

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura											
Código	501105			Créditos ECTS	6						
Denominación (español)	Sistemas electrónicos de potencia										
Denominación (inglés)	Power electronic systems										
Titulaciones	Grado en Ingeniería Electrónica y Automática (Rama Industrial)										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	6	Carácter	Obligatoria								
Módulo	Tecnología Específica de Electrónica Industrial y Automática										
Materia	Electrónica										
Profesor/es											
Nombre	Despacho			Correo-e				Página web			
Belén Pérez Caballero ⁽¹⁾	D2.12			belenpc@unex.es				AVUEX			
Enrique Romero Cadaval ⁽²⁾	D2.6			eromero@unex.es				AVUEX			
Área de conocimiento	⁽¹⁾ Ingeniería Eléctrica ⁽²⁾ Tecnología Electrónica										
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática										
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Enrique Romero Cadaval										
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasGrados)											
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	X
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	X
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
								CECRI12			

Contenidos
Breve descripción del contenido
Convertidores básicos. Control y conversión de energía eléctrica. Control de motores.
Temario de la asignatura
Módulo I: Control de motores
Denominación del tema 1: Introducción a las máquinas rotativas (4,5 horas) Contenidos del tema 1: Teoría y problemas (3 horas): <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Máquinas eléctricas: Clasificación 1.2. Principio de funcionamiento de motor y generador elemental 1.3. Constitución general de una máquina rotativa. Configuraciones básicas 1.4. Paso polar. Ángulos eléctricos y magnéticos 1.5. Devanados. Definición y clasificación 1.6. Análisis máquinas rotativas 1.7. Regulación de las máquinas rotativas Descripción de las actividades prácticas del tema 1: <u>L1. Práctica de laboratorio 1:</u> Introducción a las máquinas rotativas (1,5 h).
Denominación del tema 2: Análisis del motor de corriente continua (6 horas) Contenidos del tema 2: Teoría y problemas (3 horas): <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Principio de funcionamiento 2.2. Características de funcionamiento 2.3. Tipos de motores. Regulación de velocidad Descripción de las actividades prácticas del tema 2: <u>L2. Práctica de laboratorio 2:</u> Análisis del motor de corriente continua con excitación en derivación. Regulación de velocidad. (2 h). <u>S1. Seminario de problemas 1:</u> Resolución motores de corriente continua (1 h).
Denominación del tema 3: Análisis del motor de asíncrono (6 horas) Contenidos del tema 3: Teoría y problemas (3 horas): <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Principio de funcionamiento: Teorema de <i>Ferraris</i>. Deslizamiento 3.2. Circuito equivalente por fase 3.3. Curva par-velocidad 3.4. Arranque de los motores de inducción 3.5. Regulación de velocidad Descripción de las actividades prácticas del tema 3: <u>L3. Práctica de laboratorio 3:</u> Análisis del motor asíncrono. Regulación (2 h). <u>S2. Seminario de problemas 2:</u> Resolución motores asíncronos (1 h).

**Módulo II:
Convertidores básicos. Control y conversión de energía eléctrica**

Denominación del tema 4: **Introducción a la electrónica de potencia (3 horas)**

Contenidos del tema 4:

Teoría y problemas (2 horas):

- 4.1. Conceptos básicos
- 4.2. Interruptores electrónicos
- 4.3. Montajes y circuitos auxiliares
- 4.4. Técnicas de simulación

Descripción de las actividades prácticas del tema 4:

O1. Práctica de simulación 1:

Convertidor elevador. (1,0 horas)

Denominación del tema 5: **Convertidores continua-continua (13,5 horas)**

Contenidos del tema 5:

Teoría y problemas (7 horas):

- 5.1. Convertidor reductor
- 5.2. Convertidor elevador
- 5.3. Convertidor elevador-reductor
- 5.4. Convertidor de puente en H
- 5.5. Fuentes de alimentación de corriente continua

Descripción de las actividades prácticas del tema 5:

L5. Práctica de laboratorio 5:

Convertidor reductor. (2,0 horas)

O2. Práctica de simulación 2:

Convertidor Cuk (1,5 horas).

L6. Práctica de laboratorio 6:

Control de motor de continua. (2,0 horas)

Seminario (1 hora)

Denominación del tema 6: **Convertidores continua-alterna: inversores (13,5 horas)**

Contenidos del tema 6:

Teoría y problemas (7 horas):

- 6.1. Inversores monofásicos con control sin modulación
- 6.2. Inversores monofásicos con control con modulación
- 6.3. Inversores trifásicos con control sin modulación
- 6.4. Inversores trifásicos con control con modulación

Descripción de las actividades prácticas del tema 6:

L7. Práctica de laboratorio 7:

Inversor monofásico como fuente de alterna. (2,0 horas)

O3. Práctica de simulación 3:

Análisis de estrategias de operación de un inversor (1,5 horas).

L8. Práctica de laboratorio 8:

Control de motor de inducción. (2,0 horas)

Seminario (1 hora)

Denominación del tema 7: **Rectificadores (3 horas)**

Contenidos del tema 7:

Teoría y problemas (2 horas):

- 7.1. Rectificadores no controlados de media onda
- 7.2. Rectificadores no controlados de onda completa
- 7.3. Rectificadores controlados de media onda
- 7.4. Rectificadores controlados de onda completa

Descripción de las actividades prácticas del tema 7:

04. Práctica de simulación 4:

Análisis de rectificadores (1,0 horas).

Actividades formativas

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial	
Tema	Total		PCH	LAB	ORD	SEM			TP
1	15	3		1,5				10,5	
2	15,5	3		2		1		9,5	
3	15,5	3		2		1		9,5	
4	9	2			1		1	3,5	
5	39,5	7		4	1,5	1	1	27	
6	32,5	7		4	1,5	1	1	18	
7	11	2			1			7,5	
Evaluación¹									
Prueba Final		12	3					9	
TOTAL		150	30		13,5	5	4	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).

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.	X
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
9. Visitas técnicas a instalaciones	

La actividad formativa presencial de **grupo grande** se desarrollará en el aula asignada por el Centro utilizando el material didáctico que estará disponible con anterioridad en el espacio reservado para la asignatura dentro del Campus Virtual de la UEx.

Las prácticas de **ordenador** se celebrarán en el aula informática asignada por el Centro para tal actividad, y consistirán en el diseño de convertidores mediante herramientas informáticas para la simulación eléctrica de circuitos. Con respecto a las actividades formativas de **laboratorio**, se desarrollarán en los laboratorios D2.12 (Módulo I) y C2.6 (Módulo II), y consistirán en el control de motores y en el montaje y caracterización experimental de convertidores. Para un mayor aprovechamiento de estas actividades formativas, antes del comienzo de algunas sesiones (indicadas con antelación suficiente), el alumno deberá realizar un cuestionario previo (prelab) que incluirá el análisis a mano de los contenidos a desarrollar en el aula de ordenadores y en laboratorio.

Las **tutorías programadas** se desarrollarán dentro del horario asignado por el Centro a dicha actividad.

Resultados de aprendizaje⁶

Conocer los distintos dispositivos semiconductores empleados como interruptores estáticos en electrónica de potencia.

Analizar el funcionamiento en régimen permanente de los convertidores básicos, incluyendo los circuitos de control, el efecto de las no idealidades sobre las prestaciones y las herramientas de simulación.

Conocer las principales máquinas eléctricas.

Conocer los métodos más frecuentes en el control de máquinas eléctricas.

Sistemas de evaluación⁶

Criterios de evaluación:

Se evaluará la asignatura de acuerdo a los siguientes criterios:

- CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura.
Relacionado con las competencias CB1, CB5, CG3, CT1, CETE1, CETE4, CETE6.
- CE2. Conocimiento de los procedimientos prácticos relacionados con la materia.
Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG4, CT2, CETE1, CETE4, CETE6.
- CE3. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de cuestiones de tipo práctico.
Relacionado con las competencias CB3, CB5, CT4, CETE1, CETE4, CETE6.
- CE4. Dominio de herramientas informáticas y de laboratorio relacionadas con la materia.
Relacionado con las competencias CB5, CT5, CETE1, CETE4, CETE6.
- CE5. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado dentro del campo de los sistemas electrónicos de potencia.
Relacionado con las competencias CB4, CB5, CT3, CT7, CETE1, CETE4, CETE6.
- CE6. Adquisición de destrezas relacionadas con la realización de proyectos basados en casos reales.
Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG1, CG2, CG4-CG11, CT6, CT8-CT10, CETE1, CETE4, CETE6.

Actividades de evaluación:

El Módulo I de la asignatura cubre la competencia CETE1 y el Módulo II cubre las competencias CETE4 y CETE6. Por este motivo, la asignatura está dividida en dos partes, control de motores (Módulo I) y convertidores básicos, control y conversión de

energía eléctrica (Módulo II), que deben ser aprobadas por separado para garantizar la adquisición por parte de los alumnos de las competencias indicadas en el programa formativo.

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

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	80.0% Módulo I: 80%×1/3 Módulo II: 80%×2/3	80.0% Módulo I: 80%×1/3 Módulo II: 80%×2/3	80.0% Módulo I: 80%×1/3 Módulo II: 80%×2/3
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%			
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%	20.0% Módulo I: 20%×1/3 Módulo II: 20%×2/3	20.0% ^(*) Módulo I: 20%×1/3 Módulo II: 20%×2/3	20.0% Módulo I: 20%×1/3 Módulo II: 20%×2/3
4. Participación activa en clase.	0%–10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%			---

Descripción de las actividades de evaluación:

Para los estudiantes que elijan la evaluación continua

El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas del semestre. Si el estudiante no realiza 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.

La **evaluación del MÓDULO I** tendrá un peso del **33.3%** (1/3) en la nota final y se llevará a cabo mediante las siguientes actividades de evaluación:

- **AE1. Prueba escrita (80%):** Cuestiones y problemas de los contenidos tanto teóricos como prácticos desarrollados en el módulo. Para aprobar la parte correspondiente al Módulo I será necesario obtener una calificación mínima de 5 en la prueba escrita. Esta actividad de evaluación es **RECUPERABLE**.

- **AE2. Actividades de laboratorio (20%):**

Durante el período lectivo se realizarán varias sesiones de prácticas en el laboratorio. La asistencia a dichas sesiones no es obligatoria. El **aprovechamiento** de las actividades prácticas realizadas en el laboratorio será valorado hasta un 10% de la calificación final.

La forma de evaluar este apartado será mediante una prueba práctica en la que cada alumno deberá demostrar el conocimiento de los contenidos de cada una de las sesiones de prácticas, así como de los elementos empleados en ellas durante el período de docencia. La prueba será puntuada entre 0 y 10 puntos.

Dicha prueba práctica se realizará en el período lectivo, y está considerada como **NO RECUPERABLE**, es decir, **sólo se podrá realizar una única vez y durante dicho período lectivo en la fecha programada al final del cuatrimestre.**

Para superar esta prueba práctica (Actividades de laboratorio) es necesario obtener una **nota mínima de 5 puntos**. La no superación de esta prueba, es decir, obtener una nota inferior a 5 puntos, significa que la nota de la prueba práctica tiene un valor de 0 puntos.

NOTA FINAL DE LA ASIGNATURA (Convocatorias ordinaria y extraordinaria):

a) Alumnos que **hayan superado la prueba escrita AE1** ($AE1 \geq 5$):

$$\text{Nota final} = 0,80 * \text{Nota Prueba Escrita AE1} + 0,1 * AE2 + 0,1 * AE3$$

b) Alumnos que **no hayan superado la prueba escrita AE1** ($AE1 < 5$):

$$\text{Nota final} = \text{Nota Prueba Escrita AE1}$$

La **evaluación del Módulo II** tendrá un peso del **66.7%** (2/3) en la nota final y se llevará a cabo mediante las siguientes actividades de evaluación:

- **Prueba escrita (80%)**: Esta prueba se realizará al final de la asignatura y constará de varios ejercicios que tratarán sobre los contenidos expuestos tanto en las clases teóricas como en las prácticas de simulación y de laboratorio. Para aprobar la parte correspondiente al Módulo II será necesario obtener una calificación mínima de 4 en la prueba escrita. Esta actividad de evaluación es **RECUPERABLE**.
- **Evaluación continua (20%)**: Esta calificación se determinará a partir de los distintos informes entregados por el alumno durante el desarrollo de las actividades presenciales del Módulo II. En dichos informes se deberá incluir el análisis a mano de los proyectos propuestos, los resultados simulados y experimentales obtenidos durante la realización de las sesiones prácticas y la justificación de dichos resultados en vista del análisis teórico realizado. Por tanto, la asistencia a las prácticas de ordenador y laboratorio es obligatoria. Esta actividad de evaluación es **NO RECUPERABLE**.

Para aprobar la asignatura en la **convocatoria extraordinaria** se dispone de las mismas actividades de evaluación que para la convocatoria ordinaria. Esto es, habrá una prueba escrita con dos partes correspondientes al Módulo I y al Módulo II, con el peso en la calificación final indicado anteriormente para cada una de ellas, a cuya nota se sumarán las calificaciones del resto de actividades de evaluación siempre que hayan sido realizadas durante la convocatoria ordinaria.

Para los estudiantes que elijan la 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 pruebas:

La **evaluación del Módulo I** tendrá un peso del **33.3%** (1/3) en la nota final y se llevará a cabo mediante las siguientes actividades de evaluación:

- **AE1. Prueba escrita (80%)**: Se realizará un examen final que constará de las mismas partes y se evaluará en las mismas condiciones, que la prueba AE1 descrita para las convocatorias ordinaria y extraordinaria.
- **Examen de Prácticas (20%)**. En este caso, el aprovechamiento de las actividades prácticas será valorado en un 20% de la calificación final.

La forma de evaluar este apartado será mediante un examen en el laboratorio sobre el contenido de las prácticas desarrolladas durante el período docente, en la que cada

alumno deberá demostrar el conocimiento de las mismas, así como de los elementos empleados en ellas. La prueba será puntuada entre 0 y 10 puntos.

Para superar esta prueba práctica AE2 (Prácticas de laboratorio) es necesario obtener una nota mínima de 5 puntos. La no superación de esta prueba, es decir, obtener una nota inferior a 5 puntos, significa que la nota de la prueba práctica AE2 tiene un valor de 0 puntos.

La calificación obtenida en esta única prueba práctica, será sumada, si es el caso y se dan las condiciones necesarias.

NOTA FINAL DE LA ASIGNATURA (Evaluación global):

a) Alumnos que **hayan superado la prueba escrita AE1** ($AE1 \geq 5$):
 Nota final = $0,80 * \text{Nota Prueba Escrita AE1} + 0,2 * AE2$

b) Alumnos que **no hayan superado** la prueba escrita AE1 ($AE1 < 5$):
 Nota final = Nota Prueba Escrita AE1

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.

La **evaluación del Módulo II** tendrá un peso del **66.7%** (2/3) en la nota final y se llevará a cabo mediante las siguientes actividades de evaluación:

- **Prueba escrita (80%)**: Esta prueba se realizará al final de la asignatura y constará de varios ejercicios que tratarán sobre los contenidos expuestos tanto en las clases teóricas como en las prácticas de simulación y de laboratorio. Para aprobar la parte correspondiente al Módulo II será necesario obtener una calificación mínima de 4 en la prueba escrita. Esta actividad de evaluación es **RECUPERABLE**.
- **Examen de prácticas (20%)**: Esta actividad consistirá en un **examen** en el que se evaluará la adquisición de destrezas relacionadas con las actividades prácticas realizadas a lo largo del curso. Es una actividad **RECUPERABLE**.

Para aprobar la asignatura en la **convocatoria extraordinaria** se dispone de las mismas actividades de evaluación que para la convocatoria ordinaria. Esto es, habrá una prueba escrita y un examen de prácticas con dos partes correspondientes al Módulo I y al Módulo II, con el peso en la calificación final indicado anteriormente para cada una de ellas

En caso de no ser superado alguno de los dos módulos de la asignatura, la calificación final será de 4.5 si la media ponderada de los dos módulos es superior a 4.5 y será la propia media ponderada en caso contrario, es decir, si dicha media ponderada es inferior a 4.5.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía Básica:

- J. Fraile, "Máquinas Eléctricas (5ª ed)". McGraw-Hill. 2003.
- D.W. Hart, "Electrónica de Potencia". Prentice-Hall, 2001.
- N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, "Power Electronics. Converters, Applications and Design". John Wiley & Sons, 1995.

Bibliografía Complementaria:

- 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.

- A. Barrado y A. Lázaro, "Problemas de electrónica de potencia". Pearson-Prentice Hall, 2008.
- N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, "Solutions Manual to accompany Power Electronics. Converters, Applications and Design". John Wiley & Sons, 1995.
- 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.
- J.L. Muñoz y S. Hernández, "Sistemas de Alimentación Conmutados". Paraninfo, 1996.
- S. Rama Reddy, "Fundamentals of Power Electronics". Narosa Publishing House, 2000.
- K. Thorborg, "Power Electronics". Prentice Hall, 1988

Otros recursos y materiales docentes complementarios

EN INTERNET

- www.pels.org
Página de la Power Electronics Society de la IEEE.
- 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
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
En este sitio se muestran distintos tutoriales de aplicación de electrónica de potencia.
- www.maxim-ic.com/cgi-bin/dg
En este sitio es posible consultar guías de diseño del fabricante Maxim/Dallas.
- www.salicru.com
Página de este fabricante donde es posible encontrar información sobre sistemas de alimentación ininterrumpida y otros sistemas electrónicos.