



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL  
CAMPUS OF  
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF  
LEARNING ACTIVITIES  
PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## LEARNING GUIDE

### SUBJECT

**53001542 - Smart grids**

### DEGREE PROGRAMME

05BG - Master Universitario En Electronica Industrial

### ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2018/19 - 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

## 1. Description

---

### 1.1. Subject details

<b>Name of the subject</b>	53001542 - Smart grids
<b>No of credits</b>	3 ECTS
<b>Type</b>	Optional
<b>Academic year of the programme</b>	First year
<b>Semester of tuition</b>	Semester 2
<b>Tuition period</b>	February-June
<b>Tuition languages</b>	English
<b>Degree programme</b>	05BG - Master universitario en electronica industrial
<b>Centre</b>	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Academic year</b>	2018-19

## 2. Faculty

---

### 2.1. Faculty members with subject teaching role

<b>Name and surname</b>	<b>Office/Room</b>	<b>Email</b>	<b>Tutoring hours *</b>
Jesus Angel Oliver Ramirez	CEI	jesusangel.oliver@upm.es	F - 12:00 - 14:30
Javier Uceda Antolin (Subject coordinator)	CEI	javier.uced@upm.es	M - 12:00 - 14:00

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Electronica Industrial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Other recommended learning outcomes

- Fundamentos de Electrónica de Potencia, Fundamentos de Sistemas Eléctricos de Potencia

## 4. Skills and learning outcomes \*

---

### 4.1. Skills to be learned

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - 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

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB09 - 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

CE01 - Comprender, diseñar y analizar sistemas y componentes electrónicos en el ámbito de la electrónica industrial. Modelización y caracterización de sistemas electrónicos complejos.

CE02 - Ser capaz de desarrollar un proyecto de diseño de un sistema electrónico, identificando sus principales retos, en ámbitos de aplicación tales como el aeroespacial, la automoción, la ingeniería médica, las energías renovables o las comunicaciones

CE03 - Optimizar la gestión energética de los sistemas electrónicos mediante la aplicación de técnicas avanzadas de diseño de circuitos y de métodos de control.

CE05 - Manejo de instrumentos de medida específicos para el diseño y verificación de sistemas electrónicos industriales

CG01 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio

CG02 - Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

CG04 - Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.

CG05 - Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan

CG06 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro de su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

CT01 - Uso de la lengua inglesa

CT02 - Liderazgo de equipos

CT05 - Gestión de la información

CT07 - Trabajo en contextos internacionales

## 4.2. Learning outcomes

RA40 - Revisar los conceptos fundamentales de las redes inteligentes de energía eléctrica

RA42 - Comprender las prestaciones que ofrecen las nuevas arquitecturas de red y las posibilidades que ofrecen en la gestión energética de las mismas

RA43 - Valorar las ventajas e inconvenientes que presenta la integración de las fuentes renovables como la solar fotovoltaica y la eólica, y los sistemas de almacenamiento de energía.

RA44 - Experimentar con buses de corriente alterna y corriente continua en una micro-red real

RA41 - Examinar el rol de la electrónica de potencia en las diferentes arquitecturas de red.

\* 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

En esta asignatura, se abordan los fundamentos de las redes inteligentes de energía eléctrica, conocidas como *smart grids*. De forma especial se presta atención a las micro y nano redes inteligentes de energía eléctrica, que se caracterizan por manejar niveles de potencia alrededor de unos pocos megavatios o cientos de kilovatios.

Se establecen los principios de funcionamiento de estas micro-redes, tanto en corriente continua como en corriente alterna. Se destaca la presencia de generación local basada en fuentes renovables; así como la presencia de unidades de almacenamiento con baterías. en los convertidores electrónicos de potencia como elementos de interfaz entre las fuentes primarias (solar, eólica, etc), las unidades de almacenamiento y el bus de distribución. Se estudian los sistemas de distribución de la potencia demandada mediante controladores tipo *droop*, se analizan los controles, sistemas de sincronización y modulación de ancho de impulso.

Se muestran diferentes casos prácticos que se ilustran con modelos de simulación en un entorno *Matlab/Simulink*

## 5.2. Syllabus

1. Introduction to Smart Grids and Microgrids
2. Architectures of AC and DC Microgrids. Different topologies
3. The role of Power Electronics in Smart Grids and Microgrids
4. AC Microgrids. Power Converters in AC Microgrids. Grid-connected mode. Islanded mode. Hierarchical Control
  - 4.1. Grid-forming power converters
  - 4.2. Grid-feeding power converters
  - 4.3. Grid-supporting power converters
5. Synchronization Techniques. PLLs, DSOGI, etc.
6. PWM Techniques. Space Vector Modulation
7. Park Transformation review. dq controllers in power converters
8. An exercise of a 3-phase power inverter in grid-connected mode using Matlab/Simulink
9. DC Microgrids. Advantages and disadvantages in DC Power Distribution
10. Power Converters in DC Distribution. Droop Control in DC Microgrids
11. DC Bus Signalling as a control strategy in DC distribution. Models and Simulation

## 6. Schedule

### 6.1. Subject schedule\*

Week	Face-to-face classroom activities	Face-to-face laboratory activities	Other face-to-face activities	Assessment activities
1	<b>Introducción to Smart Grids and Microgrids</b> Duration: 02:00			
2	<b>Review of basic concepts in Power Systems and Power Electronics</b> Duration: 02:00			
3	<b>Power architectures in Microgrids. Droop Control</b> Duration: 02:00			
4	<b>Power Converters in AC Microgrids</b> Duration: 02:00			
5		<b>Matlab/Simulink for modeling and simulation in microgrids</b> Duration: 02:00		
6	<b>Grid-forming, grid-feeding and grid-supporting power converters. Hierarchical Control</b> Duration: 02:00			
7	<b>Break</b> Duration: 03:00			
8	<b>Grid synchronization techniques</b> Duration: 03:00			
9	<b>PWM Techniques. Space Vector Modulation</b> Duration: 03:00			<b>Check the modeling and simulation skills using Matlab/Simulink</b>  Continuous assessment Duration: 00:00
10		<b>Design of a SRF-PLL as a synchronization circuit</b> Duration: 02:00		
11	<b>DC Power Distribution. DC Microgrids</b> Duration: 03:00			



12		Using Matlab/Simulink to model and simulate a 3-phase power inverter operating as grid-supporting mode Duration: 02:00		
13			Review of the assigned homework Duration: 03:00	
14			Review of the assigned homework Duration: 03:00	
15			Review of the assigned homework Duration: 03:00	
16				<b>Homework Review and Evaluation</b>  Final examination Duration: 01:30
17				

The independent study hours are training activities during which students should spend time on individual study or individual assignments.

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 subject schedule is based on a previous theoretical planning of the subject plan and might go through experience some unexpected changes along throughout the academic year.

## 7. Activities and assessment criteria

### 7.1. Assessment activities

#### 7.1.1. Continuous assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
9	Check the modeling and simulation skills using Matlab/Simulink		Face-to-face	00:00	20%	5 / 10	CG01 CG04 CG05 CB09 CT01 CT05 CT07 CB06 CE02 CE03 CB08 CT02 CE01 CE05 CG02 CG06 CB07

#### 7.1.2. Final examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
16	Homework Review and Evaluation		Face-to-face	01:30	100%	5 / 10	CG01 CG04 CG05 CB09 CT01 CT05 CT07 CB06 CE02 CE03 CB08 CT02 CE01 CE05 CG02 CG06 CB07

### 7.1.3. Referred (re-sit) examination

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Assessment criteria

Evaluation will be done through the analysis of individual projects assigned to the students. These projects will account 100% of the final grade