

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura											
Código	501070	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	Electrónica de Potencia										
Denominación (inglés)	Power Electronics										
Titulaciones	Grado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	5	Carácter	Obligatoria								
Módulo	Tecnología Específica de Electricidad										
Materia	Electrónica de Potencia y Automatización Industrial										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web								
Juan Manuel Carrillo Calleja	D1.6	<a href="mailto:jmcarcal@unex.es">jmcarcal@unex.es</a>	AVUEX								
Enrique Romero Cadaval	D2.6	<a href="mailto:eromero@unex.es">eromero@unex.es</a>	AVUEX								
Área de conocimiento	Tecnología Electrónica										
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática										
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Enrique Romero Cadaval										
Competencias*											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	
Contenidos											
Breve descripción del contenido*											
Convertidores electrónicos de potencia. Componentes y topologías. En esta asignatura se analizarán los Convertidores electrónicos de potencia, sus											

\*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

componentes y topologías, así como sus principios de funcionamiento básicos según el tipo y características de la conversión de energía eléctrica que debe realizar el convertidor analizado.

### Temario de la asignatura

#### Módulo I: Generalidades

##### Contenidos:

1. Introducción a la Electrónica de Potencia.
  - 1.1. Introducción a la Electrónica de Potencia.
  - 1.2. Recopilación de conceptos básicos.
  - 1.3. Técnicas de simulación
2. Interruptores estáticos.
  - 2.1. Clasificación y características.
  - 2.2. Dispositivos semiconductores electrónicos.
  - 2.4. Asociación de dispositivos.
  - 2.5. Circuitos de control del interruptor.
  - 2.6. Circuito de acondicionamiento del interruptor y protección.

##### Actividades prácticas:

- ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN RECTIFICADOR. Ordenador, 2horas.

#### Módulo II: Convertidores Alterna – Continua: Rectificadores.

##### Contenidos:

3. Rectificadores no controlados.
  - 3.1. Topología de media onda. Diodo de libre circulación.
  - 3.2. Topología de doble onda.
  - 3.3. Topología de seis pulsos.
4. Rectificadores controlados monofásicos.
  - 4.1. Topología de media onda.
  - 4.2. Topología de doble onda.
  - 4.3. Topología de seis pulsos.

##### Actividades prácticas:

- PRESENTACIÓN DEL LABORATORIO Y MONTAJE DE UN RECTIFICADOR. Laboratorio, 2horas.

#### Módulo III: Convertidores Alterna – Alterna.

##### Contenidos:

5. Control de tensión de alterna por control de fase.
  - 5.1. Sistema monofásico.
  - 5.2. Sistema trifásico.

#### Módulo IV: Convertidores continua - continua.

##### Contenidos:

6. Convertidor reductor.
  - 6.1. Funcionamiento en modo continuo.
  - 6.2. Situación frontera.
  - 6.3. Funcionamiento discontinuo.
7. Convertidor elevador.
  - 7.1. Funcionamiento en modo continuo.
  - 7.2. Situación frontera.
  - 7.3. Funcionamiento discontinuo.
8. Convertidor elevador – reductor.
  - 8.1. Funcionamiento en modo continuo.
  - 8.2. Situación frontera.
  - 8.3. Funcionamiento discontinuo.
  - 8.4. Convertidor Cúk funcionando en modo continuo.

9. Convertidor de puente en H.
- 9.1. Funcionamiento con estrategia de control bipolar.
  - 9.2. Funcionamiento con estrategia de control unipolar.
  - 9.3. Alimentación de carga Resistiva – Inductiva – Fuente de tensión continua.
  - 9.4. Comparación con otros convertidores.
- Actividades prácticas:
- ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR CC/CC REDUCTOR. Laboratorio, 2horas.
  - ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR CC/CC REDUCTOR/ELEVADOR. Laboratorio, 2horas.
  - CURVA DE EFICIENCIA PARA EL CONVERTIDOR CC/CC REDUCTOR/ELEVADOR. Laboratorio, 2horas.
  - ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR CC/CC TIPO CUK. Laboratorio, 2horas.

Módulo V: Convertidores continua – alterna: Inversores.

Contenidos:

10. Inversores monofásicos con control sin modulación.
  - 10.1. Semipuerto con control de onda cuadrada.
  - 10.2. Puente completo con control de onda cuadrada.
  - 10.3. Puente completo con control de amplitud o para cancelación de armónicos.
11. Inversores monofásicos con control con modulación.
  - 11.1. Modulación con moduladora senoidal en operación bipolar.
  - 11.2. Modulación con moduladora senoidal en operación unipolar.
  - 11.3. Otras señales de modulación.
12. Inversores trifásicos con control sin modulación.
  - 12.1. Topología de tres ramas y tres hilos con control de onda cuadrada.
  - 12.2. Topología de tres ramas y cuatro hilos con control de onda cuadrada.
13. Inversores trifásicos con control con modulación.
  - 13.1. Topología de tres ramas y tres hilos con moduladoras senoidales.

Actividades prácticas:

- ANÁLISIS DEL PUENTE EN H ALIMENTANDO UN MOTOR DE CC. Laboratorio, 2horas.
- CONVERTIDOR CC/CA. Laboratorio, 2horas.
- CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTOR DE INDUCCIÓN. LEY V/f. Laboratorio, 2horas.

### Actividades formativas\*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
Módulo I	14	3	0		2			9
Módulo II	26	5	0	2		1,5	1	16,5
Módulo III	2	1	0					1
Módulo IV	52,5	10	0	8		1,5	1	32
Módulo V	46,5	8	0	6		1,5	1	30
<b>Evaluación **</b>	9	3	0					6
<b>TOTAL</b>	150	30	0	16	2	4,5	3	94,5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

\*\* Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

### Resultados de aprendizaje\*

- Conocer los distintos dispositivos semiconductores empleados como interruptores estáticos utilizados en electrónica de potencia.
- Analizar el funcionamiento en régimen permanente o estático y de "gran señal" (despreciando efectos de "segundo orden") de los convertidores básicos.
- Mostrar los efectos de "segundo orden" presentes en los distintos convertidores.
- Analizar los distintos circuitos de control de los interruptores utilizados y de los convertidores.
- Presentar las aplicaciones principales de la electrónica de potencia.
- Conocer herramientas de simulación de convertidores básicos.

### Sistemas de evaluación\*

#### Criterios de evaluación

1. El alumno identifica qué interruptor electrónico debe utilizar en función del tipo de convertidor. (CETE7, CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10).
2. El alumno sabe analizar el funcionamiento en régimen permanente o estático convertidores electrónicos de topología básica (CETE7, CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10).
3. El alumno sabe analizar los distintos circuitos de control de los interruptores utilizados y de los convertidores (CETE7, CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10).
4. El alumno identifica la estructura de las aplicaciones principales de la electrónica de potencia y sabe diseñar y elegir sus distintos componentes (CETE7, CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10).
5. El alumno sabe usar las herramientas de simulación para analizar el funcionamiento de convertidores básicos y evaluar su funcionamiento (CETE7, CB3-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10).
6. El alumno saber redactar sin errores de escritura y de forma clara y sucinta informes técnicos de los resultados de su trabajo (CETE7, CB4-CB5, CG1-CG11,

CT1-CT10).

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido en la memoria verificada</b>	<b>Convocatoria ordinaria<sup>1</sup></b>	<b>Convocatoria extraordinaria<sup>2</sup></b>	<b>Evaluación global (*)</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	70%	70%	80%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%	10%	10%	20%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%	20%	20%	
4. Participación activa en clase.	0%–10%	0%	0%	---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%	0%	0%	---

(\*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

### **Descripción de las actividades de evaluación**

La actividad 1 consistirá en una prueba escrita compuesta por tres problemas. Para poder superar esta prueba, se deberá obtener un mínimo de 3 (sobre 10) en cada uno de los problemas.

La actividad 2 consistirá en una la redacción de los informes sobre las actividades prácticas en laboratorio y aulas de informática, que los alumnos deberán subir al campus virtual para su evaluación.

La actividad 3 consistirá en la realización de un proyecto ABP en el que se debe diseñar y desarrollar un convertidor electrónico.

#### <sup>1</sup> Convocatoria ordinaria:

Los alumnos realizarán un proyecto que se coordinará con el realizado en "Máquinas Eléctricas", resultando un proyecto conjunto para las dos asignaturas. La defensa individual y/o grupal del proyecto será calificada entre 0 y 10 puntos, contribuyendo con un 20% en la nota de esta asignatura.

#### <sup>2</sup> Convocatoria extraordinaria:

Para la convocatoria extraordinaria se mantendrán las mismas actividades de evaluación con los mismos factores de ponderación sobre la calificación final.

Las actividades 2 y 3 son no recuperables y:

- para aquellos alumnos que tuvieran calificación en alguna de estas actividades 2 y 3, se mantendrá dicha calificación en la convocatoria extraordinaria, y
- para aquellos alumnos que no tuvieran calificación en alguna de dichas actividades, se asignará un cero a la actividad no realizada.

#### Notas mínimas

Tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria se tendrá que obtener una calificación mínima de 3 para la actividad 1, y 4,5 para las actividades 2 y 3. En cualquier caso, si no se alcanzara la calificación mínima, la nota máxima en la asignatura quedaría limitada como máximo a 4,5 (SUSPENSO).

#### Evaluación global:

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes partes:

Parte 1: prueba escrita con cuestiones teórico/prácticas y/o problemas, con un peso del 80% en la calificación final.

Parte 2: montaje y explicación oral por parte del estudiante de una práctica de laboratorio, lo cual computa con un 20% en la calificación final.

El alumno tendrá que obtener una calificación mínima de 4 en ambas partes. Si no obtuviera estas notas mínimas, la calificación quedaría limitada a un máximo de 4,5 (SUSPENSO).

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

1. D.W. Hart, "Electrónica de Potencia", Prentice-Hall, 2001.
2. N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, "Power Electronics. Converters, Applications and Design", John Wiley & Sons, 1995.
3. Robert W. Erikson, Dragan Maksimovic, "Fundamentals of Power Electronics", Kluwer Academic Publishers, 2004.
4. A. Barrado, A. Lazaro, "Problemas de Electrónica de Potencia", Pearson Prentice Hall, 2007.

#### **Bibliografía complementaria**

- J.A. Gualda, S. Martínez, P.M. Martínez, "Electrónica Industrial: Técnicas de potencia", Marcombo, 1992.
- J.G. Kassakian, M.F. Schlecht y G.C. Verghese, "Principles of Power Electronics", Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- S. Martínez, "Prontuario para el diseño eléctrico y electrónico", Marcombo, 1989.
- M.H. Mazda, "Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones", Paraninfo, 1995.
- N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, "Solutions Manual to accompany Power Electronics. Converters, Applications and Design", John Wiley & Sons, 1995.
- J.L. Muñoz y S. Hernández, "Sistemas de Alimentación Conmutados", Paraninfo, 1996.
- S. Rama Reddy, "Fundamentals of Power Electronics", Narosa Publishing House, 2000.
- M.H. Rashid, "Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones", Prentice Hall, 1995.
- M.H. Rashid, "Spice for Power Electronics and Electric Power", Prentice Hall, 1993.
- K. Thorborg, "Power Electronics", Prentice Hall, 1988

## Otros recursos y materiales docentes complementarios

### EN INTERNET

- [www.pels.org](http://www.pels.org)  
Página de la Power Electronics Society de la IEEE.
- [www.ipes.ethz.ch/ipes/sp\\_index.html](http://www.ipes.ethz.ch/ipes/sp_index.html)  
Esta página contiene un tutorial excelente de electrónica de potencia, de nivel básico y avanzado.
- [www.powerelectronics.com](http://www.powerelectronics.com)  
En esta página se publica una revista electrónica, en la que se presentan las últimas novedades en cuanto a semiconductores y aplicaciones relacionadas con la electrónica de potencia.
- [www.linear.com/seminar/presentation.html](http://www.linear.com/seminar/presentation.html)  
En este sitio se muestran distintos tutoriales de aplicación de electrónica de potencia.
- [www.maxim-ic.com/cgi-bin/dg](http://www.maxim-ic.com/cgi-bin/dg)  
En este sitio es posible consultar guías de diseño del fabricante Maxim/Dallas.
- [www.salicru.com](http://www.salicru.com)  
Página de este fabricante donde es posible encontrar información sobre sistemas de alimentación ininterrumpida y otros sistemas electrónicos.