



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre Completo	Potencia y Energía
Código	DEA-GITT-423
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación y Grado en ADE [Cuarto Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Cuarto Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	4,5
Carácter	Básico
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Aurelio García Cerrada
Horario de tutorías	Previa petición de cita

Datos del profesorado	
<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@comillas.edu
Teléfono	2421
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jaime de la Peña Llerandi
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Despacho Departamento Electrónica, Automática y Comunnunicaciones
Correo electrónico	jpllerandi@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Matías Juan Sánchez Mingarro
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	mjsanchez@comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA



## Contextualización de la asignatura

### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado, esta asignatura pretende explicar la importancia de la energía eléctrica en 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 los modernos circuitos electrónicos. Dado el papel de la electrónica de potencia en todo el proceso, este curso gira en torno a los fundamentos de esta tecnología para dotar a los futuros graduados de herramientas para entender y evaluar su contribución en los aparatos y procesos con los que pueden encontrarse en su vida profesional. La exposición teórica de la materia se completará con experimentos de laboratorio. Con ellos 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

#### GENERALES

<b>CG04</b>	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.
<b>CG06</b>	Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
<b>CG07</b>	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

#### ESPECÍFICAS

<b>CRT11</b>	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

<b>RA1</b>	Entender la importancia de la energía eléctrica en los sistemas de comunicaciones
<b>RA2</b>	Entender las herramientas principales para el análisis y descripción de los sistemas eléctricos de corriente alterna.
<b>RA3</b>	Entender los principios de funcionamiento de los convertidores electrónicos de potencia (CA-CC, CC-CC y CC-CA).



<b>RA4</b>	Entender los elementos y los principios de funcionamiento de las fuentes de alimentación en los dispositivos electrónicos
<b>RA5</b>	Entender las alternativas para la alimentación de los equipos electrónicos que se utilizan en las tecnologías de la información, incluyendo en instalaciones remotas.
<b>RA6</b>	Analizar la compatibilidad electromagnética de los convertidores electrónicos en ambientes relacionados con las comunicaciones y otras tecnologías de la información.

## 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

#### 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

#### 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.

### 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

### 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

### 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

#### Metodología Presencial: Actividades

**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.

**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.

**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.

**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

Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.

Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.

Resolución en grupo de problemas y esquemas de los conceptos teóricos.

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		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio, preparación y trabajo posterior
25.00	10.00	10.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio, preparación y trabajo posterior
50.00	20.00	20.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 4,5 (135,00 horas)</b>		

## 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 resultados</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	56 %
Pruebas tipo problema o caso	<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>	24 %
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación y comunicación oral y escrita.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas</li></ul>	



Simulación y otros ejercicios	<p>prácticos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>• Iniciativa.</li></ul>	10 %
Cuaderno de laboratorio o informes y preguntas individuales sobre el trabajo de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compresión 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>	10 %

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

- Un 80% la nota de los exámenes y pruebas tipo problema o caso. La nota del examen final supondrá un 56% de la nota final en la asignatura, las pruebas de seguimiento contribuirán un 24%. 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, principalmente de simulación, 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 y posibles preguntas sobre el trabajo de laboratorio en el examen de la convocatoria ordinaria, contribuirá con un 10% a la nota final.

#### Nota Importante:

- **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 extraordinaria

- Un 80% la nota del examen de la convocatoria extraordinaria, **siendo necesario obtener más de 4 puntos en este examen.**
- Un 10% 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. 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 10% en la calificación final.
- Un 10% la nota media de las pruebas intermedias de seguimiento, tipo problema o caso, realizadas durante el curso.

## 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.
- Mohan, N. Electric Power Systems: A first course. Wiley. 2012
- Erickson, R.W; Maksimovic, D. Fundamentals of Power Electronics. Springer. 2001.
- Tihanyi, L. "EMC in Power Electronics". IEEE Press, 1995.
- Patel, M.R. "Spacecraft Power Systems" CRC Press.2004.

## PLANIFICACIÓN DETALLADA

### POTENCIA Y ENERGÍA 4º GITT (POWER AND ENERGY)

					workIn-Class	Self-study
					RECOMMENDED	
					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 and forward	DC-to-DC conv. Exercises: 1.1.13,	3	9
	11		One example with transformer: Flyback	1.1.14 (forward)		
	12			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>	Lab work in open loop with a buck DC-DC converter		3	6
	32	<b>LAB</b>				
	33					
			Cont. solar and wind generation.			
<b>12</b>	34	<b>LAB</b>	Lab work in closed loop with a buck DC-DC converter		3	6
	35	<b>LAB</b>		Read notes from Tihanyi's		
	36		Phasors and Power flow control in AC systems	Book (EMC)		
<b>13</b>	37	<b>LAB</b>	Lab work with AC-DC + DC-DC	Review results in lab	3	6
	38	<b>LAB</b>				
	39		Phasors and Power flow control in AC systems,			
<b>14</b>	40		Exercises on Power flow in AC systems and DC-AC		3	8
	41		Possible <u>QUIZ 3</u> : DC-AC converters			
	42	<b>EMC</b>	Electromagnetic compatibility of power electronics	Exercises to be proposed		
<b>15</b>	43		REVIEW		3	4
	44					
	45					
<b>16</b>	46	<b>EXAMS</b>				

**Total number of  
hours**            45    90