



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

55000029 - Termodinamica II

PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	55000029 - Termodinamica II
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Fernando Herrero Acebes	Termodinámica	fernando.herrero@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
M. Celina Gonzalez Fernandez	Termodinámica	celina.gonzalez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.

Ignacio Lopez Paniagua	Termodinámica	ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Angel Jimenez Alvaro	Termodinámica	a.jimenez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Javier Rodriguez Martin (Coordinador/a)	Termodinámica	javier.rodriguez.martin@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Rafael Nieto Carlier	Termodinámica	rafael.nieto@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Susana Sanchez Orgaz	Termodinámica	susana.sanchez.orgaz@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Calculo I
- Calculo II

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- 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, ...)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. 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.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA435 - Interpretar los diagramas termodinámicos más utilizados.

RA439 - Determinar efectos calóricos en sistemas reactivos.

RA438 - Resolver problemas de equilibrio físico en sistemas polifásicos.

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.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. 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.

5.2. Temario de la asignatura

1. Diagramas termodinámicos
2. Termodinámica estadística y Tercer Principio de la Termodinámica
3. Ecuaciones generales en sistemas abiertos
4. Procesos estacionarios en sistemas abiertos
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

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Diagramas termodinámicos. Termodinámica estadística (1/2) Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Termodinámica estadística y Tercer Principio (2/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Sistemas abiertos. Ecuaciones generales. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sistemas abiertos. Aplicaciones (1/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Sistemas abiertos. Aplicaciones (2/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Sistemas abiertos. Aplicaciones (3/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Sistemas homogéneos multicomponentes (1/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Primera prueba: diagramas, Termodinámica Estadística, sistemas abiertos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p>
8	<p>Sistemas homogéneos multicomponentes (2/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p>Modelos ideales de mezcla. Mezclas reales. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (1/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (2/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Segunda prueba: sistemas multicomponentes y sistemas reactivos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p>
13	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (3/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Ciclos de Rankine. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Práctica de laboratorio: Análisis termodinámico de una bomba de calor. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

16	<p>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude.</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
17				<p>Examen Final</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>Examen final evaluación continua</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 02:00</p>

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Primera prueba: diagramas, Termodinámica Estadística, sistemas abiertos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	/ 10	CG1 CG2 CG4 CG5 CE22C
12	Segunda prueba: sistemas multicomponentes y sistemas reactivos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	/ 10	CG1 CG2 CG4 CG5 CE22C
17	Examen final evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CG1 CG2 CG4 CG5 CE22C

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG2 CG4 CG5 CE22C

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas

Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	100%	/ 10	CG1 CG2 CG4 CG5 CE22C
--------------	-------------------------------------	------------	-------	------	------	-----------------------------------

7.2. Criterios de evaluación

Práctica de laboratorio: la realización de la práctica es obligatoria; cualquier alumno que no la tenga hecha figurará en las actas y preactas como "No presentado", aunque haya realizado los exámenes.

- Cuando se disponga de la lista de alumnos matriculados, los profesores decidirán el número y horario de grupos de práctica de la asignatura, cuidando de que haya suficientes plazas tanto de mañana como de tarde, y establecerán el calendario para que la realización de la misma concuerde adecuadamente con la marcha de la explicación de la asignatura en la medida de lo posible. Cada grupo tendrá un número máximo de 16 alumnos.
- Los alumnos que ya hayan realizado la práctica en cursos anteriores no necesitan repetirla.
- Se comunicará a los alumnos por Moodle y Aulaweb los grupos, horarios y forma de apuntarse. Si durante el periodo para apuntarse se completaran todos los grupos de horario de mañana o de tarde, se abriría un grupo adicional. Finalizado el plazo, se publicará la lista de asignación de alumnos a grupos de práctica.
- No se admitirá a ningún alumno en un grupo en el que no esté apuntado.
- Se exigirá puntualidad absoluta en la práctica.
- No es necesario ningún material especial para la realización; solo hace falta bolígrafo y calculadora.
- La duración de la práctica es de 2 horas aproximadamente. Finalizada la práctica, se entregará un justificante al alumno que deberá guardar hasta aprobar la asignatura, por si fuera necesario.
- Los alumnos que, por no haberse apuntado a ningún grupo o por no haber acudido a tiempo al que estaban apuntados, no tengan la práctica hecha y quieran presentarse a la convocatoria ordinaria, tendrán un examen de práctica el mismo día del examen final por la mañana. Análogamente, habrá otro examen para la convocatoria extraordinaria. Dichos exámenes podrán consistir en la realización de la práctica y/o en algún tipo de prueba, a criterio de los profesores.

En **todas las pruebas**, se recuerda que el alumno tiene obligación de acudir provisto del material necesario, incluyendo las tablas y diagrama de Mollier que se indican en el curso, y de un documento legal (DNI, carnet de la Escuela, etc) que permita identificarlo.

Todas las **pruebas de evaluación continua** consistirán en seis ejercicios aleatoriamente escogidos de la base de datos de ejercicios, del tema indicado en la descripción de la prueba, tendrán la misma duración (1:30 horas) y se realizarán en las aulas indicadas en el POD.

- El alumno deberá ir provisto de calculadora, lápiz blando o bolígrafo negro para escribir y goma o tipex para borrar. Se suministrará a los alumnos una hoja de examen y dos de borrador; solo deberá entregarse la hoja del examen.
- Una vez empezado el examen, lo primero que deberán hacer es rellenar el nombre y número de matrícula. No se admitirá ninguna reclamación sobre exámenes a los que les falten dichos datos.
- En las respuestas numéricas, cada fila es una cifra, con las opciones de 0 a 9. Deberán de rellenarse totalmente los cuadrados que corresponda, dejándolos lo más negro posible; siempre deberá rellenarse una y solo una casilla por cada fila, completando en su caso con ceros tanto a la izquierda (primeras filas) como a la derecha de la coma (últimas filas); si no está escrita explícitamente la coma decimal, la fila de más abajo será la de las unidades; si hay casilla para signo, deberá marcarse siempre la que corresponda (aunque sea +).
- Si se comete un error, se borrará procurando dejar lo más blanco posible el espacio erróneamente erróneamente marcado (puede taparse el cuadrado impreso sin problema).
- Cuando los profesores avisen de que se ha acabado el tiempo del examen, los alumnos dejarán de escribir inmediatamente y entregarán enseguida su hoja de examen al personal del departamento que pase a recogerlas. De no hacerlo así, no se recogerá su examen.
- La publicación de las notas de las pruebas de evaluación continua se hará en el plazo más breve posible, que será aproximadamente el día laboral siguiente al de la prueba. Igualmente, se comunicará el plazo y procedimiento para pedir revisiones.

Los **exámenes escritos finales** (tanto en convocatoria ordinaria como en extraordinaria) constarán de dos ejercicios.

- El primero tendrá cuatro cuestiones de temas diferentes para englobar la mayor parte de la asignatura. El segundo ejercicio constará de un problema de aplicación. La puntuación y tiempo de cada ejercicio se indicarán en la hoja del enunciado.
- Igualmente, en la hoja del enunciado se indicarán las fechas previstas de publicación de notas y de revisión del examen. En la medida de lo posible, se intentará respetar dichas fechas.
- Durante la realización del examen no se podrá tener encima de la mesa más material que el que se indique, que será habitualmente: bolígrafo(s); calculadora; tablas; carnet; hoja de examen. Tampoco se podrán tener móviles encendidos, ni siquiera guardados. No está permitido comunicarse con nadie durante el examen salvo con los profesores y personal de apoyo. El incumplimiento de cualquiera de estas normas implicará la expulsión del examen y la puntuación de 0 en el mismo.

- El alumno no podrá irse del examen sin entregar los dos ejercicios, aunque sea en blanco. Si algún alumno quiere abandonar el examen antes de que haya empezado el segundo ejercicio, deberá indicarlo a los profesores para que tomen nota de que abandona el examen.
- Cualquier pregunta sobre los enunciados deberá hacerse por escrito. Si es de interés, se contestará en voz alta para todos los alumnos, y si no, no se contestará.
- Finalizado el tiempo de cada ejercicio, se avisará. El alumno deberá entregar inmediatamente su examen cuando se le solicite.

Calificación de la asignatura en el sistema de Evaluación Continua:

Si la nota del examen final es igual o superior a 4 y la media de las pruebas de evaluación continua es estrictamente superior a 5, se elegirá como nota final la mayor de:

- el 40% de la nota del examen final + 60% de la nota media obtenida en la evaluación continua
- el 100% de la nota del examen final.

Si no se cumplen las condiciones citadas, la nota final será la 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.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Termodinámica (Edición de 2013)	Bibliografía	Libro de texto
Tablas y Graficos 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.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Debe tenerse en cuenta que las fechas de los ejercicios de evaluación continua son meramente orientativas; las fechas reales serán las que se publiquen en el Proyecto de Organización Docente de la ETSII.

Se recuerda a los alumnos la conveniencia de haberse leído los temas que se van a explicar ANTES de la clase; pueden encontrarse con bastante aproximación en el cronograma. El cronograma también es meramente orientativo. Cada profesor adaptará el ritmo y el momento de realizar los problemas según las necesidades de su grupo.

El alumno no debe estudiar para los exámenes o pruebas de evaluación, sino para entender los conceptos a medida que se exponen durante el curso. Por tanto, las actividades de evaluación no deberían generar ninguna punta de trabajo para el alumno, salvo por las dos horas adicionales, dedicadas al examen, en esta asignatura. Se

estima que por cada hora de clase el alumno debería dedicar aproximadamente hora y media al estudio personal, que tendría el mismo reparto temporal prácticamente que las clases, es decir una carga de unas 8 horas semanales de trabajo durante todo el semestre, de forma uniforme.

Tribunal de evaluación: se propone que esté formado, para todas las pruebas de evaluación de este curso, por los profesores:

Rafael Nieto Carlier

Celina González Fernández

Javier Rodríguez Martín