



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001877 - Three phase rectifiers and inverters**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingenieria Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001877 - Three phase rectifiers and inverters
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AZ - Master universitario en ingeniería industrial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jesus Angel Oliver Ramirez (Coordinador/a)	Despacho	jesusangel.oliver@upm.es	L - 15:30 - 17:30 contactar por email

\* 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

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

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Circuit Analysis
- Linear Control Theory
- Power Electronics

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

- (a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
- (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- (g) - COMUNICA. Habilidad para comunicar eficazmente.
- (i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.
- (j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.

(I) - ES BILINGÜE. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).

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

CE07 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA257 - Analizar Convertidores Trifásicos de Potencia

RA259 - Diseñar controladores para convertidores electrónicos de potencia

RA258 - Modelizar convertidores electrónicos de potencia

RA176 - Obtención y utilización adecuada de modelos lineales de sistemas ingenieriles

RA177 - Diseño de controladores industriales en sistemas SISO

RA352 - Analizar y diseñar rectificadores trifásicos de potencia

RA353 - Analizar y diseñar inversores trifásicos de potencia

RA119 - Valoración y validación del resultado obtenido.

RA129 - Utilizan los programas o el instrumental de forma avanzada

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The main objectives of this subject is that the students acquire knowledge on the theoretical and applied aspects in the field of three phase rectifiers and inverters .

The subject provides the student the mathematical tools needed model and control three phase rectifiers and inverters connected to the grid.

This subject also covers different modulation techniques that can be applied and shows their implementation.

There is a chapter focused on the main topologies of inverters both two-level and three-level, and unidirectional

rectifiers.

In order to get a clear understanding on the impact of the design decisions on the efficiency and size of the converters, a chapter covers both the estimation of losses in semiconductor devices and the design of magnetic components.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentals
  - 1.1. DC/AC Half-Bridge Converter
  - 1.2. DC/AC Full-Bridge Converter
2. Space Vectors and Alpha/Beta Transformations
  - 2.1. Space-Vectors
  - 2.2. Alpha/Beta transformation
  - 2.3. DQ transformation
  - 2.4. PLL
3. Modulation Techniques
  - 3.1. Sinusoidal Modulation
  - 3.2. Zero sequence injection
  - 3.3. Space Vector Modulation
4. Topologies
  - 4.1. Two-Level and Three-Level Inverters
  - 4.2. Unidirectional Rectifiers
5. Component Selection
  - 5.1. Active Devices Losses and Thermal Modeling
  - 5.2. Inductor Design
  - 5.3. LCL Filter Design
  - 5.4. EMI filters

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>T1 Introducción. HB Converter Analysis</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>T1 Half-Bridge Distortion. Current Control</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		<b>HW1 Simulation of Half-Bridge Converter with control</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>HW1 Half-Bridge Simulation Example</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
4	<b>T2 Space Vectors and alpha eta transformation</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>T2 DQ Transformation and PLLs</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6		<b>HW2 Three-phase VSI simulation</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>HW2 Three-phase VSI simulation</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
7	<b>T3 Modulation Techniques</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>HW3 Zero Sequence Injection Simulation</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>HW3 Zero Sequence Injection Simulation</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
8	<b>T4 Topologies. Inverters</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>HW4 Three-Level VSI Simulation</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>HW4 Three-Level Inverter Simulation</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
9	<b>T4 Topologies. Rectifiers</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>T5 Component Selection. Losses in Semiconductors. Thermal Models</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>T5 Inductor Design.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>HW 5 Inductor Design</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>HW5 Inductor Design</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00

12	<b>T5 LCL Filters. EMI Filters</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>LCL Filter Design</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13			<b>Final Project Review</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Final Project Review</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00
14				
15				
16				
17				<b>Final Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00

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
3	HW1 Half-Bridge Simulation Example	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	6%	5 / 10	CB06 (e) (l) (a) (j) (i)
6	HW2 Three-phase VSI simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) (j) CB06 (e) (i)
7	HW3 Zero Sequence Injection Simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) CB06 (e) (j) (i)
8	HW4 Three-Level Inverter Simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	CB06 (e) (l) CE07 (a) (j)
11	HW5 Inductor Design	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) (j) (i) CB06 (e)

13	Final Project Review	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	40%	5 / 10	(e) (l) CE07 (a) (g) CB06 (j) (i)
17	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	5 / 10	

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	HW1 Half-Bridge Simulation Example	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	6%	5 / 10	CB06 (e) (l) (a) (j) (i)
6	HW2 Three-phase VSI simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) (j) CB06 (e) (i)
7	HW3 Zero Sequence Injection Simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) CB06 (e) (j) (i)
8	HW4 Three-Level Inverter Simulation	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	CB06 (e) (l) CE07 (a) (j)
11	HW5 Inductor Design	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	6%	5 / 10	(l) CE07 (a) (j) (i) CB06 (e)

13	Final Project Review	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	40%	5 / 10	(e) (l) CE07 (a) (g) CB06 (j) (i)
17	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	5 / 10	

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Along the course there will home work assignments that will start during the class and that they will have to be completed two weeks later

Homework delivered after the corresponding deadline will count 50%

There will be a final project to be done during the course about a complete design of a three phase rectifier or inverter including the control.

Weighting of the activities on the final grade:

Homework assignments 30%

Final Project 40%

Final Exam 30%

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Voltage-Sourced Converters in Power Systems: Modeling, Control and Applications	Bibliografía	Voltage-Sourced Converters in Power Systems: Modeling, Control and Applications Amirnaser Yazdani, Reza Iravini
Slides	Bibliografía	Slides with the main contents of the classes
Computers	Equipamiento	Computers for simulations
MATLAB/Simulink	Otros	Software for desing and simulation of controllers
Grid Converters for PV and Wind Power Systems	Bibliografía	Grid Converters for PV and Wind Power Systems Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodríguez