



## Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, Doble Grado en Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Electrónica de Potencia I

**Denominación en inglés:**

Power Electronics I

**Código:**

606610221, 609017233

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
<b>Trabajo estimado:</b>	150	60	90

**Créditos:**

Grupos grandes	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	0	1.86	0	0

**Departamentos:****Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	Ingeniería de Sistemas y Automática
Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	Tecnología Electrónica

**Curso:**

4º - Cuarto

**Cuatrimestre:**

Primer cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Durán Aranda, Eladio

**E-Mail:**

aranda@uhu.es

**Teléfono:**

959 217655

**Despacho:**

247-ETSI-EI Carmen

Mesa Alcocer, Moisés Saúl	moises.mesa@diesia.uhu.e s		
---------------------------	-------------------------------	--	--

\*Profesor coordinador de la asignatura

[Consultar los horarios de la asignatura](#)

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Principio de funcionamiento de los Dispositivos Semiconductores de Potencia. Configuraciones de los Convertidores Conmutados de Potencia. Aplicaciones de la Electrónica de Potencia.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Fundamentals of Power Semiconductor Devices. Configurations of Switching Power Converters. Applications of Power Electronics.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

La Electrónica de Potencia, constituye una de las últimas incursiones dentro de las competencias específicas del estudiante en el ámbito de la Electrónica Industrial. Desde un punto de vista genérico, con esta asignatura, se ponen de manifiesto la relación con otras materias Electrónicas de la titulación, lo cual permite tener una visión global de las diferentes vertientes de la Electrónica aplicada en la industria. Específicamente, 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. Tanto el estudio de los dispositivos, como el de algunos convertidores y sus aplicaciones serán tratados en esta asignatura, siendo la asignatura Electrónica de Potencia II la encargada de completar la formación en este ámbito.

#### 2.2. Recomendaciones:

Para cursar esta asignatura, se recomienda que el/la estudiante tenga interés por conocer los fundamentos y aplicaciones de los sistemas electrónicos de potencia, además de conocimientos básicos de matemáticas, física, electrónica y electricidad; contenidos que dada la ubicación de la asignatura en la titulación, los/las estudiantes deben tener consolidados.

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

La Electrónica de Potencia puede ser descrita como la aplicación de la electrónica a la conversión de energía eléctrica, es decir, a la modificación de la forma en la que se presenta dicha energía eléctrica, utilizando para ello dispositivos electrónicos de potencia. Esta definición da origen a los objetivos básicos de esta asignatura:

1. El estudio de los dispositivos semiconductores más empleados en Electrónica de Potencia y el análisis de sus condiciones de funcionamiento.
2. Análisis de los principales convertidores de potencia, configuraciones, principios de funcionamiento y campos de aplicación.

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

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

- **E04:** Conocimiento aplicado de electrónica de potencia
- **E06:** Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de, su área de estudio
- **CB4:** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G02:** Capacidad para tomar de decisiones
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G06:** Actitud de motivación por la calidad y mejora continua
- **G07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (C12) en la práctica profesional.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

A lo largo del cuatrimestre han sido programadas un total de 41,4 horas de clases de teoría y de problemas; mientras que en las clases de teoría se desarrollan y exponen los contenidos teóricos fundamentales de cada tema, en las de problemas se resuelven supuestos relacionados con la teoría, también se define el peso específico de la materia tratada, respecto de la totalidad de la asignatura.

Las sesiones académicas prácticas se han distribuido en 18,6 horas, las cuales serán impartidas de forma paralela con las de teoría, a partir de la tercera 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; como son una introducción a las dos aplicaciones empleadas para realizar las simulaciones: Matlab/Simulink y PSpice.

## 6. Temario desarrollado:

### Tema 1 Fundamentos de Electrónica de Potencia.

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Términos de potencia. Factor de potencia.
  - 1.2.1 Ejemplos.
- 1.3 Análisis de Fourier. Cálculo de armónicos.
  - 1.3.1 Ejemplos.
- 1.4 Métodos para el análisis de circuitos de potencia.
  - 1.4.1 Ejemplos.

### Tema 2 Sistemas y Dispositivos de Potencia.

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Convertidores. Aplicaciones.
- 2.3 Análisis general de pérdidas en dispositivos de potencia.
- 2.4 Diodo de potencia.
  - 2.4.1 Características dinámicas.
- 2.5 Transistor Bipolar de potencia.
  - 2.5.1 Características dinámicas.
- 2.6 MOSFET de potencia.
  - 2.6.1 Características dinámicas.
- 2.7 I.G.B.T.
  - 2.7.1 Características dinámicas.
- 2.8 M.C.T.
  - 2.8.1 Características estáticas y dinámicas.

### Tema 3 Tiristores y Triacs.

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Fundamentos de la estructura de cuatro capas.
  - 3.2.1 Características estáticas.
- 3.3 El Tiristor (SCR).
  - 3.3.1 Principio de funcionamiento.
  - 3.3.2 Estado de bloqueo y conducción.
  - 3.3.3 Disparo de un Tiristor.
  - 3.3.4 Tiempos de disparo.
  - 3.3.5 Características de puerta.
  - 3.3.6 Bloqueo natural y forzado.
    - 3.3.6.1 Bloqueo por fuente inversa de tensión.
    - 3.3.6.2 Bloqueo por fuente inversa de intensidad.
- 3.4 Tiristores de Apagado por Puerta.
  - 3.4.1 Funcionamiento del GTO.
- 3.5 El Triac.
  - 3.5.1 Principio de funcionamiento.
  - 3.5.2 Disparo de un Triac.
- 3.6 El Diac.
  - 3.6.1 Características directa e inversa.
  - 3.6.2 Disparo de un Triac mediante un Diac.

### Tema 4 Convertidores CC/CC (DC/DC Converters).

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Convertidor básico CC/CC.
- 4.3 Modulación de ancho de pulso.
- 4.4 Convertidor Reductor (*Buck Converter*).
  - 4.4.1 Modo de conducción continuo.
  - 4.4.2 Modo de conducción discontinuo.
- 4.5 Convertidor Elevador (*Boost Converter*).
  - 4.5.1 Modo de conducción continuo.
  - 4.5.2 Modo de conducción discontinuo.
- 4.6 Convertidor Reductor-Elevador (*Buck-Boost Converter*).
  - 4.6.1 Modo de conducción continuo.
  - 4.6.2 Modo de conducción discontinuo.
- 4.7 Convertidor de Cuk.
- 4.8 Convertidor SEPIC.
- 4.9 Convertidor ZETA.
- 4.10 Convertidores con múltiples salidas.
- 4.11 Convertidores Síncronos.
- 4.12 Convertidores Bidireccionales.

### Tema 5 Amplificadores de Potencia (Power Amplifiers).

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Distorsión: Armónica, por intermodulación y de cruce (*Crossover Distortion*).
- 5.3 Clases de operación de los amplificadores de potencia.
- 5.4 Amplificadores clase A (*Class A Amplifier*).
  - 5.4.1 Cálculos de potencia y rendimiento.
- 5.5 Amplificadores clase B (*Class B Amplifier*).
  - 5.5.1 Cálculos de potencia y rendimiento.
- 5.6 Amplificadores en clase AB (*Class AB Amplifier*).

5.6.1 Cálculos de potencia y rendimiento.

5.7 Amplificadores Operacionales de potencia.

#### **Programa de Laboratorio.**

Práctica I. Descripción del controlador PWM TL494.

Práctica II. Montaje experimental mediante modulador PWM (TL494).

Práctica III. Control de potencia eléctrica con Triac.

Práctica IV. Simulación mediante MATLAB/SIMULINK de convertidores DC/DC.

Práctica V. Montaje experimental de convertidores DC/DC mediante modulador PWM.

Práctica VI. Montaje experimental/simulación mediante PSPICE de un amplificador clase AB.

#### **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 de 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.

## **7. Bibliografía**

### **7.1. Bibliografía básica:**

- **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. Martínez García y J.A. Gualda.  
Editorial: Thomson Paraninfo.  
Año: 2006.

### **7.2. Bibliografía complementaria:**

- **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.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Examen de prácticas

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

La evaluación de la asignatura Electrónica de Potencia I, para todas las convocatorias: convocatoria ordinaria I, convocatoria ordinaria II, convocatoria ordinaria III y extraordinaria de finalización de estudios, contempla dos formas de evaluación: **evaluación continua** (con realización de Prácticas de Laboratorio y/o entrega de Actividades) y **evaluación única**.

#### 1. Modalidad de Evaluación Continua (con realización de Prácticas de Laboratorio y/o entrega de Actividades):

El examen escrito constará de dos partes (1,5h de duración para cada parte y no está permitida la utilización de ninguna documentación durante la prueba): 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 (E04, E06, CB2, G01, G02, G06 y G07) por el/la alumno/a. Esta prueba será valorada con un peso entre el 60% (30% para cada una de las partes) y el 80% (40% para cada una de las partes) sobre la nota final; dependiendo de la realización y entrega de las actividades propuestas. Las prácticas de laboratorio serán evaluadas en relación a las memorias entregadas y al método seguido para obtener los resultados, competencias evaluadas G04 y CT4; 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/las alumnos(as) en los ejercicios planteados, competencias evaluadas CB4, CT2 y CT3; y contribuirá con un peso del 20% sobre la nota final.

Los **requisitos mínimos** necesarios para aprobar la asignatura (**Modalidad Evaluación Continua**) son los siguientes:

1. La obtención de una calificación de Aprobado (5 sobre 10) en **prácticas de laboratorio**.
2. La obtención de una calificación de al menos un **3** sobre 10 en la **1ª parte** (preguntas o cuestiones teóricas) del **examen escrito**.
3. Para la evaluación de las **actividades** (entrega de apuntes, ejercicios de simulación o boletín de problemas), dichas actividades han de haber sido realizadas en su **totalidad y entregadas** en las fechas establecidas (**Noviembre 2020 a Febrero 2021**).

Para la superación de la asignatura es necesario obtener una calificación final igual o superior a 5, atendiendo a la siguiente ecuación y dependiendo de si se ha realizado o no, la entrega de las actividades propuestas.

-**Con** realización y entrega **de actividades**:

**Nota final = 0,6 Nota de Examen teórico-práctico + 0,2 Nota de Prácticas de laboratorio + 0,2 Nota de Actividades.**

-**Sin** realización **de actividades**:

**Nota final = 0,8 Nota de Examen teórico-práctico + 0,2 Nota de Prácticas de laboratorio.**

#### 2. Modalidad de Evaluación Única.

Los/as alumnos/as que quieran acogerse a esta modalidad de evaluación, deberán notificarlo al coordinador de la asignatura, mediante correo electrónico, dentro de las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación, si esta se ha producido con posterioridad.

El examen escrito constará de dos partes (1,5h de duración para cada parte y no está permitida la utilización de ninguna documentación durante la prueba): 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 (E04, E06, CB2, CB4, G01, G02, G06, G07, CT2 y CT3) por el/la alumno/a. Esta prueba será valorada con un peso del 80% (40% para cada una de las partes) y no está permitida la utilización de ninguna documentación durante la prueba. Las prácticas de laboratorio serán evaluadas mediante una prueba en el laboratorio que englobe la totalidad de las prácticas propuestas, de una duración de 2 horas, y en relación al método seguido para obtener los resultados, competencias evaluadas G04 y CT4, contribuirá con un peso del 20% sobre la nota final.

Los **requisitos mínimos** necesarios para aprobar la asignatura (**Modalidad Evaluación Única**) son los siguientes:

1. La obtención de una calificación de **Aprobado** (5 sobre 10) en el **examen de prácticas de laboratorio**.
2. La obtención de una calificación de al menos un **3** sobre 10 en la **1ª parte** (preguntas o cuestiones teóricas) del **examen escrito**.

Para la superación de la asignatura es necesario obtener una calificación final igual o superior a 5, atendiendo a la siguiente ecuación.

**Nota final (Modalidad de Evaluación Única) = 0,80 Nota de Examen teórico-práctico + 0,20 Nota de Examen de Prácticas de laboratorio.**

Para la obtención de Matrícula de Honor, el/la estudiante deberá obtener un 10 en su nota final. En el caso de que haya más estudiantes con esta calificación y no sea posible otorgarlas todas, debido al número de estudiantes matriculados, éstas se otorgarán a aquellos/as que consigan mejor calificación en la resolución de una prueba adicional, cuya fecha de celebración se acordará entre los/as estudiantes implicados/as.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	2.76	0	0	0	0		Tema 1	
#2	2.76	0	0	0	0		Tema 1	
#3	2.76	0	0	1.43	0		Tema 1	
#4	2.76	0	0	1.43	0		Tema 2	
#5	2.76	0	0	1.43	0		Tema 2	
#6	2.76	0	0	1.43	0		Tema 3	
#7	2.76	0	0	1.43	0		Tema 3	
#8	2.76	0	0	1.43	0		Tema 4	
#9	2.76	0	0	1.43	0		Tema 4	
#10	2.76	0	0	1.43	0		Tema 4	
#11	2.76	0	0	1.43	0		Tema 4	
#12	2.76	0	0	1.43	0		Tema 5	
#13	2.76	0	0	1.43	0		Tema 5	
#14	2.76	0	0	1.43	0		Tema 5	
#15	2.76	0	0	1.44	0		Tema 5	
	41.4	0	0	18.6	0			