

ELECTRONICA FÍSICA

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Estructura de la Materia	Electrónica Física	4º	2º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Juan E. Carceller Beltrán (Teoría y Prácticas) Francisco M. Gómez Campos (Prácticas) Andrés M. Roldán Aranda. (Prácticas) 			Dpto. Electrónica y Tecnología de Computadores, 2ª planta, Facultad de Ciencias, Sección de Física.		
			Despachos:		
			Prof. J.E. Carceller: nº 1 Prof. F.M. Gómez Campos: nº 11 Prof. A. Roldán Aranda: nº 11 Correos electrónicos: jcarcell arroba ugr.es fmgomez arroba ugr.es; amroldan arroba ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Prof. J. E. Carceller: Ma., Mi. J. : 12h a 14 h. Prof. A. Roldán: L., Ma, Mi.: 12h a 14h. Prof. F. M. Gómez: L., Mi.: 10h a 13 h.		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Física					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda tener cursadas las asignaturas Electromagnetismo, Física Estadística, Física Cuántica y Física del Estado Sólido, así como tener los conocimientos correspondientes a las asignaturas de matemáticas propias de la titulación. 					



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

En esta asignatura se explicarán los principios básicos de los Semiconductores, su estructura física y tipos, las propiedades de transporte de corriente eléctrica, los procesos de Generación y Recombinación de portadores, las ecuaciones de difusión deriva, la unión P-N, las heteroestructuras y capas bidimensionales de huecos y electrones. También se tratarán las células solares y los dispositivos semiconductores optoelectrónicos: LED's y LASERES

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

- CT1: Capacidad de análisis y síntesis.
- CT2: Capacidad de organización y planificación.
- CT5: Capacidad de gestión de la información.
- CT6: Resolución de Problemas.
- CT8: Razonamiento crítico.
- CT9: Aprendizaje autónomo
- CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.
- CE4: Medir, interpretar y diseñar experiencias en el laboratorio o en el entorno
- CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE7: Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE9: Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

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 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 corriente I-V de un diodo. Una aplicación simple: la rectificación de señales alternas.
- Las nociones básicas de las heteroestructuras y gases de huecos y electrones bidimensionales (2D): Qué son los pozos cuánticos simples y múltiples, los hilos y 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.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO 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 n_i ; 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. 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 4. Generación y Recombinación de portadores: Conceptos básicos. Tipos de recombinación: modelos elementales. Inyección de bajo nivel. Pseudo-niveles de Fermi.
- 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
- Tema 9: Dispositivos Semiconductores Optoelectrónicos II: Dispositivos emisores de Luz: Principio de funcionamiento. Conservación de la Energía y del momento cristalino. LED's. LASERes: Emisión estimulada. Ganancia de luz: Condiciones para que se produzca. Estructuras LASER: Uniones P-N, Pozos cuánticos(QW: Quantum Well): único y Múltiple (MQW: Multiple Quantum Well). Estructuras prácticas.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminario: EL MOSFET. Principios de funcionamiento. Curvas características

Prácticas de Laboratorio

Práctica 1. Medida y caracterización de las curvas características de una unión P-N.

Práctica 2. Obtención de las curvas I-V de un MOSFET y extracción de sus parámetros fundamentales

Práctica 3. Medida y caracterización de la potencia entregada por una célula solar.

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:

- "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. John Wiley and Sons, Inc., 1991. (ISBN: 0-471-83965-5). Capítulos 15, 16 y 17)
- 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

MOSFET: <http://www.youtube.com/watch?v=9JKj-wIEPMY>

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

El profesor expondrá en clase los contenidos teóricos necesarios para afrontar con éxito las siguientes actividades que deberán realizar los estudiantes.

- Resolución de problemas al final de cada tema.
- Desarrollo y ampliación de contenidos teóricos
- Prácticas de Laboratorio. Asistencia Obligatoria.



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)						Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1	1	2									
Semana 2	1 2	1 1									
Semana 3	2	2	2								
Semana 4	2	2	2								
Semana 5	3	2	2								
Semana 6	4	2	2								
Semana 7	4	2	2								
Semana 8	5	2	2 (Lab. Elect)								
Semana 9	6	2	2								
Semana 10	6	2	2								
Semana 11	7	2	2 (Lab. Elect)								
Semana 12	7 8	1 1	2								
Semana 13	8	2	2 (Lab. Elect)								
Semana 14	9	2		2							
Semana 15	9	2		2							
Total horas		30	23	4		3					



EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Evaluación de problemas y desarrollo o ampliación de temas. Pruebas parciales de evaluación: 20% de la calificación final.
- Evaluación de prácticas: 20% de la calificación final Asistencia obligatoria.
- Examen final: 60% de la calificación final. Nota mínima de esta prueba para la compensación con las anteriores: 4 sobre 10. La superación de la asignatura requiere una nota final igual o superior a 5 sobre 10.
- Para los alumnos que, de acuerdo con la Normativa de Evaluación y calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada opten por la evaluación única final, el examen final único incluirá una parte práctica y otra escrita. La parte práctica consistirá en la realización de una práctica, excepto para quienes hayan realizado y superado las prácticas de laboratorio durante el curso. Para aprobar la asignatura, se deberá sacar una puntuación de 5 sobre 10 en cada parte.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso.

El Departamento de **Electrónica y Tecnología de Computadores** aprobó en sesión de consejo de Departamento de fecha **11 de Julio de 2013** la presente guía docente. Para que conste a los efectos oportunos,



Granada, 12 de Julio de 2013
Juan E. Carceller Beltrán

Fdo: Luis Parrilla Roure
Secretario del Departamento de
Electrónica y Tecnología de Computadores

