|--|------------|------|-------------|---------------------------|
| 4      | Primera prueba                   | 02:00    | Evaluación continua          | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Sí         | 20%  |             | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |
| 8      | Segunda prueba                   | 02:00    | Evaluación continua          | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Sí         | 20%  |             | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |
| 12     | Tercera prueba                   | 02:00    | Evaluación continua          | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Sí         | 20%  |             | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |
| 16     | Cuarta prueba                    | 02:00    | Evaluación continua          | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Sí         | 20%  |             | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |
| 17     | Examen Final                     | 02:30    | Evaluación sólo prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito    | Sí         | 100% | 5 / 10      | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |
| 17     | Examen final evaluación continua | 02:30    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito    | Sí         | 20%  | 3 / 10      | CG1, CG2, CG4, CG5, CE22C |

## Criterios de Evaluación

En el sistema de Evaluación continua, la nota será la del examen final si se cumple al menos una de las dos condiciones siguientes:

1. La nota del examen final es inferior a 3.
2. La nota media de las pruebas telemáticas es igual o inferior a 5.

Si la nota del examen final es superior a 3 y la media de las pruebas estrictamente superior a 5, se elegirá como nota final la mayor de:

- el 20% de la nota del examen final + 80% de la nota media obtenida en las evaluaciones a distancia
- el 100% de la nota del examen final.

Tanto en el sistema de Evaluación por Evaluación Continua como por Examen final, para obtener el aprobado en la asignatura los alumnos deberán haber realizado y superado la Práctica de Laboratorio.

## Recursos Didácticos

---

| Descripción  | Tipo         | Observaciones  |
|--|--------------|--|
| Termodinámica (Edición de 2013)                    | Bibliografía | Libro de texto   |
| Tablas y Gráficos de Termodinámica y Físicoquímica | Otros        | Tablas y gráficos de uso en la asignatura  |
| Cuestiones de Termodinámica                        | Bibliografía | Libro de problemas y ejercicios cortos   |
| Problemas de Termodinámica                         | Bibliografía | Libro de problemas largos  |
| Bomba de calor instrumentada                       | Equipamiento | Bomba de calor instrumentada (medición de presión y temperatura) para el análisis y simulación de ciclos de Rankine inversos reales. |