



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL
CAMPUS OF
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF
LEARNING ACTIVITIES
PR/CL/001

ingeniería
diseño
industrial

E.T.S. de Ingeniería y Diseño
Industrial

ANX-PR/CL/001-01

LEARNING GUIDE

SUBJECT

565005806 - Introduction To Hybrid Energy Systems

DEGREE PROGRAMME

56DD - Grado Ingeniería En Diseño Industrial Y Desarrollo De Producto

ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2025/26 - 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.....	5
6. Schedule.....	7
7. Activities and assessment criteria.....	10
8. Teaching resources.....	12
9. Other information.....	13

1. Description

1.1. Subject details

Name of the subject	565005806 - Introduction To Hybrid Energy Systems
No of credits	3 ECTS
Type	Optional/elective
Academic year of the programme	Fourth year
Semester of tuition	Semester 8
Tuition period	February-June
Tuition languages	English
Degree programme	56DD - Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Centre	56 - E.T.S. De Ingeniería Y Diseño Industrial
Academic year	2025-26

2. Faculty

2.1. Faculty members with subject teaching role

Name and surname	Office/Room	Email	Tutoring hours *
Jose Sanchez Del Rio Saez		jose.sanchezdelrio@upm.es	Sin horario.
Oscar Martinez Mozos		oscar.mmozos@upm.es	Sin horario.
Sandra Patricia Castaño Solis (Subject coordinator)		sp.castano@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

- Teoría De Circuitos

3.2. Other recommended learning outcomes

- Informática y programación

4. Skills and learning outcomes *

4.1. Skills to be learned

C.12.3. - Conocer las configuraciones de sistemas híbridos de energía más utilizadas, sus componentes y características. También se incluyen los sistemas de medida y la aplicación e implementación de sensores IoT así como estrategias basadas en algoritmos de predicción y clasificación para la mejora de estos sistemas. TIPO: Conocimientos o contenidos.

CE10 - Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE11 - Conocimientos de los fundamentos de la electrónica. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE16 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE24 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas relativas a la optimización del ciclo de vida del producto. Nivel: Conocimiento, análisis y aplicación. TIPO: Competencias

CE27 - Capacidad para realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario un ejercicio consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, de naturaleza profesional, en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE3 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE4 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE8 - Conocimiento de la gestión y metodología del diseño. Técnicas de creatividad e innovación. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG10 - Creatividad. Nivel: Síntesis TIPO: Competencias

CG2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en contextos amplios, siendo capaces de integrar los trabajando en equipos multidisciplinares. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG5 - Comunicar conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin ambigüedades. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG7 - Incorporar las TIC y las tecnologías y herramientas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto en sus actividades profesionales. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés y castellano). Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG9 - Organización y planificación de proyectos y equipos humanos. Trabajo en equipo y capacidad de liderazgo. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

H.13. - Práctica con técnicas aplicables y métodos para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo indagación, análisis y síntesis, considerando además sus limitaciones, en el ámbito propio de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.14. - Aplicar los materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones del ámbito de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.16. - Adquirir conciencia y asumir las implicaciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales de la práctica de la ingeniería. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.7. - Analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente resultados de dichos análisis. TIPO: Habilidades o destrezas.

4.2. Learning outcomes

RA422 - Knowledge of hybrid energy systems and their applications

* 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 goal of this subject is to learn about the most used hybrid energy system configurations, their components and characteristics. Also, the measurement systems and the application and implementation of IoT sensors, as well as strategies based on prediction and classification algorithms to improve these systems.

5.2. Syllabus

1. Introduction
2. Energy sources used in hybrid energy systems for mobility applications
 - 2.1. Batteries
 - 2.2. Supercaps
 - 2.3. Hydrogen based systems
3. Energy sources used in hybrid energy systems for stationary applications
 - 3.1. Renewable energy systems
4. Configuration of hybrid Energy systems
 - 4.1. Mobility applications
 - 4.2. Stationary applications
5. Introduction to machine learning problems
 - 5.1. Definition of a classification problem. Classes vs Instances
 - 5.2. Feature space
 - 5.3. Example problems in Machine Learning: One-shot classification , Time-based classification, example of real world problems
 - 5.4. Metrics for evaluation, Confusion Matrix, Accuracy, F1-Score.
6. Measurement systems and application of IoT systems
 - 6.1. Communication between LoRa modules for hybrid energy systems
 - 6.2. Connecting sensors to LoRa modules for hybrid energy systems
 - 6.3. Introduction to LoRaWAN for hybrid energy systems

6.4. LoRa and IoT platforms: The Things of Stack (TTS) and Ubidots

7. Prediction algorithms

7.1. Embedded AI: Training, deploying and using IA on a Raspberry for hybrid energy systems

7.2. Use of Anaconda for training algorithms to predict magnitudes from previous magnitudes acquired by sensors.

6. Schedule

6.1. Subject schedule*

Week	Type 1 activities	Type 2 activities	Distant / On-line	Assessment activities
1	<p>Introduction Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Energy sources used in hybrid energy systems for mobility applications Duration: 01:00 Lecture</p>			
2	<p>Energy sources used in hybrid energy systems for mobility applications Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Energy sources used in hybrid energy systems for mobility applications Duration: 01:00 Problem-solving class</p>			
3	<p>Energy sources used in hybrid energy systems for mobility applications Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Energy sources used in hybrid energy systems for stationary applications Duration: 01:00 Problem-solving class</p>			
4	<p>Energy sources used in hybrid energy systems for stationary applications Duration: 01:00 Problem-solving class</p> <p>Hybrid energy systems configuration Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Energy sources used in hybrid energy systems for stationary applications Duration: 01:00 Lecture</p>			
5	<p>Hybrid energy systems configuration Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Hybrid energy systems analysis Duration: 01:00 Lecture</p>			

6	<p>Hybrid energy systems analysis Duration: 02:00 Problem-solving class</p> <p>Study case Duration: 02:00 Additional activities</p>			<p>Study Case Individual work Progressive assessment Not Presential Duration: 02:00</p>
7	<p>Introduction to machine learning problems Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Introduction to machine learning problems Duration: 01:00 Problem-solving class</p>			
8	<p>Example problems in Machine Learning Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Example problems in Machine Learning Duration: 01:00 Problem-solving class</p>			
9	<p>Metrics Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Metrics Duration: 01:00 Problem-solving class</p> <p>Evaluation task prediction Duration: 01:00 Additional activities</p>			<p>Evaluation task prediction Individual work Progressive assessment Not Presential Duration: 01:00</p>
10	<p>Measurement systems and application of IoT Duration: 01:00 Lecture</p> <p>Measurement systems and application of IoT Duration: 01:00 Problem-solving class</p>			
11	<p>Measurement systems and application of IoT systems Duration: 01:00 Problem-solving class</p> <p>Prediction algorithms Duration: 01:00 Lecture</p>			
12	<p>Prediction algorithms Duration: 02:00 Problem-solving class</p> <p>Evaluation task IoT Duration: 01:00 Additional activities</p>			<p>Evaluation task IoT Individual work Progressive assessment Not Presential Duration: 01:00</p>

13	Preparation of works and resolution of problems arisen from previous lessons Duration: 02:00 Cooperative activities			
14	Evaluation final projects Duration: 02:00 Additional activities			Evaluation final projects Individual presentation Progressive assessment Presential Duration: 02:00
15				
16				
17				Evaluation final project Individual presentation Global 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.

7. Activities and assessment criteria

7.1. Assessment activities

7.1.1. Assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
6	Study Case	Individual work	No Presential	02:00	30%	0 / 10	CG3 C.12.3. H.13. H.14. CG1 CG5
9	Evaluation task prediction	Individual work	No Presential	01:00	15%	0 / 10	CG3 C.12.3. H.13. CG5 CE3 CG8
12	Evaluation task IoT	Individual work	No Presential	01:00	20%	0 / 10	CG3 H.13. CG2 CG5 CG8
14	Evaluation final projects	Individual presentation	Face-to-face	02:00	35%	5 / 10	H.7. CG3 CG5 CG8

7.1.2. Global examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
17	Evaluation final project	Individual presentation	Face-to-face	02:00	100%	5 / 10	CG3 C.12.3. CG5

7.1.3. Referred (re-sit) examination

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Assessment criteria

Ordinary call:

Progressive evaluation:

The final mark in this course is obtained through continuous evaluation as follows:

30% of study case of hybrid energy system

15% of evaluation task of prediction exercises

20% of evaluation task of IoT exercises

35% of presentation of a final project

The document of the final project, should contains, at least, the following information:

- 1.Front page, including title, author name, e-mail address, tutor name, degree programme, university name and country.
- 2.List of figures, tables and acronyms.
- 3.Abstract.
- 4.Introduction, including the aim of the project, with a briefly description of the problem and how the document organized.
- 5.Problem description.
- 6.Results.
- 7.Discussion.
- 8.Conclusions.

9. References.

The marks could be evaluated between 0-10.

Global evaluation (if the student does not carry out the progressive evaluation):

100% of presentation of a final project (oral presentation of the final project)

Extra-ordinary call:

100% of presentation of a final project (oral presentation of the final project)

8. Teaching resources

8.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
Energy System for Electric and Hybrid Vehicles	Bibliography	IET. DOI: 10.1049/PBTR002E
Hybrid-Renewable Energy Systems in Microgrids : Integration, Developments and Control. Elsevier Science & Technology 2018.	Bibliography	

Joshi, A.V. (2023). Introduction to AI and ML. In: Machine Learning and Artificial Intelligence. Springer, Cham	Bibliography	https://doi.org/10.1007/978-3-031-12282-8_1
? Bharat S. Chaudhari, Marco Zennaro . LPWAN Technologies for IoT and M2M Applications. Elsevier. 2020	Bibliography	ISBN: 9780128188804

9. Other information

9.1. Other information about the subject

This course is related to the sustainable development goals 7 affordable and clean energy and 11 sustainable cities and communities.

Specific learning outcomes:

H.13- Practice with applicable techniques and methods to solve complex problems, carry out complex engineering projects and carry out investigation, analysis and synthesis, also considering its limitations, within the scope of its specialty.

H.3- Practical use for engineering and design problems of computer principles and techniques, which allows the acquisition of other learning outcomes, being aware of the multidisciplinary context of engineering.

H.6- Techniques that allow the acquisition of other learning results, being aware of the multidisciplinary context of the engineering, including aspects of the latest developments.