



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Aplicaciones de Electrónica de Potencia
Código	DEA-GITI-448
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Cuarto Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	4,5 ECTS
Carácter	Optativa (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Pablo García González
Horario	Horario de mañana
Horario de tutorías	Pedir cita por email

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Johel Jose Rodriguez D'Derlee
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jjrodriguez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Pablo García González
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [Despacho en la 5ª planta, Dirección ICAI]
Correo electrónico	pablo@comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Aurelio García Cerrada
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-218]
Correo electrónico	Aurelio.Garcia@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Manuel Nieves Portana
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	mnieves@icai.comillas.edu



## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

### Aportación al perfil profesional de la titulación

Los convertidores de electrónica de potencia son esenciales para la integración de los recursos energéticos distribuidos y en la operación de las redes eléctricas. Esta asignatura se centra en el análisis de los convertidores básicos: fundamentalmente CA-CC y CC-CA y, con menor detalle, CC-CC. También se analizan algunas de sus aplicaciones y sus principios de control.

Este curso es introductorio, por lo que se profundizará más en los principios de funcionamiento y aplicaciones que en los detalles tecnológicos.

### Prerequisitos

Un curso de circuitos eléctricos (CC y CA)

Un curso básico de electrotecnia

Conocimientos de series de Fourier

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

<b>CG03</b>	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

##### ESPECÍFICAS

<b>CEE02</b>	Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones
<b>CEE06</b>	Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones
<b>CEE07</b>	Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

#### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Analizar circuitos con señales periódicas.
<b>RA2</b>	Calcular variables eléctricas con señales periódicas (potencia, energía, valor eficaz, etc.)
<b>RA3</b>	Caracterizar convertidores electrónicos y su impacto en los puntos de conexión (factor de potencia, THD, etc.), con especial atención su impacto en la calidad de potencia de la red eléctrica.
<b>RA4</b>	Analizar convertidores electrónicos básicos y extender la metodología a otros convertidores.



<b>RA5</b>	Conocer y analizar las principales aplicaciones de los convertidores electrónicos en el contexto de la ingeniería eléctrica.
<b>RA6</b>	Entender el papel de la electrónica de potencia en los sistemas de energía eléctrica, con especial atención a los recursos energéticos distribuidos.
<b>RA7</b>	Analizar el impacto de los convertidores electrónicos en la calidad de potencia del suministro eléctrico

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1: Teoría

##### TEMA 1: INTRODUCCIÓN

- 1.1 ¿Qué es la electrónica de potencia? Ejemplos de aplicación
- 1.2 Principios de funcionamiento de un convertidor
- 1.3 Resolución de circuitos con fuentes periódicas
- 1.4 Calidad de potencia: definiciones y cálculo de las magnitudes básicas

##### TEMA 2: CONVERTIDORES CA-CC. RECTIFICADORES

- 2.1 Introducción: diodo ideal/real y principios de conmutación
- 2.2 Rectificador monofásico de doble onda sin controlar: Análisis y dimensionamiento. Filtro LC y filtro C.
- 2.3 Rectificadores monofásicos controlados.
- 2.4 Rectificadores trifásicos controlados y sin controlar
- 2.5 Ejemplo de aplicación: sistema de transporte de energía en corriente continua (HVDC)

##### TEMA 3: CONVERTIDORES CC-CA: INVERSORES

- 3.1 Introducción: transistor ideal/real y principios de conmutación
- 3.2 Inversor monofásico: onda cuadrada y control mediante PWM unipolar y bipolar
- 3.3 Inversor trifásico: onda cuadrada y control mediante PWM
- 3.4 Transformada de Park y control de inversores
- 3.5 Ejemplo de aplicación: compensador de potencia reactiva (STATCOM)

##### TEMA 4: CONVERTIDORES CC-CC

- 4.1 Principios de funcionamiento
- 4.2 Convertidores CC-CC básicos: reductor, elevador e inverso.

#### BLOQUE 2: Laboratorio



## PRACTICAS

Simulación detallada del sistema de control de potencia real ( $p$ ) y reactiva instantánea ( $q$ ) de un inversor conectado a la red eléctrica.

- Diseño de los reguladores en ejes  $dq$
- Implementación del sistema de control:
  - Modelo detallado del sistema eléctrico y del inversor trifásico incluyendo los semiconductores
  - Inversor trifásico controlado mediante PWM
  - Reproducción detallada de la cadena de medida, incluyendo los sensores del tensión y corriente, el filtrado de las medidas y las transformaciones matemáticas para poder implementar un control desacoplado en ejes  $dq$

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

Dentro de la dinámica de clase se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

1. **Clase magistral y presentaciones generales.** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.
2. **Resolución de problemas de carácter práctico.** Resolución de unos primeros problemas en el aula para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
3. **Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o pequeños proyectos. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación. El trabajo realizado deberá presentarse mediante informes o en un cuaderno de laboratorio.

### Metodología No presencial: Actividades

1. **Estudio de conceptos teóricos.** Estudio individual por parte del alumno del material presentado. Se incluye el tiempo de estudio para la preparación de pruebas cortas y exámenes.
2. **Resolución de problemas de carácter práctico.** Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
3. **Prácticas de laboratorio.** Las prácticas de laboratorio requerirán la realización de un trabajo previo de preparación.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
24.00	15.00	6.00
HORAS NO PRESENCIALES		



Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
48.00	30.00	12.00

**CRÉDITOS ECTS: 4,5 (135,00 horas)**

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Examen Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> </ul> <p>Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura, en la convocatoria ordinaria. La nota mínima del examen final en la convocatoria extraordinaria es 4,5.</p>	50
Pruebas de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	30
Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos y a la realización de prácticas en el laboratorio.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.</li> <li>• Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	20

### Calificaciones

La asistencia a clase es obligatoria, según el artículo 93 de las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio.

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria



ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

### Convocatoria ordinaria

- 50% la nota del examen final. Para aprobar la asignatura es necesario una nota mínima de 4 en dicho examen.
- 30% la nota de las pruebas intermedias de seguimiento.
- 20% la nota de laboratorio.

### Convocatoria Extraordinaria

- 50% la nota del examen final en convocatoria extraordinaria. Para aprobar la asignatura es necesario una nota mínima de 4,5 en dicho examen.
- 30% la nota de las pruebas intermedias de seguimiento.
- 20% la nota del laboratorio. Los estudiantes que hayan suspendido la asignatura y obtenido una nota inferior a 4 en el laboratorio serán examinados del mismo en convocatoria extraordinaria.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.	Después de cada clase	
Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
Preparación de pruebas intermedias	Al finalizar cada tema	
Informes / cuaderno de laboratorio	Antes, durante y después del laboratorio	Se revisa en cada sesión de laboratorio
Preparación examen final	Diciembre	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

D.H. Hart. Power Electronics. McGraw-Hill, 2010

### Bibliografía Complementaria

- Mohan, N.; Undeland, T.M. and Robbins, W.P. Power Electronics: Converters, Applications and Design. 3<sup>Rd</sup> edition. Wiley, 2003
- Mohan, N. Power Electronics. A first course. Wiley. 2011.
- Erickson, R.W; Maksimovic, D. Fundamentals of Power Electronics. Springer. 2001.



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE**

**2021 - 2022**

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

## Planificación

Semana	Hora	Teoría	Problemas	Lab	Examen	Tema	Lección
1	1	1				Introducción	Ejemplos de aplicación y convertidor genérico
1	2	2				Introducción	Repaso series de Fourier
1	3	3				Introducción	Resolución de circuitos con señales periódicas
2	4	4				Introducción	Calidad de Potencia
2	5	5	1			Introducción	Problemas
2	6	6		1		Introducción	Prueba
3	7	7				CA-CC	Introducción: diodo ideal/real, principios de conmutación y ejemplo
3	8	8				CA-CC	Puente completo con corriente constante
3	9	9				CA-CC	Puente completo con filtro L y LC
4	10	10				CA-CC	Rectificador controlado
4	11	11	2			CA-CC	Problemas
4	12	12				CA-CC	Rectificador trifásico
5	13	13				CA-CC	Ejemplo de aplicación: HVDC
5	14	14	3			CA-CC	Problemas
5	15	15		2		CA-CC	Prueba
6	16	16				CC-CA	Monofásico con onda cuadrada: interruptores ideales
6	17	17				CC-CA	Monofásico con onda cuadrada: interruptores reales
6	18	18				CC-CA	Monofásico con PWM bipolar-unipolar
7	19	19	4			CC-CA	Problemas
7	20	20				CC-CA	Inversor trifásico con onda cuadrada
7	21	21				CC-CA	Inversor trifásico con PWM
8	22	22	5			CC-CA	Problemas
8	23	23				CC-CA	Transformada de Park
8	24	24				CC-CA	Transformada de Park y análisis de circuitos
9	25	25				CC-CA	Principios de control de inversores
9	26			1		Lab	Simulación dinámica de circuitos trifásicos
9	27			2		Lab	Simulación dinámica de circuitos trifásicos
10	28	26	6			CC-CA	Problemas
10	29			3		Lab	Simulación y control de inversores
10	30			4		Lab	Simulación y control de inversores
11	31	27				CC-CA	Ejemplo de aplicación: STATCOM
11	32			5		Lab	Simulación y control de inversores
11	33			6		Lab	Simulación y control de inversores
12	34	28		3		CC-CA	Prueba
12	35	29				CC-CC	Principios de funcionamiento. Convertidor reductor
12	36	30				CC-CC	Convertidor reductor
13	37	31				CC-CC	Convertidores elevador e inverso
13	38	32	7			CC-CC	Problemas
13	39	33	8				Repaso
	40	34		4			Examen Final
	41	35		5			Examen Final
	42	36		6			Examen Final