

ANX-PR/CL/001-01

LEARNING GUIDE

SUBJECT

53002033 - Termoeconomía

DEGREE PROGRAMME

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2023/24 - Semester 2

Index

Learning guide

1. Description.....	1
2. Faculty.....	1
3. Prior knowledge recommended to take the subject.....	2
4. Skills and learning outcomes	2
5. Brief description of the subject and syllabus.....	4
6. Schedule.....	6
7. Activities and assessment criteria.....	8
8. Teaching resources.....	11
9. Other information.....	11

1. Description

1.1. Subject details

Name of the subject	53002033 - Termoeconomía
No of credits	3 ECTS
Type	Optional
Academic year of the programme	First year
Semester of tuition	Semester 2
Tuition period	February-June
Tuition languages	English
Degree programme	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
Centre	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Academic year	2023-24

2. Faculty

2.1. Faculty members with subject teaching role

Name and surname	Office/Room	Email	Tutoring hours *
Cristina Montalvo Martin (Subject coordinator)		cristina.montalvo@upm.es	- -

* The tutoring schedule is indicative and subject to possible changes. Please check tutoring times with the faculty member in charge.

3. Prior knowledge recommended to take the subject

3.1. Recommended (passed) subjects

The subject - recommended (passed), are not defined.

3.2. Other recommended learning outcomes

- Termodinámica

4. Skills and learning outcomes *

4.1. Skills to be learned

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

CE18 - Entender la optimización de costes en una empresa: coste marginal, coste medio, coste hundido, coste de oportunidad, aplicados al sector de la energía. Analizar costes en el sector de la energía.

CE2 - Analizar y establecer criterios de mejora energética y económica en instalaciones de generación y de consumo, incluyendo el sector transportes, conducente al diseño de alternativas más eficientes y con menor impacto ambiental.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

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

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT13 - Planifica. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

CT14 - Idea. Creatividad.

CT3 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT9 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

4.2. Learning outcomes

RA34 - Analizar y evaluar un sistema energético desde una dimensión energética, exergética, medio ambiental y económica.

RA53 - Modelizar y simular un sistema energético complejos

RA35 - Comprender e identificar las conexiones entre los parámetros de diseño y operación de los sistemas energéticos con sus dimensiones energética, exergética, medio ambiental y económica.

RA62 - Analizar y evaluar un sistema energético desde una dimensión energética y económica.

* The Learning Guides should reflect the Skills and Learning Outcomes in the same way as indicated in the Degree Verification Memory. For this reason, they have not been translated into English and appear in Spanish.

5. Brief description of the subject and syllabus

5.1. Brief description of the subject

The student learns:

- how to perform an exergetic and thermoeconomical analysis of an industrial process.
- how to identify from a thermodynamical and economical perspective the contributions from each equipment and stream to the cost of the generated products.

This allows to make decisions on the need to modify or not the process for its energetic and/or economic optimization.

El alumno aprende con esta asignatura a realizar un análisis exergético y termoeconómico de un proceso industrial, a identificar desde el punto de vista termodinámico y de coste económico las contribuciones de los distintos equipos y corrientes al coste de los productos generados, pudiendo así tomar decisiones sobre la conveniencia, o no, de modificaciones del proceso para su optimización energética y/o económica.

5.2. Syllabus

1. Simulation of industrial processes with Aspen Plus/ Simulación de procesos industriales con ASPEN Plus
2. Exergy, energy and mass flow calculations. Exergy, energy and mass balances. /Cálculo de exergía, energía y materia de corrientes. Balances de materia, energía y exergía.
3. Resource, product and waste analysis. Exergy efficiency calculation.
4. Exergetic cost calculation.
5. Fixed and thermoeconomical costs calculation.
6. Calculation of cost overrun .

6. Schedule

6.1. Subject schedule*

Week	Classroom activities	Laboratory activities	Distant / On-line	Assessment activities
1		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
2		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
3		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
4		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
5		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
6		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
7		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
8		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
9		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
10		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
11		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
12		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		Class exercises to submit in Moodle. there will be one exercise every two weeks. Problem-solving test Continuous assessment Presential Duration: 02:00

13		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		
14		Clases teórico-prácticas con PCs Duration: 01:50 Problem-solving class		Team work. Group work Continuous assessment Not Presential Duration: 30:00
15				Oral presentation of the team work Group presentation Continuous assessment Presential Duration: 02:00
16				
17				Final Exam with PC. Written test Final examination Presential Duration: 02:00

Depending on the programme study plan, total values will be calculated according to the ECTS credit unit as 26/27 hours of student face-to-face contact and independent study time.

* The schedule is based on an a priori planning of the subject; it might be modified during the academic year, especially considering the COVID19 evolution.

7. Activities and assessment criteria

7.1. Assessment activities

7.1.1. Assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
12	Class exercises to submit in Moodle. there will be one exercise every two weeks.	Problem-solving test	Face-to-face	02:00	25%	/ 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CT1 CT3 CT5 CT9 CT14 CT11 CE2 CE17
14	Team work.	Group work	No Presential	30:00	50%	/ 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT14 CT11 CE2 CE17
15	Oral presentation of the team work	Group presentation	Face-to-face	02:00	25%	/ 10	CB9 CT7 CT14

7.1.2. Global examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
17	Final Exam with PC.	Written test	Face-to-face	02:00	100%	5 / 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT14 CT11 CE2 CE17

7.1.3. Referred (re-sit) examination

Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
Final Exam with PC.	Written test	Face-to-face	02:00	100%	5 / 10	CG2 CB10 CT13 CG1 CB7 CB9 CT1 CT3 CT5 CT7 CT9 CT11 CT14 CE2 CE17

7.2. Assessment criteria

El método de **evaluación progresiva** consta de:

- **Ejercicios de clase: 25 %** de la calificación. La teoría que se va explicando en clase se va aplicando por medio de ejercicios o simulaciones que se realizan con el PC. Al finalizar la clases, los estudiantes entregarán esos ejercicios por Moodle. Habrá que entregar un ejercicio al finalizar cada tema.
- **Proyecto grupal - Informe: 50 %** de la calificación. Proyecto a realizar por equipos que incluirá la entrega de un archivo excel, una simulación en ASPEN.
- **Proyecto grupal - Exposición oral: 25 %** Exposición del trabajo realizado

La evaluación continua consta de 3 partes: los ejercicios de clase, el trabajo en grupo y la exposición oral del trabajo.

El método de **evaluación final (Convocatoria ordinaria y extraordinaria)**, consiste en un examen 100% de la nota. En el examen se aplican los conceptos vistos en clase al análisis de un proceso, utilizando el ordenador, de manera similar a los ejercicios realizados durante el curso. Se pueden utilizar apuntes escritos, pero no se puede utilizar ningún archivo, ni contacto con el exterior. El examen final también tendrá una parte oral.

The progressive evaluation methods consists of:

- Class exercises: 25 %. The professor will explain the topics and the students will apply this knowledge through simulations and exercises during the class. At the end of each topic, they will submit via Moodle the exercise they have been working on.
- Team work: 50 %. Students in grupo will make a project. They will submit an excel with calculation and a simulation in ASPEN plus.
- Oral presentation of the project.

The final evaluation method consists of an exam with a PC. students will simulate a process with ASPEN and perform a thermoeconomical analysis in excel of it.

8. Teaching resources

8.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
slides	Web resource	
PC labs	Equipment	
Book	Bibliography	Termoeconomía y optimización energética. Fundación Gómez Pardo. ETSIME.
journal articles	Web resource	www.sciencedirect.com
escritorio remoto upm	Equipment	https://escritorio.upm.es . Remote connection to the UPM PCs to use the software learnt in class from elsewhere
Moodle course	Web resource	In moodle students have all the material needed

9. Other information

9.1. Other information about the subject

The course is completely practical. All sessions will be in a PC lab.

The theory will be applied to two processes: a case study which will be analyzed every day in class by simulation and calculating (applying the concepts of the theory) and a project they will make with their fellow students.

The project is a team work and they students choose the process they want to study.

The first day in class we learn how to simulate a process with ASPEN and the the rest of the days, students calculate with Excel until we cover all the aspects of the course.

At the end of each class there will be some time to work on their team project.

The penultimate day, students can work on their team project and ask doubts.

The last day, students present their work.

software used: ASPEN plus to simulate a process and obtain the thermodynamical data that will be used in Excel to perform the thermoeconomical calculations.

La asignatura es eminentemente práctica. Todas las sesiones se realizan en aula de informática.

Se aplica el temario del libro al análisis de dos procesos: uno que será el analizado por toda la clase de manera presencial para aplicar los conceptos teóricos explicados al inicio de cada sesión, y otro que será analizado como trabajo grupal.

El trabajo grupal lo eligen los alumnos a partir de un artículo de www.sciencedirect.com o información de un TFE o aceptan las propuestas que realiza el profesor.

Las clases comienzan realizando una simulación del proceso utilizando Aspen Plus.

En el resto de clases, se utiliza Microsoft Excel y álgebra matricial. De esta manera, las ecuaciones utilizadas pueden aplicarse a un sistema de cualquier complejidad..

Con los datos termodinámicos obtenidos del simulador, se realiza el cálculo de las exergías de las corrientes, y posteriormente los balances de materia, energía y exergía.

A partir de la exergía se realiza el balance de coste exergético.

Posteriormente se realiza una estimación de costes de equipos y con toda la información recopilada hasta este momento se realiza el análisis termoeconómico, obteniendo los costes de todas las corrientes del proceso.

Finalmente se indica cómo realizar un análisis de los resultados, haciendo uso de indicadores termoeconómicos.

La penúltima sesión se deja para que los alumnos puedan trabajar en equipo en clase y así preguntar las dudas al profesor en el aula.

La última sesión se deja para hacer la presentación oral del trabajo.

Respecto al software utilizado en clase:

- Aspen Plus : Para simular el proceso y obtener los datos termodinámicos requeridos.
- Microsoft Excel: para realizar los cálculos matriciales. Resto de sesiones.