

## **Grado en Ingeniería Electrónica y Automática**

### **29812 - Fundamentos de electrónica**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 2, Semestre: 1, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Inmaculada Plaza García** [inmap@unizar.es](mailto:inmap@unizar.es)
- **Aránzazu Otín Acín** [aranotin@unizar.es](mailto:aranotin@unizar.es)
- **Vicente Pedro Fernández Escartín** [vifede@unizar.es](mailto:vifede@unizar.es)
- **Guillermo Palacios Navarro** [palanava@unizar.es](mailto:palanava@unizar.es)
- **Julio David Buldain Pérez** [buldain@unizar.es](mailto:buldain@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

**Se requieren, ineludiblemente, los conocimientos y habilidades de la asignatura obligatoria previa de Fundamentos de Electrotecnia**, dado que la formación en Teoría de Circuitos constituye la base fundamental y del todo imprescindible para cualquier desarrollo eficiente de la docencia de materias de Electrónica. Además, se precisa haber alcanzado los objetivos de conocimiento de las asignaturas obligatorias de formación básica de las materias de **Matemáticas y Física**, ya que sus contenidos resultan verdaderamente importantes para el desarrollo y comprensión de esta asignatura.

**El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso**, son imprescindibles para alcanzar los objetivos de formación y, por tanto, la superación de la asignatura.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la web del Centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se harán públicas mediante una plataforma informática al uso (para acceder a este recurso, el estudiante debe estar matriculado).

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3 horas presenciales de clase en el aula.
- Cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.
- Las actividades adicionales que se programen (trabajos, pruebas, etc.) se anunciarán con suficiente antelación, tanto en clase como en la aplicación informática disponible.

- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la Dirección del Centro.

---

## **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Identificar las aplicaciones y funciones de la electrónica en la Ingeniería.
- 2:** Saber utilizar las técnicas de análisis de circuitos electrónicos.
- 3:** Conocer los fundamentos tecnológicos y modelos propios de los dispositivos electrónicos.
- 4:** Tener aptitud para aplicar los dispositivos en circuitos electrónicos básicos de uso en la Ingeniería.
- 5:** Manejar los instrumentos propios de un laboratorio de electrónica básica y utilizar herramientas de simulación electrónica.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

Fundamentos de Electrónica es una asignatura obligatoria de la Rama Industrial de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150 horas totales de trabajo, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, ejercicios prácticos, laboratorio, etc.) y 90 no presenciales (resolución de ejercicios, preparación de prácticas, estudio, etc.).

De acuerdo con los contenidos y los resultados de aprendizaje, el estudiante adquirirá las competencias necesarias para especificar y diseñar bloques básicos del diseño electrónico. Se realizará una descripción básica y funcional de los componentes electrónicos más utilizados, tanto pasivos como activos, considerando los parámetros más relevantes que definen su operación y exponiendo los procedimientos experimentales para su utilización y caracterización en el laboratorio. Además, se desarrollarán las aplicaciones de estos componentes en circuitos básicos, explicando la forma de analizar y diseñar cada uno de los sistemas electrónicos presentados.

---

## **Contexto y competencias**

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo de la asignatura Fundamentos de Electrónica es que el estudiante adquiera las competencias necesarias para diseñar sistemas electrónicos utilizando componentes básicos del diseño electrónico, adquiriendo los conocimientos necesarios para comprender los fundamentos y aplicaciones de la electrónica moderna y desarrollando las herramientas de análisis, síntesis y diseño necesarias.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La Electrónica es una disciplina basada en los dispositivos semiconductores y que, mediante elementos discretos y estructuras integradas, genera diferentes funciones con las variables tensión y corriente. Es decir, con unas variables de entrada o excitaciones se genera la señal de salida. Este es el objetivo intrínseco de la disciplina de la Electrónica y, por tanto, en el que se fundamenta el planteamiento de esta asignatura. Una vez revisada la definición de Electrónica y sus aplicaciones más genéricas, destacando el procesado de la información y la gestión de la energía, se presentarán los conceptos básicos de dispositivo, sistema y señal. En función de las variables que se manejan en el sistema y las condiciones concretas de operación, se pueden clasificar en sistemas analógicos, digitales y de potencia.

Todos los sistemas electrónicos, independientemente de la función que realicen, tienen en común el uso de los mismos componentes básicos, diodos y transistores. El estudio y análisis de estos componentes electrónicos, como estructuras más básicas derivadas de los dispositivos semiconductores, junto con los ya estudiados en Fundamentos de Electrotecnia (resistencia, condensador, bobina, transformador, generadores de tensión y corriente, etc.), proporcionarán las herramientas necesarias para abordar el diseño de cualquier sistema electrónico a partir de unas especificaciones concretas.

**Fundamentos de Electrónica requiere de sólidos conocimientos de Fundamentos de Electrotecnia**, la cual se constituye como una herramienta absolutamente imprescindible para el análisis de los circuitos eléctricos sobre los que se sustentan los circuitos electrónicos. Asimismo, hace uso de conceptos de gran relevancia de la teoría de sistemas lineales que se imparten, con carácter simultáneo, en la asignatura **Señales y Sistemas**.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Entender y aplicar los conocimientos de los fundamentos de la electrónica.
- 2:** Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 3:** Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 4:** Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los de aquellas sobre las que se sustenta, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como afrontar las disciplinas más específicas de carácter electrónico con suficiente solidez conceptual.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** **Prácticas de Laboratorio (35%)**

El aprovechamiento de las prácticas de laboratorio resulta absolutamente imprescindible para asimilar en toda su extensión la materia explicada previamente, adquirir las habilidades necesarias para trabajar con componentes, etapas e instrumental y percibir las potencialidades de una disciplina tan funcional como la Electrónica, permitiendo constatar el nexo directo teoría-práctica. Con este objetivo, del todo prioritario, se han establecido las siguientes normas:

- El número total de prácticas será de 6, con un tiempo de 2.5 horas para cada una, mientras que las sesiones y los correspondientes horarios serán consecuentes con la planificación que el Centro establezca al respecto. En cualquier caso, el profesorado asumirá el objetivo esencial de adecuar el desarrollo de las prácticas con el de la materia correspondiente explicada en las clases en aula.
- La práctica será trabajada durante la totalidad de la sesión, asistiendo con la debida puntualidad y desarrollándola al ritmo adecuado para alcanzar los objetivos de aprendizaje inherentes. Esto requiere, de forma ineludible y con carácter previo, el estudio y conocimiento de la materia que se desarrolle en la misma así como la realización del trabajo específico que se señale.
- La calificación estará constituida por la evaluación de tres bloques: a) En primer lugar, el conocimiento, la comprensión y la asimilación que el estudiante demuestre, a través de una prueba oral o escrita, de los contenidos abordados en la práctica, tanto en la parte previa (no presencial) como de laboratorio. Una manifiesta insuficiencia en esta prueba será susceptible de una calificación de suspenso; b) En segundo lugar, el trabajo previo de carácter específico señalado en el guión de la práctica; c) Finalmente, el trabajo desarrollado en el laboratorio.
- Las calificaciones definitivas del programa de prácticas de la asignatura se emitirán tras la completa finalización de dicha actividad. No obstante, una calificación de suspenso en una práctica será comunicada al estudiante en el transcurso de la correspondiente sesión.
- Para la superación del programa de prácticas se requerirá haber superado, al menos, la mitad y que la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada una de ellas no resulte inferior a la mitad de la máxima. En este sentido, la inasistencia a una práctica conllevará una calificación de cero. Las personas que no superen el programa de prácticas tendrán que realizar el examen correspondiente a esos contenidos en la prueba global o, alternativamente, si el profesorado responsable lo considera oportuno, un examen específico en el laboratorio. Por el contrario, las personas que superen el programa de prácticas trasladarán esa nota a la prueba global con el peso del 35%, siendo eximidos en la misma de la parte correspondiente a los contenidos más específicos de prácticas. La calificación de prácticas se mantendrá para las dos convocatorias del curso.
- El orden en el trabajo de laboratorio resulta esencial para alcanzar los objetivos de aprendizaje. En este sentido, será considerada una falta grave la desidia o maltrato del material (osciloscopios, componentes, etc.), pudiendo conllevar esa práctica una calificación de suspenso.

**2:**

### **Talleres y Actividades Evaluables (15%)**

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante y la comprensión de temas específicos que no pueden abordarse de manera adecuada en el desarrollo convencional de las clases presenciales, se realizarán actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre. Más concretamente, a lo largo del programa se planteará la realización de un taller (actividad de tipo T6). Las actividades concretas a llevar a cabo y la metodología de evaluación aplicable se comunicarán en clase y en la plataforma informática al uso con la suficiente antelación. En cualquier caso, se evaluará tanto el trabajo previo que se especifique (actividad no presencial) como el que se desarrolle a lo largo de la sesión (actividad presencial).

Para la superación de esta actividad, de carácter evaluable, se requerirá la asistencia y realización adecuada de las tareas que se establezcan. Las personas que no la superen tendrán que realizar el examen correspondiente a esos contenidos en la prueba global. Por el contrario, las personas que la superen trasladarán esa nota a la prueba global con el peso del 15%, siendo eximidas de la parte más específica correspondiente a esos contenidos. La calificación se mantendrá para las dos convocatorias del curso.

**3:**

### **Examen Final (50%)**

Se trata de un único ejercicio teórico-práctico para cuya realización no se dispondrá de material docente alguno. En el enunciado se dará a conocer la valoración de cada uno de los apartados así como la posibilidad de utilizar o no la calculadora. En cualquier caso, quedará del todo excluido su uso para el almacenamiento de archivos, documentos o material de cualquier tipo relacionado con la asignatura, por lo que su utilización deberá restringirse a la mera realización de cálculos en general. Por otra parte, para la determinación de resultados numéricos, las correspondientes expresiones originarias, como integrales, deberán desarrollarse en su totalidad de forma analítica, no siendo posible la utilización de la calculadora hasta la expresión final.

El examen podrá incluir bloques correspondientes a componentes, etapas electrónicas y la resolución de algún ejercicio práctico. En cuanto a componentes, se plantearán cuestiones referentes a fundamentos de operación, parámetros característicos, limitaciones estáticas y dinámicas, posible excitación, etc. Respecto a etapas, se plantearán cuestiones relativas a modos de operación, aplicaciones, etc. En la resolución de los ejercicios se valorarán los fundamentos conceptuales utilizados, el planteamiento metodológico desarrollado

y, en su caso, la adecuación, eficiencia y optimización de las configuraciones electrónicas propuestas.

**3: PRUEBA GLOBAL (CONVOCATORIAS OFICIALES; 100%)**

En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante. Así:

- La calificación final se corresponderá con la media ponderada entre la nota de la parte de prácticas (35%), el taller (15%) y la nota del correspondiente examen final (50%). No obstante, **será necesario aprobar cada una de las partes por separado** para poder superar la asignatura.
- El estudiante que, con anterioridad a la prueba global, haya aprobado las prácticas de laboratorio y el taller, únicamente deberá realizar el examen final. Si no ha superado alguna o ambas de estas partes, tendrá la oportunidad de hacerlo respondiendo por escrito a un conjunto específico de cuestiones relacionadas. No obstante, y como se ha indicado con anterioridad, el profesorado responsable de la asignatura podrá establecer, de forma alternativa a la prueba escrita, un examen específico en el laboratorio para las personas que no hayan superado el programa de prácticas.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, ejercicios prácticos y laboratorio; y un cuarto nivel complementario: el taller..

- En las clases de teoría se expondrán los componentes básicos del diseño electrónico de manera aplicada y orientada hacia el diseño de sistemas electrónicos.
- En las clases de ejercicios prácticos se planteará y desarrollará el análisis y diseño de sistemas a partir de los componentes básicos.
- Se realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, donde el estudiante analizará y verificará el funcionamiento de circuitos electrónicos.
- En el taller, se llevarán a cabo actividades complementarias al desarrollo del programa de la asignatura

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1: TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)**

**1) Clase presencial (tipo T1)** (30 horas presenciales).

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los fundamentos y aplicaciones principales de los componentes básicos del diseño electrónico, ilustrándolos con ejemplos reales. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y breves debates.

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

- Introducción a la electrónica. Aplicaciones: procesado de la información y de la energía. Funciones analógicas, digitales y de potencia.
- Tipos de dispositivos electrónicos.
- Técnicas de análisis de circuitos electrónicos.
- Dispositivos electrónicos: tecnología, modelos y circuitos básicos. Diodos, transistores bipolares, transistores unipolares, tiristores.

**2) Clases de problemas (tipo T2)** (15 horas presenciales).

Se desarrollarán ejercicios prácticos relacionados con los contenidos teóricos.

**3) Prácticas de laboratorio (tipo T3) (15 horas presenciales).**

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

Práctica 1.- Simulación electrónica de circuitos.

Práctica 2.- Diodos: características estáticas.

Práctica 3.- Circuitos con diodos.

Práctica 4.- Diodo: comportamiento dinámico.

Práctica 5.- Transistor BJT: operación en tensión.

Práctica 6.- Transistor BJT: operaciones varias.

De acuerdo con la experiencia de cursos previos y el análisis consiguiente, este programa es susceptible de alguna modificación.

**2: TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)**

**4) Estudio (tipo T7) (82 horas no presenciales).**

Estudio personal del estudiante de la parte teórica, realización de problemas, preparación de prácticas, etc. Se fomentará el trabajo continuado del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de las diversas actividades de aprendizaje. Se incluyen aquí las tutorías, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos, etc.

**5) Talleres y/o seminarios (tipo T6) (4 horas).**

Actividades que el estudiante realizará solo o en grupo y que el profesor irá proponiendo a lo largo del período docente.

**6) Pruebas de evaluación (tipo T8) (4 horas).**

Además de la función calificadora, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado.

**3: PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**

**TEMA 0. INTRODUCCIÓN A LA ELECTRÓNICA.**

- 1) Introducción a la asignatura: la Electrónica como disciplina.
- 2) Electrónica analógica, digital y de potencia.
- 3) Caracterización de un componente electrónico: caracterización funcional y limitaciones.

**TEMA 1. CONDUCCIÓN EN SEMICONDUCTORES.**

- 1) Portadores de carga.
- 2) Semiconductores intrínsecos y extrínsecos.
- 3) Concentraciones de portadores.
- 4) Generación y recombinación de portadores.
- 5) Corrientes de portadores.
- 6) Resistencias semiconductoras: NTC, PTC, LDR.

## TEMA 2. DIODOS: COMPORTAMIENTO ESTÁTICO.

- 1) La unión PN.
- 2) La unión PN en equilibrio.
- 3) Comportamiento estático: curva característica.
- 4) Circuito equivalente estático para grandes señales. Caracterización funcional.
- 5) Diodos especiales: Zener, LED, fotodiodo, Schottky.

## TEMA 3. RECTIFICACIÓN CON DIODOS Y FILTRADO.

- 1) Operación rectificadora del diodo.
  - Conversión AC-DC a partir de la red.
  - Rectificación en media onda.
  - Rectificación en doble onda.
- 2) Filtrado mediante condensador.
  - Potencia y factor de potencia.

## TEMA 4. DIODOS: COMPORTAMIENTO DINÁMICO.

- 1) Comportamiento dinámico: circuito equivalente.
- 2) Conmutación del diodo.

## TEMA 5. TRANSISTOR BIPOLAR (BJT).

- 1) Estructura, generalidades y modos de operación.
- 2) Curvas características básicas.
- 3) Conclusiones funcionales: relaciones de tensiones y corrientes.
- 4) Limitaciones de operación.
- 5) Fototransistor.

## TEMA 6. CONFIGURACIONES CON BJT (1/2).

- 1) El transistor como regulador de tensión.
- 2) El transistor como regulador de corriente.
- 3) El transistor como interruptor.
- 4) Dependencia térmica de la corriente e implicaciones.
- 5) Conexión de tensiones a cargas.

## TEMA 7. CONFIGURACIONES CON BJT (2/2).

- 1) Conmutación del transistor.
- 2) Mejora de la conmutación: “*drivers*” de excitación.
- 3) Etapas optoacopladoras.

## TEMA 8. TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO.

- 1) Transistor MOSFET: estructura y operación básica, curvas características, conmutación.
- 2) Transistor JFET: estructura y operación básica, curvas características, operación como interruptor

bilateral.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Tanto las clases teóricas y de ejercicios prácticos como las sesiones de prácticas de laboratorio se imparten según el horario establecido por el centro (disponibles en su página web).

Cada profesor informará de su horario de tutoría.

## Bibliografía y recursos

**1. Material escrito de la asignatura. Disponible en la plataforma informática al uso (para acceder a este recurso, el estudiante debe estar matriculado).**

**2. Problemas y Guiones de prácticas.** Disponible en la plataforma informática al uso (para acceder a este recurso, el estudiante debe estar matriculado).

**3. Libros de referencia:**

- "Circuitos Microelectrónicos"; Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C.; McGraw-Hill, quinta edición, 2006.
- "Microelectronic Circuits"; Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C.; Oxford University Press, International Sixth Edition, 2011.
- "Principios de Electrónica"; Malvino, Albert & Bates, David J.; McGraw-Hill, séptima edición, 2007.
- "Circuitos Electrónicos. Análisis, simulación y diseño"; Malik, Norbert R.; Prentice Hall, 2003.
- "Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos"; Boylestad, Robert L.; Prentice Hall, décima edición, 2009.
- "Electrónica"; Hambley, Allan R.; Prentice Hall, segunda edición, 2001.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

### Escuela Universitaria Politécnica

- Boylestad, Robert L.. Electrónica : teoría de circuitos y dispositivos electrónicos / Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky ; traducción, Rodolfo Navarro Salas ; revisión técnica, Francisco Rodríguez Ramírez . - 10<sup>a</sup> ed. México [etc.] : Prentice Hall, 2009
- Hambley, Allan R.. Electrónica / Allan R. Hambley . - 2a ed. Madrid, etc. : Prentice Hall, D.L.2001
- Malik, Norbert R.. Circuitos electrónicos : análisis, diseño y simulación / N. R. Malik ; traducción, Miguel Angel Pérez García, M<sup>a</sup> Antonia Menéndez Ordas, Cecilio Blanco Viejo ; revisión técnica, Juan Meneses Chaus ... [et al.] . - [1<sup>a</sup> ed. en español], reimpr. Madrid [etc.] : Prentice Hall, 2003
- Malvino, Albert Paul. Principios de electrónica / Albert Malvino, David J. Bates ; traducción Vuelapluma . - 7<sup>a</sup> ed Madrid [etc] : McGraw-Hill, D. L. 2006
- Sedra, Adel S. Circuitos microelectrónicos / Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith. 5<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill, 2006
- Sedra, Adel S.. Microelectronic Circuits Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C.. - 6th Ed Oxford University Press, International, 2011

### Escuela de Ingeniería y Arquitectura

- 1. Sedra, Adel S.. Circuitos microelectrónicos / Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith . Mexico : Oxford University, cop. 1999
- 2. Sedra, Adel S.. Microelectronic circuits / Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith . 5th ed. New York [etc.] : Oxford University Press, 2004
- 3. Malvino, Albert Paul. Principios de electrónica / Albert Malvino, David J. Bates ; traducción Vuelapluma . 7<sup>a</sup> ed Madrid [etc] : McGraw-Hill, D. L. 2006
- 4. Malik, Norbert R.. Circuitos electrónicos : análisis, diseño y simulación / N. R. Malik ; traducción, Miguel Angel Pérez García, M<sup>a</sup> Antonia Menéndez Ordas, Cecilio Blanco Viejo ; revisión técnica, Juan Meneses Chaus ... [et al.] . [1<sup>a</sup> ed. en español], reimpr. Madrid [etc.] : Prentice Hall, 2003
- 5. Boylestad, Robert L.. Electrónica : teoría de circuitos y dispositivos electrónicos / Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky ;

traducción, Rodolfo Navarro Salas ; revisión técnica, Francisco Rodríguez Ramírez . 10<sup>a</sup> ed. México [etc.] : Prentice Hall, 2009

- 6. Hambley, Allan R.. Electrónica / Allan R. Hambley . 2a ed. Madrid, etc. : Prentice Hall, D.L.2001