



Universidad  
de Huelva

## ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR

DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA					
NOMBRE:	<i>Ampliación de Electrónica de Potencia</i>				
CÓDIGO:	<b>5026</b>	TIPO	<b>Optativa</b>		
AÑO DE PLAN DE ESTUDIOS:	1999				
CRÉDITOS:	Totales		Teóricos		Prácticos
L.R.U.	6		4.5		1.5
E.C.T.S.	5				
CURSO:	<b>3º</b>	CUATRIMESTRE:	<b>2º</b>	CICLO:	<b>1º</b>

DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES			
NOMBRE:	<i>Eladio Durán Aranda</i>		
CENTRO/DEPARTAMENTO:	<b>EPS/Ingeniería Electrónica de Sist. Inf. y Automática</b>		
ÁREA:	<b>Tecnología Electrónica</b>		
Nº DE DESPACHO:	<b>20</b>	TELÉFONO:	<b>959 217655</b>
E-MAIL:	<b>aranda@uhu.es</b>		
URL WEB:	<a href="http://www.uhu.es/diesia">http://www.uhu.es/diesia</a>		

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA
<b>Descriptor según BOE</b>
<i>Sistemas Convertidores de Potencia. Aplicaciones.</i>

Situación
<b>.1. Prerrequisitos</b>
No existen prerrequisitos establecidos
<b>.2. Contexto dentro de la titulación</b>
De acuerdo con los descriptores del B.O.E., la asignatura guarda una estrecha relación con la titulación y la especialidad en la que se encuentra ubicada.
Fundamentalmente la asignatura Ampliación de Electrónica Potencia es una continuación y complemento de la asignatura Electrónica de Potencia impartida en el primer cuatrimestre. Esta asignatura por tanto recoge, además de los objetivos globales de la Electrónica de Potencia, los conocimientos ya adquiridos por el alumno en la asignatura troncal.

Una completa formación en Electrónica de Potencia aborda tres aspectos fundamentales: los dispositivos electrónicos de potencia, los principales tipos de convertidores, sus topologías, principios de funcionamiento y rangos de aplicación, junto con la descripción de las aplicaciones donde son utilizados los convertidores y los Sistemas Electrónicos de Potencia. El estudio de los dispositivos y sus aplicaciones, han sido tratados en la asignatura previa, quedando por tanto como objetivos para esta asignatura: completar el estudio de los convertidores de potencia y sus aplicaciones.

### **.3. Recomendaciones**

Para cursar esta asignatura, se recomienda que el alumno tenga asimilados los contenidos impartidos en la asignatura de Electrónica de Potencia, y a su vez todos los conocimientos relacionados con esta última.

## **Competencias que se desarrollan**

### **.1. Genéricas o transversales**

#### ***Instrumentales:***

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Resolución de problemas.

#### ***Personales:***

- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.

#### ***Sistémicas***

- Razonamiento crítico.
- Aprendizaje autónomo.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

### **.2. Específicas**

#### ***Cognitivas(saber):***

- Configuraciones típicas de los Convertidores Conmutados de Potencia.
- Aplicaciones de la Electrónica de Potencia.

#### ***Procedimentales/Instrumentales(saber hacer):***

- Planteamiento y resolución de problemas.
- Valoración de aplicaciones electrónicas de potencia a través del análisis y diseño.
- Interpretación de documentación técnica.
- Empleo de técnicas de simulación electrónica.
- Realización de mediciones y cálculos relacionados con la Electrónica de Potencia.

### **Actitudinales(ser):**

- Capacidad para la comunicación.
- Adoptar un planteamiento estructurado y ordenado para analizar y resolver problemas.
- Capacidad para la organización.

### **Objetivos**

Teniendo en cuenta la asignatura troncal Electrónica de Potencia ya ha sido cursado por el alumno, el principal objetivo de Ampliación de Electrónica de Potencia es:

1. Análisis de los principales convertidores de potencia, sus topologías, principios de funcionamiento y campos de aplicación.

Con todo ello, se aporta al alumnado los principios básicos necesarios para, analizar y diseñar convertidores basados en semiconductores de potencia.

### **Metodología**

<b>.1. Trabajo con presencia del profesor</b>		Nº de horas
Clases teóricas		31,5
Clases prácticas		15
Exposiciones y seminarios		3,5
Tutorías especializadas	Colectivas	2
	Individuales	
Realización de actividades académicas dirigidas:		
Con presencia del profesor		8
Nº total de horas		60
<b>.2. Trabajo autónomo del alumno</b>		Nº de horas
Estudio de las clases teóricas		47,25
Estudio de la clases prácticas		15
Preparación de las actividades académicas dirigidas		10
<b>5.3. Realización de exámenes</b>		Nº de horas
Realización de exámenes escritos		4
Realización de exámenes orales		
Nº total de horas		4
<b>Trabajo total del estudiante</b>		<b>136,25</b>

### **Técnicas docentes**

- Sesiones académicas teóricas.
- Sesiones académicas prácticas:
  - Sesiones de simulación mediante ordenador.
  - Sesiones de montajes experimentales.
- Actividades académicas dirigidas.
  - Resolución de ejercicios propuestos.
- Tutorías.
- Seminarios.

## **.1. Desarrollo y justificación**

A lo largo del cuatrimestre han sido programadas 31,5 horas de clases de teoría donde se desarrollarán y expondrán los contenidos teóricos fundamentales de cada tema, así como su peso específico en la totalidad de la asignatura.

Las sesiones académicas prácticas se han distribuido en 15 horas, las cuales serán impartidas de forma paralela con las de teoría, a partir de la cuarta semana. Fundamentalmente las sesiones de prácticas irán enfocadas a la resolución de problemas muy relacionados con los contenidos impartidos en las sesiones de teoría; bien mediante montajes experimentales, o bien empleando un simulador mediante ordenador.

Dentro de las actividades académicas dirigidas se desarrollan ejercicios de análisis y diseño propuestos para ser resueltos por los alumnos. Estos ejercicios tienen como objetivo consolidar los conocimientos adquiridos y poder evaluar el grado de dominio de la asignatura. Constituyen un recurso elemental para que el propio alumno realice su propia evaluación. Estos ejercicios son posteriormente resueltos en el aula, de forma que los alumnos puedan aportar sus soluciones y evaluar los resultados.

Los seminarios se contemplan como sesiones dirigidas a grupos de 20 alumnos, en las que se explicarán diversos aspectos relacionados con los contenidos teóricos y prácticos de la materia.

### **Bloques temáticos**

- **Bloque 1: Convertidores Electrónicos de Potencia. Aplicaciones.**

Tema 1: Convertidores CA/CC. Rectificadores.

Tema 2: Convertidores CC/CA. Inversores.

Tema 3: Convertidores CA/CA.

Tema 5: Introducción a los Convertidores Resonantes.

- **Bloque 2: Otras Aplicaciones y Protección de Dispositivos de Potencia.**

Tema 4: Interruptores Estáticos.

Tema 6: Asociación y Protección de Semiconductores de Potencia.

Tema 7: Interferencia Electromagnéticas.

## **Bibliografía**

### **.1. General**

- **Power Electronics.Converters, Applications and Desing.**  
Autores: Mohan, Undeland y Robbins.  
Editorial: John Wiley & Sons  
Año: 2002
- **Electrónica de Potencia.**  
Autor: Daniel W. Hart.  
Editorial: Prentice Hall  
Año: 2001
- **Electrónica de Potencia: Circuitos, dispositivos y Aplicaciones.**  
Autor: Muhammad H.Rashid.  
Editorial: Prentice Hall.  
Año: 2.004. (3ª edición).
- **Electrónica de Potencia Componentes, Topologías y Equipos.**  
Autores: S. Martinez García y J.A. Gualda.  
Editorial: Thomson Paraninfo.  
Año: 2006.

### **.2. Específica**

- **Power Electronics Handbook.**  
Autor: Muhammad H.Rashid.  
Editorial: Academia Press.  
Año: 2.001.
- **Electrónica de Potencia.**  
Autor: FF.Mazda.  
Editorial: Paraninfo.  
Año: 1.995.
- **Solid-State Power Conversion Handbook.**  
Autores: Ralph E.Tarter, P.E.  
Editorial: John Wiley and Sons.  
Año: 1.993.
- **Fundamentals of Power Electronics.**  
Autores: Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic.  
Editorial: Kluwer Academic Publishers.  
Año: 2.001. (2ª Edición).
- **Elements of Power Electronics.**  
Autor: Philip T.Krein.  
Editorial: Oxford University press.  
Año: 1.998.

- **Guía Práctica de Simuladores de Circuitos Electrónicos y Sistemas I.**  
Autores: J.M. Andújar, A.J. Barragán, M. Pedro, E. Durán, J.A. Gómez, R. Jiménez, M.A. Martínez.  
Editorial: Servicio de publicaciones Universidad de Huelva.  
Año: 2.002.
- **Guía Práctica de Simuladores de Circuitos Electrónicos y Sistemas II.**  
Autores: J.M. Andújar, A.J. Barragán, M. Pedro, E. Durán, J.A. Gómez, R. Jiménez, M.A. Martínez.  
Editorial: Servicio de publicaciones Universidad de Huelva.  
Año: 2.002.

### **Técnicas de evaluación**

En función del planteamiento de los créditos ECTS la evaluación del alumno será realizada de la siguiente forma:

- Examen escrito
  - 1ª Parte Cuestiones Teórica.
  - 2ª Parte Problemas.
- Evaluación de las prácticas de laboratorio.
- Evaluación de trabajos y presentaciones.
- 

#### **.1. Criterios de evaluación y clasificación**

El examen escrito constará de dos partes: en la primera parte se resolverán cuestiones teóricas relacionadas con los conceptos impartidos en el programa. En la segunda parte se propondrán diferentes problemas (entre 3 y 4). Ambos ejercicios pretenden evaluar el nivel de competencias alcanzado por el alumno. Esta prueba será valorada con un peso del 70% (35% para cada una de las partes) sobre la nota final.

Las prácticas de laboratorio serán evaluadas en relación a las memorias entregadas y al método seguido para obtener los resultados; contribuirá con un peso del 20% sobre la nota final.

Por último la evaluación de los trabajos y presentaciones, se realizará teniendo en cuenta la participación activa de los alumnos en los ejercicios planteados; y contribuirá con un peso del 10% sobre la nota final.

### Organización docente semanal

(Sólo indicar el número de horas que a ese tipo de sesión va a dedicar el estudiante cada semana)

Nº de horas 2 <sup>er</sup> Cuatr.	Sesiones Teóricas	Sesiones Prácticas (problemas)	Sesiones Prácticas	Exposiciones y Seminarios	Tutorías Especializadas Colectivas	Otras actividades		Exámenes	Temas de teoría a tratar
						Horas	Actividad		
1ª Semana:	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	Presentación
2ª Semana:	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	1
3ª Semana:	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	1
4ª Semana:	3.0	0.0	1.0	1.0	0.0	2.0	Trabajo Tutelado	0.0	2
5ª Semana:	3.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0		0.0	2
6ª Semana:	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	Trabajo Tutelado	0.0	3
7ª Semana:	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	3
8ª Semana:	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	Trabajo Tutelado	0.0	4
9ª Semana:	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	5
10ª Semana:	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	Trabajo Tutelado	0.0	6
11ª Semana:	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	7
12ª Semana:	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
13ª Semana:	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
14ª Semana:	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
15ª Semana:	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0		4.0	
	31,5		15	3.5	2.0	8.0		0.0	

Distribuya el número de horas que ha respondido en el punto 5 en 15 semanas para una asignatura cuatrimestral y 30 anuales. Las semanas en rojo son no lectivas y las grises son de exámenes.

## Programa Teórico

### **Tema 1 Convertidores CA/CC. Rectificadores.**

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Rectificador monofásico controlado.
  - 1.2.1 Media Onda.
  - 1.2.2 Onda completa.
- 1.3 Rectificador trifásico y polifásico de media onda.
  - 1.3.1 Valor medio.
  - 1.3.2 Valor eficaz.
  - 1.3.3 Factores de forma, rizado y ondulación.
- 1.4 Rectificador trifásico y polifásico controlado de onda completa.
  - 1.4.1 Con secundario en estrella.
  - 1.4.2 Con secundario en polígono.
- 1.5 Rectificadores semicontrolados.

### **Tema 2 Convertidores CC/CA. Inversores.**

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Clasificación.
- 2.3 Inversor en medio puente.
- 2.4 Inversor en puente completo.
- 2.5 Reducción de armónicos.
  - 2.5.1 Eliminación.
  - 2.5.2 Cancelación
- 2.6 Inversor trifásico.
- 2.7 Técnicas de control de la tensión de salida.
- 2.8 Modulación PWM.
  - 2.8.1 Modulación de un solo ancho de pulso.
  - 2.8.2 Modulación de varios anchos de pulso.
  - 2.8.3 Modulación senoidal del ancho de pulso.

### **Tema 3 Convertidores CA/CA.**

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Reguladores.
  - 3.2.1 Regulador monofásico.
  - 3.2.2 Regulador trifásico.
- 3.3 Técnica de control.
  - 3.3.1 Técnica de control de fase.
  - 3.3.2 Técnica de control de ciclo integral.
- 3.4 Cicloconvertidores.
  - 3.4.1 Monofásico.
  - 3.4.2 Trifásico.

### **Tema 4 Interruptores Estáticos.**

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Interruptores estáticos con Tiristores y Triacs.
  - 4.2.1 Interruptores de CA: monofásicos y trifásicos.
  - 4.2.2 Interruptores de CC.
- 4.3 Interruptores estáticos con transistores.
  - 4.3.1 Interruptores de CA: monofásicos y trifásicos.
  - 4.3.2 Interruptores de CC.

### **Tema 5 INTRODUCCIÓN A LOS CONVERTIDORES RESONANTES.**

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Fundamentos del convertidor resonante.
  - 5.2.1 Resonancia serie.
  - 5.2.2 Resonancia paralelo.
  - 5.2.3 Resonancia serie-paralelo.
- 5.3 Clasificación de los convertidores resonantes.
  - 5.3.1 Conmutación a corriente cero (ZCS).
  - 5.3.2 Conmutación a tensión cero (ZVS).
- 5.4 Topologías de los convertidores resonantes.
  - 5.4.1 Convertidor reductor resonante ZCS.
  - 5.4.2 Convertidor reductor resonante ZVS.

## **Tema 6 ASOCIACION Y PROTECCIÓN DE SEMICONDUCTORES DE POTENCIA.**

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Conexión en serie.
- 6.3 Conexión en paralelo.
- 6.4 Ecuaciones estáticas y dinámicas.
- 6.5 Protección eléctrica de semiconductores.
  - 6.5.1 Protección contra sobrecorrientes. Fusibles.
  - 6.5.2 Protección contra sobretensiones.
    - 6.5.2.1 Protección con redes RC.

## **Tema 7 INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS.**

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Compatibilidad y susceptibilidad electromagnética.
- 7.3 Naturaleza de las interferencias electromagnéticas.
  - 7.3.1 Emisión conducida.
  - 7.3.2 Emisión radiada.
- 7.4 Supresión de la EMI radiada. Blindaje.
- 7.5 Supresión de la EMI conducida. Filtros.
- 7.6 Técnicas de puesta a tierra.
- 7.7 Medida de interferencias.
- 7.8 Normativa relativa a EMC.

### Programa de Laboratorio

- Práctica I. Fuentes de Alimentación Conmutadas.
- Práctica II. Rectificadores Controlados.
- Práctica III. Inversores.
- Práctica IV. Conversión CA/CA Mediante enlace CC.
- Práctica V. Bloqueo Forzado de Tiristores.

## Trabajos Tutelados

Dentro de las actividades tuteladas, se proponen dos tipos de ejercicios:

1.- Propuestas de resolución de problemas relacionados con los diferentes temas desarrollados, de similar o mayor dificultad a los ejemplos resueltos en el aula. El objetivo de estas propuestas es la consolidar el método de resolución explicado y afianzar por tanto los conocimientos.

2.- Propuestas de simulación mediante ordenador de ejemplos y ejercicios resueltos en el aula. Esto permite un acercamiento a cuestiones prácticas, además de comparar con la solución analítica, la simulación presenta algunos aspectos difíciles de interpretar en muchos casos, únicamente con la resolución del problema.

### **Mecanismos de control y seguimiento**

- Realización de un esquema temporal de la asignatura.
- Control del grado de cumplimiento de las actividades programadas.
- Toma de decisiones en función de los resultados obtenidos.