

Fecha de aprobación: 20/06/2022

Guía docente de la asignatura

**Electrónica Física (2671144)**

<b>Grado</b>	Grado en Física	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Estructura de la Materia	<b>Materia</b>	Electrónica Física				
<b>Curso</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semestre</b>	2 <sup>o</sup>	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Se recomienda tener cursadas las asignaturas Electromagnetismo, Física Estadística, Física Cuántica y Física del Estado Sólido.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)**

En esta asignatura se explicarán los principios básicos de los semiconductores y dispositivos electrónicos.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS GENERALES**

- CG01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG02 - Capacidad de organización y planificación
- CG05 - Capacidad de gestión de la información
- CG06 - Resolución de problemas
- CG08 - Razonamiento crítico
- CG09 - Aprendizaje autónomo
- CG11 - Iniciativa y espíritu emprendedor

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE01 - Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE02 - Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.
- CE04 - Medir, interpretar y diseñar experiencias en el laboratorio o en el entorno
- CE05 - Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE07 - Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.



- CE09 - Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- El concepto de hueco en un semiconductor y su utilización para evaluar el transporte de carga.
- Cómo obtener las concentraciones de huecos y electrones en un semiconductor y su concentración intrínseca.
- El uso de impurezas en los semiconductores para determinar su tipo y comportamiento.
- El cálculo y determinación de la densidad de huecos y electrones en un semiconductor extrínseco.
- El concepto de neutralidad eléctrica aplicado a semiconductores.
- La movilidad de los electrones y huecos y su dependencia de la temperatura, de las concentraciones de impurezas y de los campos eléctricos.
- La física de los mecanismos de generación y recombinación de portadores en semiconductores, el concepto de bajo nivel de inyección y el de pseudo-nivel de Fermi para electrones y huecos, así como su uso para la determinación de concentraciones de portadores estáticas y transitorias.
- Las ecuaciones de Difusión-Deriva (o Arrastre) y las de continuidad en semiconductores. Su resolución en algunos casos simples.
- El funcionamiento de la unión P-N en equilibrio y bajo polarización: Constitución real y modelos prácticos. Los modelos sencillos para resolución analítica. El campo y el potencial eléctrico "auto-constituido" (Built-in). El concepto de Zona de Carga Espacial. Las relaciones de equilibrio entre las corrientes de difusión y de arrastre. La corriente inversa de saturación y su dependencia con la temperatura. El concepto de polarización en directo y en inverso. Ecuación y forma de la curva I-V característica de una unión P-N. Una aplicación simple de la unión P-N como diodo: la rectificación de señales alternas.
- Las nociones básicas de las hetero-estructuras y gases de huecos y electrones bidimensionales (2D): Qué son los pozos cuánticos simples y múltiples, los hilos y los puntos cuánticos.
- Los principios básicos de la interacción luz (radiación electromagnética)-semiconductor. El efecto fotovoltaico. La estructura y los fundamentos de los dispositivos detectores de luz: Fotodiodos y Células Solares. La curva I-V de una célula solar. La potencia suministrada y el rendimiento energético.
- La emisión de luz por parte de los semiconductores. La estructura y funcionamiento elemental de los dispositivos LED y LASER.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Tema 1. Revisión de los resultados de la teoría de bandas en los sólidos. Características de las bandas de los semiconductores. Corriente de los electrones en una banda. Modelo semiclásico. Modelo de la masa efectiva. Matriz de la masa efectiva. Concepto de hueco.
- Tema 2. Concentración de electrones y huecos en los semiconductores. Semiconductores



intrínsecos. Densidad de estados. Función de ocupación. Concentración intrínseca ni. Dopado de los semiconductores: impurezas aceptadoras y donantes. Factores de ocupación de los niveles de energía creados por las impurezas. Ecuación de neutralidad eléctrica.

- Tema 3. Generación y recombinación de portadores: Conceptos básicos. Tiempo de vida media de los portadores. Tipos de recombinación: banda a banda, banda a centro (Recombinación SRH) y Auger: Modelos elementales y expresión de la vida media de los portadores. Pseudo-niveles de Fermi.
- Tema 4. Transporte de carga en los semiconductores: Movilidad de los portadores. Dependencia con la temperatura y con la concentración de impurezas. Efectos de campos eléctricos altos.
- Tema 5. Procesos de difusión en semiconductores. Corrientes de difusión. Corrientes de difusión y deriva: Consecuencias en equilibrio termodinámico. Ecuaciones de continuidad.
- Tema 6. La unión P-N: Esquema de fabricación de una unión P-N real. Esquema teórico. La unión P-N en equilibrio termodinámico: Descripción cualitativa. Modelo de la unión abrupta e hipótesis de vaciamiento: Cálculo del campo y potencial eléctrico en la estructura. Heterouniones y heteroestructuras: Gases 2D.
- Tema 7: La unión P-N en régimen estático: Descripción cualitativa. Hipótesis de baja inyección. Curva I-V. Zona de deplexión: Capacidad de transición. Una aplicación común: Rectificación de una señal alterna.
- Tema 8: Dispositivos semiconductores optoelectrónicos I: Fotodetectores y células solares. Principio de funcionamiento. Similitudes y diferencias. Curva I-V. Potencia máxima suministrada por una célula solar. Eficiencia energética.

## PRÁCTICO

- Prácticas de simulación de estructuras con semiconductores utilizando la plataforma Nanohub.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- “Física del Estado Sólido y de los semiconductores”. J. P. Mckelvey. Ed. Limusa, 1976.
- “Solid State Electronic Devices”, 6th Edition. B. G. Streetman, S. K Banerjee Pearson



Prentice Hall, 2006. USA. (ISBN: 0-13-149726-X)

- “Semiconductor Devices: Physics and Technology”. 2nd Edition. S. M. Sze. John Wiley and Sons, 2002. (ISBN: 0-471-33372-7)

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- “Dispositivos Electrónicos. Problemas Resueltos”. Juan B. Roldán, Fco. Jesús Gámiz. Editorial Ra\_MA, 2001.
- “Fundamentals of Solid State Electronics”. C. T. Sah World Scientific, 1993 (ISBN: 9810206380)
- “Fundamentals of Semiconductor Theory and Device Physics”. S. Wang. Prentice Hall, 1989. (ISBN: 0-13-344409-0)
- “Photonic Devices”. J. M. Liu. Cambridge University Press, 2005. (ISBN: 978-0-521-55195-3)
- “Fundamentals of Photonics” B. E. A. Saleh, M. C. Teich. 2nd. Edition. John Wiley and Sons, Inc., 2007. (ISBN: 978-0-471-35832-9). Capítulos 16, 17 y 18)
- La bibliografía básica de las asignaturas “Física Estadística” y “Física del Estado Sólido”.

## ENLACES RECOMENDADOS

Algunos vídeos realizados por miembros del Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores sobre distintos aspectos de la física de los semiconductores y dispositivos electrónicos relacionados con el temario de la asignatura:

Densidad de Estados: <http://www.youtube.com/watch?v=cqUCYramcFA>

Unión P-N: [http://www.youtube.com/watch?v=hsJGw\\_c-Nn4](http://www.youtube.com/watch?v=hsJGw_c-Nn4)

MOSFET: <http://www.youtube.com/watch?v=gJKj-wlEPMY>

El siguiente enlace no trata sobre materia del temario de la asignatura propiamente, pero puede contribuir a la formación del alumno y ser un adecuado complemento para la comprensión del funcionamiento del osciloscopio:

<http://www.youtube.com/watch?v=wVXOIwtkFZk>



## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

Para la evaluación de esta asignatura se realizarán tres tipos de pruebas:

- Prueba tipo I: Exámenes parciales tipo test a lo largo del curso, 20% de la calificación final. La no realización de alguno de los test equivaldrá a un 0 sobre 10 en ese test.
- Prueba tipo II: Práctica de simulación: 30% de la calificación final.
- Prueba tipo III: Examen final de problemas: 50% de la calificación final.

Para hacer la media ponderada a la que se refiere el apartado anterior habrá que obtener al menos un 4 sobre 10 de nota media del conjunto de los test realizados, y una nota mínima de 4 sobre 10 en las pruebas tipo II y III. En caso de no obtener un 4 en alguno de los tipos de pruebas, la nota final será el 40% de la nota mayor obtenida en los otros tipos, sin promedio.

La superación de la asignatura requiere una nota final igual o superior a 5 sobre 10.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Aquellos alumnos que se presenten a la convocatoria extraordinaria, podrán, si lo desean, mantener la nota obtenida en cualquiera de los tipos de pruebas anteriores si las hubieren realizado a lo largo del curso. En caso contrario, o si desean mejorar la nota, podrán hacer un nuevo examen de problemas en la fecha oficial del examen extraordinario, un nuevo test que será único de toda la materia oficial del curso o un nuevo trabajo de simulación en fechas que se fijarán previamente. Las notas de los tipos de pruebas que se hagan de nuevo (o por primera vez) serán las que se utilizarán para la nota final. Las condiciones para superar la asignatura serán las mismas que las de la convocatoria ordinaria.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- El examen final único incluirá una parte práctica y otra escrita y con uso de ordenador (o equivalente). La parte práctica consistirá en la realización de una práctica de simulación y





explicación de sus resultados en una memoria, excepto para quienes hubieren realizado y superado las prácticas durante el curso, a los que se les mantendrá la nota que hayan obtenido, si así lo desean, y su peso en la nota final será del 30%. La parte escrita constará de preguntas de teoría (tipo test, por ordenador) con un peso del 20% de la nota final de la parte escrita y de problemas de la materia objeto del temario (50% de la nota final de la parte escrita). Para aprobar la asignatura, se deberá sacar una puntuación mínima de 5 sobre 10 en cada parte.

