



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Análisis de Propiedades Físicoquímicas de Semiconductores
Clave de la asignatura:	DMF-2301
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Materiales y afines

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil de ingeniería la capacidad para evaluar materiales semiconductores mediante métodos instrumentales de análisis. También será capaz de elegir de manera certera el método instrumental de análisis a llevar a cabo en el desarrollo de una investigación. Servirá también para hacer el seguimiento en experimentos de laboratorio y en su desarrollo profesional.</p>
Intención didáctica
<p>En la asignatura de análisis de propiedades físicoquímicas de semiconductores, se abordan técnicas en las que se analizan los principios fundamentales, las características de los equipos, así como los métodos de preparación de muestras.</p> <p>El primer tema se analizan los métodos clásicos e instrumentación, la sensibilidad de las técnicas y la importancia de considerar la relación señal-ruido. Continuando con el segundo tema en el que se aprenderá sobre la importancia de las mediciones eléctricas a través de cuatro diferentes métodos, el tercer tema discute los principios de operación del instrumento analítico, su calibración y la información que brinda el análisis de resultados obtenidos.</p> <p>En el cuarto tema se describe la dependencia de la banda prohibida en función de la temperatura, así como los conceptos de conductividad térmica avanzando al quinto tema donde se reconocen los principios de la teoría cinemática de la dispersión de radiación, la influencia de diferentes tipos de defectos sobre la difracción y los métodos principales de análisis de la estructura cristalina de un material.</p> <p>Finalmente, en el último tema se explican los principios teóricos del funcionamiento del microscopio electrónico de barrido (MEB), identificando las partes que constituyen al MEB y al equipo accesorio. Se describe la forma de distinguir el tipo de señal y detector a utilizar para obtener un determinado tipo de información del espécimen. Practicar los pasos que involucra el procesamiento de muestras conductoras, no conductoras y de preparación de réplicas, para ser observadas en el MEB. Comprender los fundamentos de microanálisis químico y su aplicación para resolver un problema determinado.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México Marzo - Mayo 2023	Yolanda Jiménez Flores Instituto Tecnológico de Querétaro Mónica Balvanera Ortuño López Instituto Tecnológico de Querétaro	

4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura
Analiza los principios físicos para el diseño de dispositivos semiconductores orientado a la creación de circuitos electrónicos.

5. Saberes, habilidades y destrezas previas

<ul style="list-style-type: none"> • Comprende el principio de operación de los dispositivos semiconductores desde la perspectiva de su aplicación en el diseño de circuitos electrónicos. • Analiza el comportamiento electrónico de los sólidos cristalinos para comprender su interacción con diferentes tipos de energía • Analiza el comportamiento de la unión p-n en el estado estable y transitorio, en polarización directa y el fenómeno de ruptura en inversa (avalancha y zener), para su aplicación en circuitos recortadores, sujetadores, rectificadores y reguladores. • Conoce el funcionamiento de los dispositivos de unión partiendo de las características de construcción y las diferencias de diseño para su aplicación posterior en circuitos • Generaliza la construcción, las características y el comportamiento eléctrico de los dispositivos bipolares para su aplicación en circuitos electrónicos. • Generaliza la construcción, las características y el comportamiento eléctrico de los dispositivos unipolares para su aplicación en circuitos electrónicos



6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Principios de Análisis Instrumental	1.1 Métodos clásicos e instrumentación 1.2 Clasificación de las técnicas instrumentales 1.3 Sensibilidad de las técnicas instrumentales 1.4 La relación señal/ruido 1.5 Curvas de calibración
2	Medición de Propiedades Eléctricas en Semiconductores	2.1 Método cuatro puntas (Método de Kelvin) 2.2 Efecto Hall 2.3 Curvas corriente- voltaje 2.4 Perfil de Capacitancia-Voltaje
3	Propiedades Ópticas de Semiconductores	3.1 Principios de espectroscopía 3.2 Espectroscopía UV-Vis 3.2.1 Ubicación de la Región Ultravioleta y Visible del Espectro Electromagnético. 3.2.2 Esquema del Espectrofotómetro Ultravioleta – Visible. 3.2.3 Bandas de Absorción. Intensidad y Posición 3.3 Espectroscopía de Fotoluminiscencia 3.4 Espectroscopía Infrarroja Fotoacústica por Transformada de Fourier.
4	Propiedades Térmicas de Semiconductores	4.1 Dependencia de la banda prohibida en función de la temperatura 4.2 Conductividad Térmica de semiconductores
5	Caracterización Químico-Estructural de Semiconductores	5.1 Caracterización de estructura cristalina 5.1.1 Difracción de Rayos X en semiconductores cristalinos 5.1.2 Interpretación de difractogramas y uso de base de datos 5.2 Espectroscopía Raman 5.3 Espectroscopía Infrarroja 5.4 Fluorescencia de rayos x 5.5 Elipsometría
6	Morfología y Análisis de Superficie	6.1 Principios de Microscopía 6.2 Microscopía Electrónica de Barrido 6.2.1 Principales componentes del MEB 6.2.2 Principios básicos sobre la formación de imagen (distancia de trabajo, profundidad de campo, voltaje de aceleración, corriente del haz) 6.2.3 Señales producidas en el MEB (electrones secundarios, retrodispersados, rayos x, etc) 6.3 Microscopía Electrónica de Transmisión 6.3.1 Características generales y tipos.



		<p>6.3.2 Componentes de un microscopio electrónico de transmisión.</p> <p>6.3.3 La fuente de emisión de electrones: tipos de filamentos.</p> <p>6.3.4 Características del haz electrónico.</p> <p>6.3.5 Las lentes electromagnéticas y la formación de la imagen.</p> <p>6.3.6 Sistemas de observación.</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Principios de Análisis Instrumental	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Comprende las técnicas instrumentales para analizar una muestra de materiales, considerando la calibración, la sensibilidad y límites de detección, así como los factores que afectan las determinaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga las diferencias entre los métodos clásicos y los métodos Instrumentales de análisis. Describe los conceptos de sensibilidad y límite de detección de un instrumento analítico, su calibración y la relación señal ruido en el análisis instrumental. Explica los métodos cuantitativos aplicados en el análisis instrumental
Propiedades Eléctricas de Semiconductores	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Comprende las técnicas instrumentales para analizar propiedades eléctricas de los materiales identificando cada método. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga las diferencias entre los métodos de cuatro puntas y efecto Hall Describe las características de la curva corriente-voltaje Explica los métodos cuantitativos aplicados en el análisis instrumental
Propiedades Ópticas de Semiconductores	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identifica las técnicas instrumentales para analizar propiedades ópticas de los materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> Describe los principios de operación del instrumento analítico, su calibración y la información que brinda el análisis de resultados obtenidos
Propiedades Térmicas de Semiconductores	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identifica la dependencia de la banda prohibida en función de la temperatura Describe el concepto de conductividad térmica de semiconductores 	<ul style="list-style-type: none"> Comprende la dependencia de la banda prohibida en función de la temperatura. Describe los conceptos de conductividad térmica



Caracterización Químico-Estructural de Semiconductores	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios fundamentales de la difracción de rayos X, electrones y neutrones por los sólidos cristalinos y amorfos para la determinación estructura y microestructura 	<ul style="list-style-type: none"> Explica los principios de la teoría cinemática de la dispersión de radiación, la influencia de diferentes tipos de defectos sobre la difracción y los métodos principales de análisis de la estructura
Análisis Morfológico de Semiconductores	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Explicar los principios teóricos del funcionamiento del MEB. Identificar las partes que constituyen al microscopio electrónico de barrido (MEB) y al equipo accesorio. Distingue qué tipo de señal y detector utilizar para obtener un determinado tipo de información de la muestra. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar los principios teóricos del funcionamiento del MEB. Identificar las partes que constituyen al microscopio electrónico de barrido (MEB) y al equipo accesorio. Distinguir qué tipo de señal y detector utilizar para obtener un determinado tipo de información del espécimen. Practicar los pasos que involucra el procesamiento de muestras conductoras, no conductoras y de preparación de réplicas, para ser observadas en el MEB. Comprender los fundamentos de microanálisis químico y su aplicación para resolver un problema determinado.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> Estudio de la técnica de cuatro puntas o método de Kelvin para medir resistencias de pequeño valor o baja resistencia. Determinación de la resistividad de muestras de forma regular. Medir del coeficiente Hall de un semiconductor y su utilidad para el estudio de las características del mismo. Estudio de la dependencia entre la corriente y la tensión aplicadas a diversos dispositivos eléctricos Estudio de propiedades ópticas por espectroscopías. Análisis de difractograma para identificar parámetros de red. Práctica virtual del funcionamiento de un MEB
--



9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de los saberes, habilidades y destrezas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación de saberes, habilidades y destrezas

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Cuestionarios para comprobar el dominio de aspectos teóricos
- Exposiciones para comprobar el alcance de competencia genéricas
- Actividades prácticas en el laboratorio y desarrollo de reportes técnicos
- Reportes escritos, cuadros sinópticos, cuadros comparativos, mapas mentales y conceptuales.

11. Referencias

1. M. Deen, et al., Electrical Characterization of Semiconductor Materials and Devices. Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials, pp 409-438
2. D. Schroder, 2015. Semiconductor Material and Device Characterization. 3rd Edition, Wiley Interscience, Chemical and Physical Characterization, pp 627-659
3. Mönch, W. (2006). Electronic Properties of Semiconductor Interfaces. In: Kasap, S., Capper, P. (eds) Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials. Springer Handbooks. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29185-7_
4. Ahmed Houari. Useful pedagogical applications of the classical Hall effect. Physics Education, 42 (6) 2007, pp. 603-606