

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería, Mexicali y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Electrónica e Ingeniero Aeroespacial
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Semiconductores
5. **Clave:** 36154
6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Básica
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Lucila Zavala Moreno
Abraham Arias León
María Luisa Galindo Cavazos
Horacio Luis Martínez Reyes

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Humberto Cervantes de Ávila
Rocío Alejandra Chávez Santoscoy
Alejandro Mungaray Moctezuma

Firma

Fecha: 20 de noviembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Los materiales semiconductores sustentan la creación de dispositivos electrónicos y optoelectrónicos, así como la evolución de la electrónica analógica a digital; la comprensión de los semiconductores posibilita el diseño de dispositivos electrónicos con características específicas y únicas; asimismo representa un área de conocimiento de constante investigación científica y tecnológica.

Este curso proporciona a los alumnos conocimientos básicos de la física del estado sólido para comprender el funcionamiento y operación de los diferentes dispositivos electrónicos y optoelectrónicos, además adquirirá habilidades de análisis de fenómenos físicos dentro de los materiales y la interacción de fuerzas y energías con la materia.

Para el Programa Educativo de Ingeniero en Electrónica esta asignatura es de carácter obligatorio de la etapa básica y corresponde al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería, para el Programa Educativo de Ingeniero Aeroespacial se encuentra ubicada en la etapa disciplinaria con carácter optativo, pertenece al área de conocimiento de Sistemas Eléctricos y Electrónicos en Aeronaves.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Reconocer las características electro-ópticas de los materiales semiconductores e identificar los conceptos de la física del estado sólido que las describen, mediante el descubrimiento y uso de las teorías que explican los fenómenos observados, para inferir la operación y las aplicaciones de los diversos componentes electrónicos actuales, de forma metódica y organizada.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega una monografía fundamentada en fuentes científicas, sobre un tema específico aprobado por el profesor con la explicación técnica y teórica del comportamiento de un dispositivo electrónico semiconductor. La monografía debe incluir la descripción del caso de estudio, el análisis con al menos cuatro referencias bibliográficas citadas de manera pertinente; entregarse en tiempo, estructurado y ortográficamente correcto. Además, realiza una presentación ante el grupo de manera audiovisual para su discusión.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a la física moderna y cuántica

Competencia:

Describir los fenómenos físicos relacionados con la física moderna y cuántica, mediante la comprensión de sus leyes, teoremas, postulados, principios y modelos, para explicar el comportamiento de la materia, de manera analítica y disciplinada.

Contenido:**Duración:** 8 horas

1.1. Física Moderna

- 1.1.1. Radiación Térmica y Postulados de Planck
- 1.1.2. Efecto Fotoeléctrico
- 1.1.3. Efecto Compton
- 1.1.4. Naturaleza Ondulatoria de las Partículas
- 1.1.5. Principio de Incertidumbre de Heisenberg
- 1.1.6. Modelos Atómicos

1.2. Física Cuántica

- 1.2.1. La Ecuación de Schrodinger
- 1.2.2. Interpretación de Max Born
- 1.2.3. Barrera de Potencial y Pozo Cuántico
- 1.2.4. Teorema de Bloch
- 1.2.5. Modelo de Kronig

UNIDAD II. Fundamentos de semiconductores

Competencia:

Identificar el comportamiento eléctrico de los materiales, mediante la comprensión de la estructura atómica y la Teoría de Bandas, para explicar teóricamente las propiedades de los semiconductores, empleando una actitud analítica y pensamiento crítico.

Contenido:

Duración: 6 horas

- 2.1. Clasificación de materiales según su conductividad
 - 2.1.1. Conductores
 - 2.1.2. Aislantes
 - 2.1.3. Semiconductores
- 2.2. Materiales Cristalinos, Policristalinos y Amorfos
 - 2.2.1. Direcciones y Planos Cristalográficos
 - 2.2.2. Índices de Miller
- 2.3. Teoría de Bandas
- 2.4. Propiedades de los semiconductores

UNIDAD III. Propiedades de uniones y contactos semiconductores

Competencia:

Comprender el comportamiento de las uniones y contactos semiconductores, utilizando los fenómenos físicos del estado sólido involucrados, para explicar el funcionamiento y operación de los distintos dispositivos semiconductores, con actitud analítica y crítica.

Contenido:

Duración: 9 horas

- 3.1. Tipos de enlaces atómicos
- 3.2. Teoría de los electrones libres
- 3.3. Materiales intrínsecos y extrínsecos tipo P y tipo N
- 3.4. Bandas de conducción, valencia y región prohibida
 - 3.4.1. Energía y probabilidad de Fermi
- 3.5. Portadores de carga
- 3.6. Movilidad de los portadores de carga
- 3.7. Fenómenos de generación y recombinación
- 3.8. Efecto Hall
- 3.9. Barrera de potencial
- 3.10. Tipos de contactos
 - 3.10.1. Metal-metal
 - 3.10.2. Metal-semiconductor Schottky
 - 3.10.3. Metal-semiconductor óhmica
- 3.11. Fenómenos de ruptura
 - 3.11.1. Zener
 - 3.11.2. Avalancha
- 3.12. Estructura Metal-Óxido-Semiconductor

UNIDAD IV. Dispositivos semiconductores y su manufactura

Competencia:

Explicar el funcionamiento de dispositivos semiconductores, a través del análisis teórico del comportamiento de los portadores de carga dentro de los materiales, para su aplicación y fabricación, demostrando interés y responsabilidad.

Contenido:

Duración: 9 horas

- 4.1. Características y aplicaciones de uniones rectificantes
 - 4.1.1. Diodos rectificadores
 - 4.1.2. Diodos emisores de luz y luz laser
 - 4.1.3. Fotodiodo
 - 4.1.4. Diodo Esaki (túnel)
 - 4.1.5. Diodo Zener
 - 4.1.6. Diodo Schottky
 - 4.1.7. Diodo Gunn
 - 4.1.8. Multiuniones (diodo PIN, transistores)
 - 4.1.9. Heterouniones y heteroestructuras
- 4.2. Transistor MOSFET
- 4.3. Celda Solar
- 4.4. Manufactura de materiales semiconductores
- 4.5. Fabricación de dispositivos semiconductores

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Explicar los fenómenos de la física moderna, mediante la solución de ejercicios, para comprender el comportamiento de la materia, con actitud proactiva e ingeniosa.	El docente plantea ejercicios de los distintos fenómenos relacionados con la física moderna. El alumno resuelve los ejercicios, aplicando teoremas, principios, métodos, modelos y leyes.	Pintarrón, proyector, computadora, apuntes de clase, bibliografía, lápiz, cuaderno y calculadora.	4 horas
2	Explicar los fenómenos de la física cuántica, mediante la solución de ejercicios, para comprender el comportamiento de la materia, con imaginación y creatividad.	El docente plantea ejercicios de los distintos fenómenos relacionados con la física cuántica. El alumno resuelve los ejercicios, aplicando teoremas, principios, métodos, modelos y leyes.	Pintarrón, proyector, computadora, apuntes de clase, bibliografía, lápiz, cuaderno y calculadora.	4 horas
3	Clasificar materiales, mediante las propiedades de conducción eléctrica, para identificar su función dentro de un dispositivo semiconductor, con actitud reflexiva y crítica.	El docente proporciona una lista de materiales. El alumno realiza una tabla en donde los clasificará en semiconductores, aislantes y conductores.	Lista de materiales, lápiz, cuaderno y computadora.	2 horas
4	Clasificar materiales, mediante su estructura cristalográfica, para relacionarlo con sus propiedades optoelectrónicas, con actitud detallada y reflexiva.	El docente proporciona una lista de materiales. El alumno realiza una tabla en donde los clasificará en cristalinos, policristalinos y amorfos.	Lista de materiales, lápiz, cuaderno y computadora	2 horas
5	Identificar los planos y direcciones cristalográficas, mediante la metodología de índices de Miller, para identificar la isotropía y anisotropía de las propiedades de los semiconductores, demostrando carácter crítico y reflexivo.	El docente proporciona diagramas de estructuras atómicas para su clasificación. El alumno aplica la metodología de índices de Miller para identificar planos y direcciones cristalográficas.	Diagramas, regla, lápiz, cuaderno y calculadora.	2 horas

6	Cuantificar la concentración de portadores en materiales intrínsecos, mediante la fórmula de la probabilidad de Fermi, para identificar su dependencia de la temperatura, con actitud reflexiva y detallada.	El docente explica el modelo de Fermi y proporciona un problemario. El alumno explica las características y limitaciones del mismo en diferentes materiales.	Calculadora, cuaderno, lápiz y problemario.	5 horas
7	Identificar los portadores de carga, mediante el efecto Hall, para clasificarlos como materiales n o p, con actitud reflexiva y crítica.	El docente explica el efecto Hall. El alumno identifica de acuerdo a los cálculos, los distintos tipos de portadores de carga en diferentes materiales.	Calculadora, cuaderno y lápiz.	2 horas
8	Cuantificar el potencial de contacto, mediante la fórmula de función de trabajo, para obtener el carácter metálico de diferentes materiales, con carácter analítico y crítico.	El docente explica el comportamiento de las uniones metálicas a través del potencial de contacto. El alumno realiza los cálculos correspondientes.	Calculadora, lápiz y cuaderno.	2 horas
9	Describir las propiedades de los diferentes tipos de uniones n-p, mediante la identificación de sus características, para explicar su aplicación y uso, con actitud analítica y crítica.	El docente explica las características de diferentes tipos de diodos semiconductores (Zener, Túnel, LED y Fotodiodo). El alumno elabora una tabla donde especifique su símbolo, funcionamiento, propiedades y posibles usos.	Pintarrón, proyector, computadora, apuntes de clase, bibliografía, lápiz, cuaderno y calculadora.	5 horas
10	Explicar el proceso de manufactura de materiales y dispositivos semiconductores, mediante diferentes técnicas de fabricación, para entender las características, costos y complejidad del proceso, con actitud analítica y crítica.	El docente explica las diferentes técnicas de manufactura de materiales y dispositivos semiconductores. El alumno comprende el concepto de cuarto limpio y sus medidas de seguridad, así como los procesos y costos de fabricación.	Pintarrón, proyector, computadora, apuntes de clase, bibliografía, lápiz, cuaderno y calculadora.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Expone de forma ordenada, clara y concisa los tópicos de la asignatura.
- Promueve la participación activa de los alumnos y el autoaprendizaje.
- Provoca la discusión ordenada.
- Proporciona ejercicios para la resolución.
- Indica la bibliografía correspondiente.
- Coordina las actividades de investigación.
- Elabora, aplica y evalúa los exámenes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Fortalece el pensamiento crítico, analítico y reflexivo.
- Resuelve los ejercicios de taller.
- Revisa fuentes confiables y rigurosas de información.
- Realiza actividades de investigación.
- Elabora una monografía de un dispositivo.
- Resuelve las evaluaciones teóricas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones teóricas.....	50%
- Prácticas de taller.....	20%
- Actividades extracurriculares.....	10%
- Evidencia de desempeño..... (Monografía de un dispositivo)	20%
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Aharony, A. & Entin-wohlman, O. (2018). <i>Introduction to Solid State Physics</i>. Singapur: World Scientific.</p> <p>Hofmann, P. (2015). <i>Solid state physics: an introduction</i>. USA: John Wiley & Sons.</p> <p>Neamen, D.A (2011). <i>Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles</i> (4th ed.). USA: McGraw-Hill Education. [clásica]</p> <p>Singh, J. (1994). <i>Semiconductor Devices: An Introduction</i>. USA: Mcgraw-Hill College. [clásica]</p> <p>Streetman, B. G. & Banerjee, S. K. (2016). <i>Solid State Electronic Devices: Global Edition</i>. U.K.: Pearson education.</p>	<p>Drillon, M. (2019). <i>Solid State Sciences</i>. Netherlands: Elsevier Recuperado el 18 de septiembre de 2018, de https://www.journals.elsevier.com/solid-state-sciences</p> <p>IEEE. (2016). <i>IEEE Journal of Solid-State Circuits</i>. USA: Autor. Recuperado el 18 de septiembre de 2018, de https://sscs.ieee.org/publications/ieee-journal-of-solid-state-circuits-jssc</p> <p>Malik, R.D. (1999). <i>Circuitos Electrónicos. Análisis, Simulación y Diseño</i>. USA: Prentice Hall. [clásica]</p> <p>Mckelvey, J. (1989). <i>Física del Estado Sólido y de Semiconductores</i>. México: Limusa. [clásica]</p> <p>Serway, R. y Jewett, J. (2014). <i>Física para ciencias e ingeniería</i>. Volumen 2. México: Cengage Learning</p> <p>Van Der Ziel, A. (1972). <i>Electrónica Física del Estado Sólido</i>. USA: Prentice Hall [clásica]</p>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer un título de Licenciatura en Física o Ingeniería Electrónica preferentemente con maestría o doctorado en ciencias o ingeniería en la física del estado sólido o áreas afines. Se sugiere tener experiencia profesional mínima de dos años preferentemente en el área de la manufactura de semiconductores o en investigación y desarrollo de materiales semiconductores, así como tener cursos de formación y práctica docente de al menos un año con capacitación en tecnologías de la información. Debe ser capaz de comunicarse de manera efectiva, ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable y con vocación de servicio para la enseñanza.