

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	<b>Potencia y Energía</b>
Código	<b>DEA-TEL-322</b>
Titulación	<b>Grado en Ingeniería Telemática</b>
Curso	<b>3º</b>
Cuatrimestre	<b>2º</b>
Créditos ECTS	<b>4,5 ECTS</b>
Carácter	<b>Obligatoria</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	<b>Sistemas de Control y Electrónica de Potencia</b>
Universidad	<b>Universidad Pontificia Comillas</b>
Horario	
Profesores	<b>Aurelio García Cerrada y Pablo García González</b>
Descriptor	

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Aurelio García Cerrada</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	<b>Sistemas de Control y Electrónica de Potencia</b>
Despacho	<b>D-218</b>
e-mail	<b>aurelio@comillas.edu</b>
Horario de Tutorías	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Pablo García González</b>
Departamento	<b>Electrónica, Automática y Comunicaciones</b>
Área	<b>Sistemas de Control y Electrónica de Potencia</b>
Despacho	<b>Dirección ICAI</b>
e-mail	<b>pablo@comillas.edu</b>
Horario de Tutorías	

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Telemática, esta asignatura pretende explicar la importancia de la energía eléctrica en el desarrollo de las tecnologías de la información y presentar las tecnologías básicas que se utilizan para la generación de esta energía y, sobre todo, su transformación para que pueda ser utilizada por los modernos circuitos electrónicos. Dado que la electrónica de potencia juega un papel esencial en todo el proceso, este curso gira en torno a los fundamentos de esta tecnología para dotar a los futuros graduados de las herramientas suficientes para entender y evaluar de forma crítica su contribución en los aparatos y procesos con los que este tipo de graduado puede encontrarse en su vida profesional. La exposición teórica de la materia se completará con experimentos de laboratorio seleccionados para ilustrar los principios fundamentales. En el laboratorio también se pretende familiarizar al alumno con la instrumentación fundamental y los procedimientos que comportan un uso seguro de los distintos elementos.

#### Prerrequisitos

Un curso elemental en circuitos eléctricos cc y ca

### Competencias - Objetivos

#### Competencias Genéricas del título-curso

CGT1. Capacidad para redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden (CIN 352/2009), la concepción y el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

CGT3. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CGT4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.

CGT5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación

CGT6. Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CGT7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CGT9. Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinario y en un entorno bilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

**Competencias comunes de la rama**

CRT11. Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.

Resultados de Aprendizaje <sup>1</sup>
<p><b>Conocer la importancia de la energía eléctrica en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).</b></p> <p>RA1. Entiende los principios básicos de la generación convencional de la energía eléctrica.</p> <p>RA2. Entiende los principios básicos del transporte y distribución de la energía eléctrica.</p> <p>RA3. Conoce requerimientos energéticos básicos de los circuitos para comunicaciones y tratamiento de la información (TIC).</p>
<p><b>Conocer y entender los circuitos electrónicos para la conversión corriente alterna-corriente continua.</b></p> <p>RA4. Conoce las topologías básicas para los circuitos electrónicos para la conversión corriente alterna-corriente continua.</p> <p>RA5. Conoce y entiende la interacción entre los convertidores corriente alterna-corriente continua y la red eléctrica.</p> <p>RA6. Sabe analizar los circuitos electrónicos más comunes para la conversión corriente alterna-corriente continua, en régimen permanente.</p> <p>RA7. Sabe dimensionar los elementos principales en los circuitos para la conversión corriente alterna-corriente continua.</p>
<p><b>Conocer y entender los circuitos electrónicos para la conversión corriente continua-corriente continua.</b></p> <p>RA8. Conoce las topologías básicas para los circuitos electrónicos para la conversión corriente continua-corriente continua.</p> <p>RA9. Sabe analizar los circuitos electrónicos más comunes para la conversión corriente continua-corriente continua.</p> <p>RA10. Sabe dimensionar los elementos principales en los circuitos para la conversión corriente continua-corriente continua.</p> <p>RA11. Entiende el principio de los modelos en variables medias.</p> <p>RA12. Entiende la importancia y la utilidad del control en lazo cerrado en los dispositivos electrónicos para la conversión corriente continua-corriente continua.</p>
<p><b>Conocer y entender la función de la fuente de alimentación en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)</b></p> <p>RA13. Conoce los fundamentos de los transformadores para convertidores electrónicos.</p> <p>RA14. Sabe dimensionar los elementos principales de una fuente de alimentación electrónica.</p>

---

1

Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia.

**Conocer y entender los circuitos electrónicos para la conversión corriente continua-corriente alterna y su aplicación para las energías renovables.**

RA15. Sabe analizar el comportamiento en régimen permanente de los convertidores electrónicos corriente continua-corriente alterna.

RA16. Entiende cómo se controla la tensión y la frecuencia de salida en los convertidores electrónicos corriente continua-corriente alterna.

RA9. Entiende cómo puede contribuir la electrónica de potencia a mejor aprovechamiento de las redes eléctricas.

**Conocer y entender fuentes renovables para la generación de energía eléctrica.**

RA17. Conoce los principios básicos de la generación eólica

RA18. Conoce los principios básicos de la generación fotovoltaica

RA19. Conoce los retos principales para la incorporación de las energías renovables en la red eléctrica.

**Conocer y comprender la importancia de las normas de compatibilidad electromagnética para los dispositivos electrónicos de potencia.**

RA20. Entiende la naturaleza de las perturbaciones producidas en la red eléctrica y en otros usuarios por los equipos de electrónica de potencia.

RA21. Conoce los procedimientos que se utilizan habitualmente para mejorar la compatibilidad electromagnética de los equipos de electrónica de potencia

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

El programa de la asignatura se articula en torno a la generación y uso de la energía eléctrica con la ayuda de la electrónica de potencia, con especial hincapié en la alimentación de los dispositivos de comunicación y tratamiento de la información.

### BLOQUE 1: Introducción

#### Tema 1: INTRODUCCIÓN.

- 1.1 La importancia de la energía en la sociedad de la información.
- 1.2 ¿Qué es la electrónica de potencia?
- 1.3 Aplicaciones: CC-CC, CA-CC, CC-CA, CA-CA

### BLOQUE 2: Convertidores electrónicos de potencia

#### TEMA 2: CONVERTIDORES CC-CC

- 2.1 Principios. El transistor de potencia. Valor medio y eficaz. Convertidor CC-CC reductor en régimen permanente: Formas de Onda.
- 2.2 CC-CC reductor: Cálculo de las magnitudes fundamentales. Conducción ininterrumpida vs conducción interrumpida. Dimensionamiento. Pérdidas.
- 2.3 CC-CC elevador y elevador reductor: Formas de onda y cálculo de las magnitudes fundamentales. Procedimiento general de análisis del régimen permanente. Convertidor CC-CC de cuatro cuadrantes.
- 2.4 Modelo en variables medias de un convertidor CC-CC reductor. Introducción al problema del control de un convertidor CC-CC.

#### TEMA 3: CONVERTIDORES CC-CC CON AISLAMIENTO GALVÁNICO

- 3.1 Principios de circuitos magnéticos.
- 3.2 Convertidor Flyback: análisis en régimen permanente, formas de onda y dimensionamiento.
- 3.3 Convertidor CC-CC forward: análisis en régimen permanente, formas de onda y dimensionamiento

#### TEMA 4: CONVERTIDORES CA-CC. RECTIFICADORES

- 4.1 Introducción a los circuitos rectificadores. Factor de potencia y THD. Armónicos en sistemas eléctricos.
- 4.2 Rectificador monofásico de doble onda sin controlar: Análisis y dimensionamiento. Filtro LC y filtro C.
- 4.3 Rectificadores monofásicos controlados.
- 4.4 Corrección del factor de potencia.
- 4.5 Rectificadores trifásicos.

#### TEMA 5: CONVERTIDORES CC-CA. INVERSORES

- 5.1 Principios de conversión CC-CA: fuentes de intensidad y fuentes de tensión.
- 5.2 Convertidores CC-CA fuente de tensión monofásicos y trifásicos: Análisis y dimensionamiento. PWM.

### BLOQUE 3: La energía eléctrica

#### TEMA 6: ENERGÍA ELÉCTRICA Y MEDIO AMBIENTE

- 6.1 Introducción a los sistemas eléctricos.
- 6.2 Generación eléctrica convencional.
- 6.3 Generación eléctrica no convencional: fotovoltaica, eólica y con pilas de combustible.
- 6.4 Generación convencional vs generación distribuida. El papel de la electrónica de potencia

## **BLOQUE 4: Temas complementarios**

### **TEMA 7: COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

**7.1** Perturbaciones electromagnéticas debidas a la electrónica de potencia. Clasificación.

**7.2** Perturbaciones conducidas de modo común y de modo diferencial. Fundamentos y medida. Señales de banda ancha y de banda estrecha.

**7.3** Normativas de compatibilidad electromagnética: principios y ejemplos

**7.4** Generación convencional vs generación distribuida. El papel de la electrónica de potencia.

### **TEMA 8: MODELADO Y CONTROL DE CONVERTIDORES CC-CC**

**8.1** Modelo en variables medias de un convertidor CC-CC reductor.

**8.2** Introducción al problema del control de un convertidor CC-CC.

**8.3** Alternativas para el control de fuentes de alimentación.

**8.4** Circuitos electrónicos para el control de fuentes de alimentación.

### **PROGRAMA DE LABORATORIO**

- Simulación en electrónica de potencia
- Estudio de un convertidor CC-CC en régimen permanente
- Estudio de un convertidor CC-CC en régimen transitorio
- Estudio de una fuente de alimentación conmutada.

## 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

- 1. Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
- 2. Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
- 3. Prácticas de laboratorio.** Se realizará en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el laboratorio. También se trabajarán ejemplos de simulación de circuitos electrónicos de potencia.
- 4. Tutorías** se dispondrá de un horario de tutoría donde se podrá orientar al alumno en su proceso de aprendizaje y en el que los alumnos podrán consultar sus dudas sobre la materia del curso con el profesor.

### Metodología No presencial: Actividades

- 1.** Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
- 2.** Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
- 3.** Resolución en grupo de problemas y esquemas de los conceptos teóricos.
- 4.** El trabajo no presencial sirve para consolidar los conocimientos adquiridos por los alumnos en las actividades presenciales.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
26	7	6	6
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
32	14	12	32
<b>CRÉDITOS ECTS: 4,5 (135 horas)</b>			

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen Final</li> <li>• Pruebas de seguimiento</li> </ul>	<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 resultados</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	70%
Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura.		
Trabajos del alumno: Individuales y en grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación y comunicación oral y escrita.</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>- Iniciativa.</li> </ul>	15%
Cuaderno, informes de laboratorio y preguntas individuales en el examen, sobre el trabajo de 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>	15%

### Calificaciones.

#### Calificaciones

**Nota: 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.

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 70% la nota de los exámenes y pruebas. La nota del examen final supondrá un 50% de la nota final en la asignatura, las pruebas de seguimiento contribuirán un 20%. En cualquier caso, para aprobar la asignatura se exigirá una nota mínima de 4 en el examen final.
- La calificación de los trabajos y ejercicios propuestos por el profesor para su realización de forma individual o en grupo contribuirán con un 10% a la nota final.

- La calificación obtenida por el cuaderno de laboratorio, los informes solicitados, el trabajo en el laboratorio, la preparación de las prácticas (10%) y posibles preguntas sobre el trabajo de laboratorio en el examen de la convocatoria ordinaria (10%), contribuirá con un 20% a la nota final.

#### **Convocatoria Extraordinaria**

- Un 20% la nota que obtuvo el alumno por su rendimiento en el laboratorio (cuaderno, informes, preparación de prácticas) promediada con la nota obtenida en las preguntas, sobre el trabajo de laboratorio, en el examen de la convocatoria extraordinaria (10%+10%). Este promedio se calculará solo si la nota del cuaderno + informes + preparación de prácticas fue igual o superior a 4. En caso contrario, el alumno tendrá que hacer un examen extraordinario de laboratorio también y su nota pesará un 20% en la calificación final.
- Un 10% la nota media de las pruebas intermedias de seguimiento realizadas durante el curso.
- Un 70% la nota del examen de la convocatoria extraordinaria, siendo necesario obtener más de 4 puntos en este examen.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>2</sup>

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto</li> </ul>	Después de cada clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de los problemas propuestos</li> </ul>	Cada semana	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega de los problemas propuestos</li> </ul>		Cada semana
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase</li> </ul>	Aprox: Semanas: 4, 9 y 15	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de exámenes</li> </ul>	Diciembre	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración del cuaderno de laboratorio e informes</li> </ul>	En cada sesión de laboratorio	6 últimas semanas del curso

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica
<ul style="list-style-type: none"> <li>D.H. Hart. Power Electronics. McGraw-Hill, 2010</li> </ul>
Bibliografía Complementaria
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mohan, N.; Undeland, T.M. And Robbins, W.P. Power Electronics: Converters, Applications and Design. 3<sup>Rd</sup> edition. Wiley, 2003</li> <li>Mohan, N. Power Electronics. A first course. Wiley. 2011.</li> <li>Mohan, N. Electric Power Systems: A first course. Wiley. 2012</li> <li>Erickson, R.W; Maksimovic, D. Fundamentals of Power Electronics. Springer. 2001.</li> <li>Tihanyi, L. "EMC in Power Electronics". IEEE Press, 1995.</li> <li>Patel, M.R. "Spacecraft Power Systems" CRC Press.2004.</li> </ul>

## FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

<sup>2</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

## PLANIFICACIÓN DETALLADA

### POWER AND ENERGY YEAR 3, ITL

					RECOMMENDED	In-Class work	Self-study
					ACTIVITIES		
W	S	THEME	ACTIVITIES	(From course material)			
1	1	INTRO	An introduction to Power Electronics			3	3
	2	DC-DC	Buck Converter. Switches and Losses,	1.1.1 (buck)			
	3		mean value and RMS value				
2	4		Buck Converter (cont.)			3	9
	5		Boost converter and buck-boost	1.1.2 ,1.1.3 (buck)			
	6		Exercise buck converter	1.1.4, 1.1.5 (boost)			
3	7		Capacitor ripple in buck converter. Example of boost	1.1.11, 1.1.12(buck-boost)	3	9	
	8		Example from Erickson's book	Erickson's examples			
	9		Circuits to describe losses: example with buck and boost				
4	10		Transformers in DC-to-DC converters, Flyback	DC-to-DC conv.	3	9	
	11		and forward	Exercises: 1.1.13,			
	12		One example with transformer: Flyback	1.1.14 (forward)			
				and 1.1.15 SEPIC			
5	13		QUIZ 1: DC-to-DC converters		3	3	
	14		Examples for loss calculation in steady state: Cuk				
	15		Interrupted current. PWM generation. Full bridge.				
6	16	AC-DC	Rectifiers: Introduction, RMS and average values,	Exercises: 2.1.1-2.1.6	3	3	
	17		Power Factor, and $\cos(\phi)$ .	AC-to-DC converters			
	18		output filter design				
7	19		Exercises with AC-DC converters		3	6	
	20		Interrupted vs uninterrupted inductor current.				
	21		Review: From AC to controlled DC				
8	22	SIM	Introduction to power electronics simulation		3	6	
	23		in computer room				
	24		QUIZ 2: AC-to-DC converters	Simulation of a DC-to-DC converter			
9	25	LABSIM	Simulation in open loop of a buck DC-DC converter		3	6	
	26	LABSIM					
	27	DC-AC	Introduction to DC-AC converters				
10	28	LABSIM	Simulation in closed loop of a buck DC-DC converter		3	6	
	29	LABSIM		Exercises 3.0.11 to			
	30		Solar and Wind generation	3.0.13 (DC-AC)			

<b>W</b>		<b>THEME</b>	<b>ACTIVITIES</b>	<b>(From course material)</b>		
<b>11</b>	31	<b>LAB</b>			3	6
	32	<b>LAB</b>	Lab work in open loop with a buck DC-DC converter			
	33					
			Cont. solar and wind generation.			
<b>12</b>	34	<b>LAB</b>			3	6
	35	<b>LAB</b>	Lab work in closed loop with a buck DC-DC converter	Read notes from Tihanyi's		
	36			Book (EMC)		
			Phasors and Power flow control in AC systems			
<b>13</b>	37	<b>LAB</b>		Review results in lab	3	6
	38	<b>LAB</b>	Lab work with AC-DC + DC-DC			
	39					
			Phasors and Power flow control in AC systems, exercises DC-AC			
<b>14</b>	40				3	6
	41		Exercises on Power flow in AC systems			
	42		Possible QUIZ 3: DC-AC converters			
<b>15</b>	43	<b>EMC</b>		Exercises to be proposed	3	3
	44		Electromagnetic compatibility of power electronics			
	45					
<b>16</b>	46	<b>EXAMS</b>			3	

**Total number of  
hours**                      48   87