



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

ELECTRÓNICA DE POTENCIA (POWER ELECTRONICS)

Titulación: Master en Ingeniería Industrial



1. Datos de la asignatura

Nombre	ELECTRONICA DE POTENCIA POWER ELECTRONICS			
Materia*	Electrónica de Potencia			
Módulo*	Complementos formativos			
Código	223109011			
Titulación	Máster en Ingeniería Industrial			
Plan de estudios	2013			
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial			
Tipo	MATERIA OBLIGATORIA			
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso 1º
Idioma	Castellano			
ECTS	4	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas) 120

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Jacinto Jiménez Martínez		
Departamento	Tecnología Electrónica		
Área de conocimiento	Tecnología Electrónica		
Ubicación del despacho	Antiguo Hospital de Marina, Planta 1, Despacho 1063		
Teléfono	968 32 53 48	Fax	968 32 53 45
Correo electrónico	jacinto.jimenez@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT y web del departamento: www.dte.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Consultar aula virtual /tablón de anuncios		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		
Titulación	Ingeniero de Telecomunicación		
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Escuela Universitaria		
Año de ingreso en la UPCT	1999		
Nº de quinquenios (si procede)	3		
Líneas de investigación (si procede)	Control digital. Electrónica de Potencia. Convertidores CC/CC		
Nº de sexenios (si procede)	-		
Experiencia profesional (si procede)	-		
Otros temas de interés	-		



3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Dentro del ámbito industrial la transformación de la energía eléctrica es imprescindible en tareas como el control de máquinas, los sistemas de alimentación de equipos electrónicos, procesos químicos, sistemas de iluminación, carga de baterías, energías renovables, etc. La transformación de esta energía se puede llevar a cabo mediante la electrónica de potencia con unos rendimientos que en la mayoría de las aplicaciones superan el 90%.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura contribuye a desarrollar competencias relacionadas con la transformación de energía eléctrica que permitan asesorar, proyectar y mejorar sistemas e instalaciones, procesos y dispositivos con finalidades prácticas y económicas. Además permitirá valorar la importancia de esta tecnología, relacionada con la gestión de la energía eléctrica, para mejorar de forma positiva la competitividad en el entorno actual.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Esta asignatura forma parte de los complementos formativos de este master y por tanto deberán cursarla aquellos alumnos que no la hayan cursado durante la obtención de la titulación a la que acceden al master. En concreto los alumnos procedentes de los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química Industrial.

Esta asignatura construye un conocimiento suficientemente amplio para dar una visión global de esta materia, y gran parte de los conceptos aquí presentados sirven de base para otras asignaturas como la Electrónica de Potencia en SEE (dentro del bloque optativo Sistemas Eléctricos de Energía) y la Electrónica de Potencia para VPE (dentro del bloque optativo Vehículos de Propulsión Eléctrica).

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Son complementos formativos del master.



3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda que el estudiante tenga cierta destreza en resolución de circuitos eléctricos y en la realización de cálculos matemáticos (integrales, derivadas, representación de funciones) dado que son dos herramientas básicas a la hora de abordar gran parte de los conceptos presentados en esta asignatura. Además, si se ha utilizado anteriormente algún programa de simulación de circuitos eléctricos y electrónicos sería muy positivo para facilitar el aprendizaje y superación de la asignatura.

3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales deberá comunicarlo al profesor al inicio del cuatrimestre para establecer los ajustes necesarios para la correcta atención de clases teóricas y prácticas.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor al inicio del curso. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB7 - 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.

CB8 - 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.

CB9 - 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.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo e infraestructuras.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito la asignatura, el alumno será capaz de:

1. Reconocer las posibles aplicaciones de la electrónica de potencia en la industria, así como los diferentes tipos de convertidores.
2. Analizar los convertidores básicos, calculando corrientes, tensiones y pérdidas.
3. Evaluar funcionamiento y prestaciones de convertidores a partir de simulaciones.
4. Seleccionar los componentes adecuados para cada aplicación.
5. Manejar instrumentación y equipos de medida propios de este campo.
6. Aplicar todos conocimientos de la materia para resolver problemas industriales de electrónica de potencia.
7. Comunicarse por escrito de manera eficaz

** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje, de ANECA:*

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Métodos y cálculos de electrónica de potencia: Cálculos de potencias con señales no senoidales, transformada de Fourier. Dispositivos semiconductores de potencia: selección, disparo y protección. Rectificación controlada y no controlada. Convertidores CC/CC: topologías básicas. Convertidores CC/CA: convertidores modulados y no modulados. Convertidores CA/CA: introducción a los cicloconvertidores; reguladores de alterna.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Bloque I. Conceptos básicos de electrónica de potencia

1. Introducción
2. Conceptos básicos de componentes BJT, MOSFET, IGBT, SCR.
3. Métodos y cálculos de electrónica de potencia

Bloque II. Convertidores CA/CC.

4. Rectificadores no controlados: Monofásicos y trifásicos
5. Rectificadores controlados y semicontrolados: Monofásicos y trifásicos.

Bloque III. Convertidores CC/CC.

6. Convertidores sin aislamiento galvánico: reductor, elevador, reductor-elevador.
7. Convertidores con aislamiento galvánico: reductor (forward) y reductor-elevador (flyback).
8. Introducción a las fuentes de alimentación.

Bloque IV. Convertidores CC/CA.

9. Inversores no modulados: Medio puente, puente completo, puente trifásico y transformador de toma media.
10. Inversores modulados: Modulación unipolar, bipolar e inversores trifásicos.
11. Introducción al control de máquinas eléctricas.

Bloque V. Conversión CA/CA.

12. Reguladores de alterna monofásicos.
13. Introducción a los cicloconvertidores.

Bloque VI. Dispositivos.

14. Interpretación de hojas de características.
15. Calculo de pérdidas y sistemas de disipación.
16. Circuitos de disparo y protección.



5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Las prácticas, obligatorias para superar la asignatura, son las siguientes:

1. Introducción al laboratorio de potencia: manejo de sondas de tensión diferencial, pinzas amperimétricas, componentes de potencia y osciloscopio.
2. Rectificador de media onda: carga R, carga RL y carga RL con diodo de libre circulación. Cálculos, montaje y medida de parámetros.
3. Rectificador trifásico: Conexión de transformadores y prueba de varias cargas: R, RL. Cálculos, montaje y medida de parámetros.
4. Convertidor reductor: Funcionamiento en modo de conducción continua y modo de conducción discontinua. Cálculos, montaje y medida de parámetros.
5. Inversor no modulado monofásico: Control de tensión por variación de ancho de pulso. Cálculos, montaje y medida de parámetros.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I. Power electronics concepts.

1. Introduction
2. Electronic Switches: Diodes, Thyristors and Transistors.
3. Power computations

II. AC/DC converters.

4. Rectifiers
5. Controlled rectifiers

III. DC/DC converters.

6. Non isolated: BUCK, BOOST and BUCK-BOOST.
7. Isolated converters: forward and flyback.
8. Introduction to switched mode power supplies.

IV. DC/AC converters.

9. Inverters
10. PWM: inverters



11. Introduction to electric drives

V. AC/AC converters.

12. AC voltage controllers.

13. Introduction to cycloconverters.

VI. Components selection and operation.

14. Data sheets interpretation.

15. Losses calculation and heat sinks.

16. Drive circuits and snubber circuits.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Se abordan todas las acciones formativas necesarias para alcanzar los siguientes resultados del aprendizaje, enumerados por bloques:

Bloque I. Conceptos básicos de electrónica de potencia

Saber analizar circuitos con señales no senoidales. Calcular potencias, distorsiones y factor de potencia en función de formas de onda conocidas. Distinguir el funcionamiento básico de los principales componentes utilizados en electrónica de potencia. Clasificar las diferentes conversiones de energía eléctrica y localizar y reconocer su aplicación en ejemplos reales.

Bloque II. Convertidores CA/CC.

Clasificar las diferentes topologías y su análisis detallado: formas de corriente y tensión, cálculo de potencias, factor de potencia y conexión de transformadores.

Bloque III. Convertidores CC/CC.

Saber diferenciar los diferentes modos de funcionamiento (continuo-discontinuo) y saber analizar los convertidores en cada uno de esos modos. Aplicar los conocimientos adquiridos al diseño de fuentes de alimentación.

Bloque IV. Convertidores CC/CA.

Saber analizar las topologías más comunes y valorar las ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de modulación. Aplicar los conocimientos adquiridos al control escalar de máquinas de inducción.

Bloque V. Conversión CA/CA.

Reconocer el funcionamiento básico de los reguladores de alterna y de cicloconvertidores.

Bloque VI. Dispositivos.

Seleccionar los componentes apropiados a cada convertidor en función de las hojas de características de los fabricantes, así como los circuitos de disparo y protección necesarios. Con los componentes seleccionados y el funcionamiento del convertidor determinar las pérdidas y el disipador apropiado para el mismo.



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	HORAS
Clase de teoría	Clase expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas fundamentales y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Comprensión de la materia y planteamiento de dudas.	22
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	26
Clases de problemas	Se facilitará al alumno una lista de problemas propuestos y /o resueltos mediante simulaciones. Se da un tiempo para que el estudiante intente plantear su resolución.	<u>Presencial</u> : Participar activamente en la resolución de los problemas proponiendo soluciones y planteando dudas.	8
		<u>No presencial</u> : Resolver utilizando los apuntes de clase los problemas planteados. Se recomienda uso de simulaciones para conseguir la autoevaluación de los mismos.	14
Laboratorio	Realización de prácticas en el laboratorio por grupos. Permiten familiarizar al alumno con las aplicaciones reales. Son obligatorias con entrega de informe previo/cuestionario y posterior final.	<u>Presencial</u> : Realización de la práctica. Manejo de instrumentación.	10
		<u>No presencial</u> : Preparación de la práctica mediante informe previo/cuestionario y presentación de resultados en informe posterior. Se compararán los resultados medidos en el laboratorio con los resultados de los cálculos previos y las simulaciones.	16
Trabajo cooperativo	Los alumnos trabajan cooperativamente para realizar ejercicios y casos prácticos de dificultad graduada propuestos por el profesor, resolver dudas y aclarar conceptos.	<u>Presencial</u> :	0
		<u>No presencial</u> : Preparación de los trabajos con ayuda de la documentación disponible.	12
Seminarios	Presentación de una herramienta de simulación de circuitos que ayudará a completar los informes de prácticas y a la autoevaluación del alumno.	<u>Presencial</u> : Asistencia al seminario con aprovechamiento.	4
		<u>No presencial</u> :	
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios, problemas y prácticas.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en clases/horario de tutorías.	4
		<u>No presencial</u> : : Planteamiento de dudas por correo electrónico	1
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial)	<u>Presencial</u> : Asistencia al examen	3
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
			120



6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X		X						
Clase de problemas	X	X	X	X		X				
Trabajo cooperativo	X	X	X	X		X	X			
Laboratorio					X		X			
Charlas/Seminarios		X	X							



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

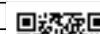
Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4,5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
A) Prueba individual escrita	X		Cuestiones de teoría y problemas orientadas a evaluar los conocimientos técnicos adquiridos y la capacidad de aplicarlos.	70%	1,2,3,4,6
B) Laboratorio ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾			La asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria. Todos los alumnos que la realizan y entregan los informes y ejercicios indicados más adelante obtienen la calificación de APTO no APTO	APTO O NO APTO	5,7
B.1) Informe previo de cada práctica	X	X	Presentar antes de cada sesión de laboratorio un informe/cuestionario del mismo apoyado en cálculos y/o simulaciones.	10%	1,2,3,7
B.2) Informe final de prácticas	X	X	Antes de finalizar el curso se entregará un informe final de prácticas donde se analizan y contrastan las medidas realizadas con las simulaciones y la teoría.	10%	1,2,3,5,7
B.3) Ejercicios/casos prácticos para trabajo cooperativo	X		Realización de problemas y/o trabajos propuestos durante el curso.	10%	1,2,3,4,7
Ejercicios propuestos y resueltos en clase		X	Realización de cuestiones y problemas en clase para valorar el progreso del aprendizaje.		1,2,3,4

(1) Las sesiones de laboratorio, los informes previos y final de prácticas, y los ejercicios prácticos son obligatorios para los alumnos que cursen la asignatura por primera vez. El informe previo/cuestionario se entregará en los plazos indicados. El informe final (con cálculos adicionales si fuera necesario), se entregará una vez realizadas las prácticas. Los ejercicios prácticos se entregarán durante el mismo curso académico que se realicen las prácticas. En ningún caso se permitirán entregas fuera del periodo de docencia de la asignatura. Con estas consideraciones el alumno tendrá cubierta la asistencia a prácticas y será considerado APTO.

(2) Los alumnos repetidores NO APTOS en cursos anteriores deberán cursar la asignatura por primera vez.

(3) Los alumnos repetidores APTOS mantendrán las notas del curso anterior en los apartados B), B.1), B.2) y B.3). Opcionalmente podrán modificar esta nota realizando los trabajos del apartado B.3) y su calificación tendrá el mismo peso que el conjunto de los apartados mencionados anteriormente, es decir, un 30%. Obviamente, serán de entrega individual.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.



7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará de la siguiente forma:

- Asistencia a clase. Una baja participación o asistencia a clase indicará que los alumnos no siguen adecuadamente el progreso de aprendizaje propuesto. Planteamiento de cuestiones sobre la materia.
- Realización de simulaciones. Al principio del curso se facilitará a los alumnos una guía de simulaciones (el alumno no tiene que configurar las simulaciones solo tiene que ver los resultados obtenidos ya que el profesor ha preparado de antemano dichas simulaciones). La mayoría de los circuitos estudiados a lo largo del curso aparecen en esta lista de simulaciones. Como trabajo de casa se propone al alumno que realice estas simulaciones y compruebe mediante los apuntes de clase los resultados teóricos con los obtenidos en las simulaciones. Parte de estas simulaciones coinciden con las prácticas de la asignatura. Las simulaciones que coincidan con prácticas deberán ser entregadas, junto con los cálculos correspondientes, antes de cada práctica. La guía de simulaciones equivale a una hoja de problemas donde los alumnos pueden evaluar el resultado obtenido mediante la propia simulación.
- Tutorías y dudas sobre problemas propuestos.



Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- HART, Daniel W. *Power Electronics*. McGraw Hill 2010. 496p. ISBN 978-0073380674. (Uds.1,2,3,4,5,6,7,9, 10 y 12, 15 y 16)
- BARRADO, Andres; LAZARO Antonio. *Problemas de Electrónica de Potencia*. Prentice Hall 2007. 1173p. ISBN 9788420546520. (problemas resueltos de todas las Unidades didácticas)
- RASHID, Muhammad H. *Electrónica de potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Pearson 2004. ISBN 9789702605324. (Ud. 8 y 11)
- MARTINEZ GARCIA Salvador; GUALDA GIL, Juan Andrés. *Electrónica de Potencia: componentes, topologías y equipos*. Thomson-Paraninfo 2006. 754p. ISBN 8492323971 (Ud. 13)

Se pueden encontrar en el siguiente enlace al catalogo de la UPCT:

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3165/X?user_id=WEBSERVER

•

8.2. Bibliografía complementaria*

- MOHAN, Ned; UNDELAND, Tore; ROBBINS, William P. *Power Electronics: Converters, applications, and design*. 3ª ed. John Wiley & Sons 2003. 802p. ISBN 0471226939 (Todas las unidades didácticas)
- ERICKSON, Robert W; MAKSIMOVIC, Dragan. *Fundamentals of Power Electronics*. 2ª ed. Kluwer Academic Publishers 2001. 883p. ISBN 0792372700. (Uds. 1,2,3,4,5,6,7,8 y 15)
- MOHAN, Ned. *Electric Drives: An integrative approach*. Mnpere 2001. ISBN: 0966353013. (Ud. 11)

Se pueden encontrar en el siguiente enlace al catalogo de la UPCT:

http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3376/X?user_id=WEBSERVER

8.3. Recursos en red y otros recursos

Transparencias y ejercicios resueltos disponibles en el aula virtual.

