

Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia

Nombre de la Materia: Optativa especializada 2: Nano-transporte I (Semiconductores)

- Número de créditos: 10
 - Semestre: 7
 - Horas a la semana: (presenciales y de trabajo al estudiante)
 - Teoría: X
 - Práctica: X
 - Autoestudio: X
 - Requisitos: Fenómenos cuánticos
 - Clave: AFB-1
 - Asignatura: Estapa Especializada
 - Materia asociada a la Línea de investigación: Línea terminal de Nanociencias
-

Descripción de la asignatura : Este curso introducirá al estudiante al conocimiento de las estructuras básicas de los dispositivos semiconductores, a los fenómenos físicos que constituyen la base del funcionamiento y las limitaciones de los mismos, a los modelos teóricos que expliquen adecuadamente sus comportamientos. Se hará énfasis en parámetros que caracterizan al dispositivo y en la dependencia de éstos con las propiedades intrínsecas de los semiconductores, así como el diseño (configuración, geometría, tec.) del dispositivo. Se señalarán las desviaciones más comunes que ocurren en el dispositivo real y las limitaciones de los modelos existentes.

Contenido:

1. **Introducción:** Se enumeran los hitos importantes iniciales en física y tecnología de semiconductores; ganadores del Premio Nobel de Física (estado sólido); información General de semiconductores; tabla periódica de los elementos, enfocándose en semiconductores, indicando las propiedades generales de los semiconductores.
2. **Bandas energéticas y portadores de carga en semiconductores:** fuerzas de unión y bandas de energía en sólidos, fuerzas de unión en sólidos, bandas de energía, metales, semiconductores y aislantes, semiconductores directos e indirectos, variación de bandas de energía con composición de aleación; transporte de carga en semiconductores, electrones y agujeros, masa efectiva, material intrínseco, material extrínseco, electrones y huecos en pozos cuánticos; concentración de portadores, nivel Fermi, concentraciones de electrones y agujeros en el equilibrio, dependencia de la temperatura de las concentraciones portadoras, compensación y neutralidad de carga espacial; deriva de portadores en campos eléctricos y magnéticos, conductividad y movilidad, deriva y resistencia, efectos de la temperatura y el dopaje en la movilidad, efectos de campo alto, efecto de sala, invarianza del nivel de Fermi en el equilibrio .
3. **Exceso de portadores en semiconductores:** absorción óptica; luminiscencia; fotoluminiscencia; electroluminiscencia; vida útil de la portadora y fotoconductividad, recombinación directa de electrones y agujeros, recombinación indirecta, trampas ópticas, generación de portadores de

Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia

estado estable, Niveles Cuasi-Fermi, dispositivos fotoconductores; difusión de portadores, procesos de difusión, difusión y deriva de los portadores; Campos incorporados, difusión y recombinación (ecuación de continuidad), inyección de portadores en estado de equilibrio, experimento de Haynes – Shockley, gradientes en los niveles cuasi niveles de Fermi.

4. **Unión P-N:** estructura física de la unión p-n. La unión abrupta y la unión gradual; establecimiento del equilibrio termodinámico; modificación de la energía potencial electrostática en cada lado de la unión; análisis electrostático (solución de la ecuación de Poisson, distribución de carga fija, campo eléctrico, potencial y potencial electrostático); diagramas de banda de energía; capacidad de la unión p-n; efecto de la impurificación de las diferentes regiones de la unión; concentración de portadores libres en la zona de vaciamiento, flujo de portadores a través de la unión en equilibrio y fuera de equilibrio; diagrama de bandas de la unión p-n en condiciones de polarización; transporte eléctrico a través de la unión p-n. Modelo de Schokley para el diodo de regiones infinitas; modelo del diodo en regiones finitas; presencia de centros de generación y recombinación; almacenamiento de carga (transitorios de Voltaje en la unión p-n, fenómenos de ruptura y alta inyección); circuito equivalente a pequeña señal; efecto de la temperatura sobre cada aspecto característico de la unión p-n.

Bibliografía:

1. Ben G. Streetman and Sanjay K. Banerjee, "Solid State Electronic Devices", 7th ed. (Pearson Global Edition), Pearson Education Limited, 2016

Libros complementarios

- 1.-Physics of semiconductors devices, 2nd edition, S. M. Sze, Ed. John Wiley & Sons.
- 2.- K. Seeger, Semiconductor physics, Springer (Berlin, 1999)
- 3.-H. T. Grahn, Introduction to semiconductor physics, World Scientific (Singapore, 1999)
- 4.- R. Enderlein, N. J. M. Horing, Fundamentals of semiconductor physics and devices, World Scientific (Singapore, 1997)
- 5.- Peter Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of semiconductors, Springer (Berlin, 2005)
- 6.- S. M. Sze (ed.), Modern semiconductor device physics, John Wiley & Sons, Inc. (New York, 1998)
- 7.- C. Weisbuch, B. Vinter, Quantum semiconductor structures, Academic Press, Inc. (Boston, 1991)

Planeación Educativa

Competencias a Desarrollar:

Generales:

Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia

- Información básica sobre la física y los principios de funcionamiento de los dispositivos semiconductores más importantes encontrados en la microelectrónica moderna.
- Conocimiento básico de la estructura electrónica, estadísticas del operador de carga y transporte del transportador (electron y hueco) en semiconductores
- Visión básica en la tecnología de fabricación de dispositivos semiconductores y circuitos integrados.
- Conocimiento básico del transporte de carga en uniones p-n y contactos metal-semiconductores.

Específicas:

- Experiencia general: El candidato tiene:
 - Saber dibujar y analizar modelos de circuito para el efecto de campo y transistores de unión bipolar.
 - Conozca la tecnología de fabricación y sea capaz de entender los principios de operación de los nuevos y futuros dispositivos electrónicos y fotónicos basados en semiconductores.
 - las habilidades requeridas en matemáticas, física y circuitos electrónicos para el análisis cuantitativo de componentes de sistemas electrónicos definidos
 - El conocimiento requerido para estudios más avanzados en diseño de circuitos y sistemas electrónicos.

Matriz Educacional			
Resultados del Aprendizaje	Actividades Educativas	Horas	Evaluación
1.- Introducción	Lecturas, exposiciones orales, planteamiento de problemas, solución de problemas y ejercicios.	10 T=22.5 P=7.5 A=15	Tareas, exámenes, exposiciones.
2.- Bandas energéticas y portadores de carga en semiconductores.	Lecturas, exposiciones orales, planteamiento de problemas, solución de problemas y ejercicios.	10 T=22.5 P=7.5 A=15	Tareas, exámenes, exposiciones.
3.- Exceso de portadores en semiconductores.	Lecturas, exposiciones orales, planteamiento de problemas, solución de problemas y ejercicios.	10 T=22.5 P=7.5 A=15	Tareas, exámenes, exposiciones.

Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia

Matriz Educacional			
4.- Unión P-N	Lecturas, exposiciones orales, planteamiento de problemas, solución de problemas y ejercicios.	10 T=22.5 P=7.5 A=15	Tareas, exámenes, exposiciones.

El total de horas de trabajo del estudiante es de **90 horas presenciales, distribuidas en 60.0 hrs teóricas (T), 30.0 hrs prácticas (P) + 60 hrs de autoestudio (A) = 150 hrs.**