



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Temas Selectos de Fabricación de Semiconductores
Clave de la asignatura:	SEF-2329
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Semiconductores

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>La asignatura aporta al perfil del egresado saberes para comprender los tipos de materiales y las tecnologías de fabricación de semiconductores, así como las técnicas de evaluación y validación de los dispositivos semiconductores no convencionales para generación y detección de energía luminosa, así como para producir energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Por otro lado, aborda temas relacionados al almacenamiento de datos, le aporta los saberes necesarios para conocer, comprender y analizar las diferentes tecnologías de almacenamiento de datos, comprender el uso, ventajas y desventajas de cada esquema de almacenamiento de datos</p> <p>Toma como base los saberes, habilidades y destrezas obtenidas previamente en las asignaturas de caracterización estructural, óptica y eléctrica de semiconductores, optoelectrónica y tecnología de semiconductores, para que el alumno comprenda los fenómenos que rigen la conversión de luz en electricidad y el almacenamiento de datos; así como desarrolle habilidades y destrezas en cuanto a la caracterización de dispositivos.</p> <p>Durante el desarrollo de la asignatura, se conduce al alumno a través de los diferentes temas que conforman la fabricación y caracterización de los diferentes tipos de dispositivos semiconductores optoelectrónicos y de almacenamiento de datos</p> <p>El tema introductorio son los fotodetectores, donde a partir del análisis de las características optoelectrónicas necesarias para los diferentes tipos de dispositivos de generación de señales eléctricas dependientes de la radiación electromagnética, se evalúan los materiales con las propiedades optoelectrónicas más adecuadas para su fabricación, mientras se comparan las diferentes metodologías para la fabricación de tales dispositivos</p> <p>El segundo tema aborda a los dispositivos emisores y amplificadores de luz, se analizan las características de los diferentes tipos de diodos emisores de luz y láseres, se evalúan los materiales con las propiedades semiconductoras más adecuadas para su fabricación, comparando las diferentes metodologías para la fabricación de tales dispositivos</p> <p>El tema 3 hace una comparación de los diversos tipos de materiales semiconductores y metodologías para la fabricación de dispositivos de conversión solar-fotovoltaica y la integración de unidades de generación en arreglos de mayor área, se evalúan los parámetros de desempeño de las diferentes tecnologías disponibles en el mercado</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



El tema 4 aborda el tema del almacenamiento de datos mediante dispositivos de estado sólido y materiales especiales. Analiza diferentes maneras de almacenar información, resaltando características, ventajas, desventajas y principales usos de las diferentes tecnologías o materiales utilizados actualmente para este fin.

La asignatura también tiene un enfoque social, económico y ambiental, para llevar al estudiante a la reflexión y a la identificación de las necesidades de su entorno en el tema del desarrollo y aplicación de tecnologías no convencionales de los semiconductores para la resolución de problemas de su entorno.

Intención didáctica

El contenido del programa brinda al alumno los saberes sobre la estructura y funcionamiento de los diferentes dispositivos de optoelectrónicos aplicados para la conversión de radiación electromagnética en señales eléctricas y el almacenamiento de datos, así como las habilidades y destrezas para la selección de materiales con propiedades optoelectrónicas y eléctricas idóneas para la síntesis de estos dispositivos justificando la tecnología más adecuada para su fabricación.

Se sugiere que el profesorado aborde los temas de la materia, en primera instancia, a través de búsquedas de información respecto a los materiales o procesos mencionados en los temas, posteriormente las y los estudiantes exponen frente a grupo la información obtenida referente a la fabricación de materiales semiconductores con aplicaciones en la emisión y detección de energía lumínica, materiales para la generación de energía eléctrica y, por último, materiales para el almacenamiento de datos. Posterior al análisis de la información de cada tema, se sugiere la realización de prácticas de laboratorio para conocer y caracterizar dispositivos comerciales, a fin de comprender de manera clara el objetivo que se persigue al fabricar estos materiales. Se sugiere la realización de visitas industriales y realización de prácticas de fabricación de materiales semiconductores. Para complementar las prácticas, se debe utilizar software de simulación especializado para los temas que se abordan en esta materia.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México, del 24 al 28 de abril de 2023.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Semiconductores.
Tecnológico Nacional de México, del 22 al 24 de mayo de 2023.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes.	Reunión Nacional de Consolidación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias



		Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Semiconductores.
--	--	---

4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura

Comprende el uso de materiales semiconductores convencionales y no convencionales para la fabricación de diferentes tipos de dispositivos electrónicos para la emisión y detección de luz, además de la generación de energía eléctrica mediante el proceso fotovoltaico. Conocer, comprender y diseñar esquemas de almacenamiento de datos, resaltando usos, ventajas y desventajas de cada uno, comprende los conceptos de volatilidad/no volatilidad en el contexto del almacenamiento de datos, analizando materiales especiales para el almacenamiento de datos. Reconoce el panorama socioeconómico de las tecnologías de semiconductores no convencionales haciendo énfasis en la búsqueda y detección de materiales y metodologías con capacidades mejoradas y de bajo costo, que permitan su incidencia en el desarrollo de la industria de semiconductores nacional

Saberes, habilidades y destrezas previas

Comprende la física del estado sólido y la estructura de los materiales semiconductores. Conoce dispositivos electrónicos discretos y comprende su funcionamiento. Conoce las diferentes metodologías de caracterización eléctrica, óptica y optoelectrónica de materiales. Analiza circuitos eléctricos y electrónicos. Conoce procesos de fabricación de materiales semiconductores y circuitos integrados.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fotodetectores	1.1. Tipos de fotodetectores 1.1.1. fotodetectores de UV 1.1.2. fotodetectores UV a región visible 1.1.3. fotodetectores de IR 1.2. Materiales para fabricación de fotodetectores 1.3. Procesos de fabricación 1.4. Técnicas de validación
2	Emisores y Amplificadores de Luz	2.1 Emisores y Amplificadores de luz y su influencia en la sociedad.



		<p>2.2 Diodos Emisores de Luz (LEDs)</p> <p>2.2.1 Materiales para LEDs en espectro visible y LEDs blancos</p> <p>2.2.2 Procesos de fabricación</p> <p>2.2.3 Técnicas de validación</p> <p>2.3 Láseres de semiconductores</p> <p>2.3.1 Materiales para láseres modernos de semiconductores</p> <p>2.3.2 Procesos de fabricación</p> <p>2.3.3 Técnicas de validación</p>
3	Celdas Fotovoltaicas	<p>3.1 Celdas solares y su impacto en el contexto social y medioambiental</p> <p>3.2 Tecnologías de Si</p> <p>3.3 Celdas de Película Delgada</p> <p>3.3.1 Materiales para capas transportadoras de electrones y huecos</p> <p>3.3.2 Materiales absorbedores</p> <p>3.3.3 Técnicas de fabricación</p> <p>3.4 Celdas de Tercera Generación</p> <p>3.4.1 Polímeros conductores y su naturaleza electrónica</p> <p>3.4.2 Materiales absorbedores</p> <p>3.4.3 Procesos de fabricación</p> <p>3.5 Técnicas de validación de celdas fotovoltaicas</p>
4	Materiales para almacenamiento de datos	<p>4.1 Introducción al almacenamiento de datos.</p> <p>4.2 Memorias de semiconductor.</p> <p>4.2.1 RAM Estática.</p> <p>4.2.2 RAM Dinámica.</p> <p>4.2.3 ROM</p> <p>4.2.4 PROM</p> <p>4.2.5 EPROM</p> <p>4.2.6 EEPROM</p> <p>4.2.7 FLASH.</p> <p>4.2.8 Discos duros de estado sólido.</p> <p>4.3 Otros materiales utilizados para el almacenamiento de datos.</p> <p>4.3.1 Materiales magnéticos. Cintas y HDD</p> <p>4.3.2 Materiales ferroeléctricos. FRAM</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fotodetectores



Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Emplea las tecnologías de información y comunicación para realizar búsquedas de información técnica especializada referente a los materiales que conforman los dispositivos para conversión de radiación electromagnética a señales eléctricas, así como las metodologías de fabricación.</p> <p>Conoce la clasificación de los diferentes dispositivos fotodetectores en función de la longitud de onda.</p> <p>Conoce las diferentes técnicas de caracterización y validación de dispositivos fotodetectores</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de integración. ● Capacidad de análisis y síntesis, ● Habilidad para buscar y analizar fuentes diversas. ● Comunicación oral y escrita. ● Sentido ético de la vida, <ul style="list-style-type: none"> ● Habilidades de investigación. <p>Capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar búsquedas de información respecto a los dispositivos fotodetectores, características y especificaciones técnicas. ● Realizar mapas conceptuales o resúmenes con la información obtenida. ● Exponer frente a grupo los temas estudiados respecto conversión de radiación electromagnética a señales eléctricas y viceversa. ● Realizar prácticas en laboratorio de optoelectrónica para la validación de especificaciones de fotodetectores ● Realizar prácticas para la construcción de dispositivos fotodetectores a partir de las metodologías de fabricación disponibles ● Sinterizar un circuito electrónico que integre fotodetectores en su estructura.
2. Emisores y Amplificadores de Luz	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Emplea las tecnologías de información y comunicación para realizar búsquedas de información técnica especializada referente a los materiales que conforman los dispositivos Emisores y amplificadores de luz, así como las metodologías de fabricación.</p> <p>Conoce la clasificación de los diferentes dispositivos fotodetectores en función de la longitud de onda.</p> <p>Conoce la clasificación de los diferentes diodos emisores de luz en función de la longitud de onda y láseres en función de su posible aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar búsquedas de información respecto a los dispositivos emisores y amplificadores de luz, características y especificaciones técnicas. ● Realizar mapas conceptuales o resúmenes con la información obtenida. ● Exponer frente a grupo los temas estudiados respecto emisión y amplificación de luz y otras radiaciones electromagnéticas no visibles. ● Realizar prácticas en laboratorio de optoelectrónica para la validación de especificaciones diodos emisores de luz y láseres ● Realizar prácticas para la construcción de diodos emisores de luz partir de las



<p>Conoce las diferentes técnicas de caracterización y validación de diodos emisores de luz y láseres.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de integración. • Capacidad de análisis y síntesis, • Habilidad para buscar y analizar fuentes diversas. • Comunicación oral y escrita. • Sentido ético de la vida, • Habilidades de investigación. Capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<p>metodologías de fabricación en película delgada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinterizar un circuito electrónico un láser con aplicación a metrología
3. Celdas Fotovoltaicas	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Emplea las tecnologías de información y comunicación para realizar búsquedas de información técnica especializada referente a los materiales que conforman los dispositivos para conversión de radiación electromagnética a corriente eléctrica, así como las metodologías de fabricación.</p> <p>Conoce las diferentes generaciones de las celdas fotovoltaicas en función de los materiales de construcción y propiedades optoelectrónicas.</p> <p>Conoce las diferentes técnicas de caracterización y validación de celdas solares fotovoltaicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de integración. • Capacidad de análisis y síntesis, • Habilidad para buscar y analizar fuentes diversas. • Comunicación oral y escrita. • Sentido ético de la vida, • Habilidades de investigación. Capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar búsquedas de información respecto a los dispositivos de conversión de energía solar-fotovoltaica, características y especificaciones técnicas. • Realizar mapas conceptuales o resúmenes con la información obtenida. • Exponer frente a grupo los temas estudiados respecto a las tecnologías de conversión de energía solar-fotovoltaico • Realizar prácticas en laboratorio de optoelectrónica para la validación de la respuesta eléctrica de los diferentes tipos de celdas fotovoltaicas disponibles comercialmente • Realizar prácticas para la construcción de celdas solares a partir de las metodologías de fabricación en película delgada •
4. Materiales para almacenamiento de datos.	



Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Usa las tecnologías de la información y comunicación para realizar búsquedas de información técnica especializada referente a materiales y procesos de almacenamiento de datos.</p> <p>Conoce los medios físicos para el almacenamiento de datos y sus características, destacando ventajas y desventajas de cada uno.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de integración. ● Capacidad de análisis y síntesis, ● Habilidad para buscar y analizar fuentes diversas. ● Comunicación oral y escrita. ● Sentido ético de la vida, ● Habilidades de investigación. ● Capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar búsquedas de información respecto a los medios físicos para el almacenamiento de datos. ● Realizar mapas mentales o resúmenes con la información obtenida. ● Exponer frente a grupo los temas estudiados respecto al almacenamiento de datos. ● Realizar simulaciones en software especializado de circuitos para el almacenamiento de datos. ● Realizar reportes técnicos de las prácticas realizadas. ● Utilizar circuitos FPGA para simular circuitos de almacenamiento de datos.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> ● Validación de especificaciones de fotodetectores UV, UV-vis. IR ● Construcción de un fotodetector P3HT/ZnO ● Síntesis de Circuito electrónico que emplea fotodetectores ● Validación de especificaciones de diodos emisores de luz y láseres comerciales ● Construcción diodo emisor de luz basado en puntos cuánticos de perovskita CsPbBr₃ ● Síntesis de Circuito electrónico laser para metrología ● Validación de características eléctricas de celdas solares de c-Si y CdTe ● Construcción de una celda solar sensibilizada con un colorante natural (antocianina) ● Construcción de una celda solar de hibrida con estructura ZnO/Qd-CsPbI₃/P3HT ● Simular el funcionamiento de memorias de semiconductor ROM. ● Simular el funcionamiento de memorias de semiconductor PROM. ● Simular el funcionamiento de memorias de semiconductor SRAM. ● Simular el funcionamiento de memorias de semiconductor DRAM. ● Diseñar estructuras de memoria y emular su funcionamiento en circuitos FPGA.
--

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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Mapa de habilidades- Lista de cotejo.
- Presentación de informes técnicos sobre los temas trabajados. Rúbrica
- Reporte de visita virtual- Rúbrica
- Análisis comparativo- Rúbrica
- Exposiciones frente a grupo- Guía de observación
- Reporte de prácticas. Guía de observación

11. Referencias

- Dakin, J.P. and Brown, R.G.W. (2018) Handbook of Optoelectronics: Applied Optical Electronics. CRC Press, second edition.
- Doering, R. and Nishi, Y. (2008) Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology. CRC Press, second edition.



Martin, P.M (2009) Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings: Science, Applications, and Technology, Elsevier, Third Edition

Smets, A. Jager, K. Isabella, O. Van Swaaij, R. Zeman, M (2016) Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion Technologies and Systems. UIT Cambridge Ltd

Lally, R. (2022). Solid State Memories. Copyrighted materials.

Lin, Yuan Tai. (2014). Logic Non-Volatile Memory: The NVM Solutions for EMemory. World Scientific.

Rino, M. (2018). Inside Solid State Drivers (SSDs). Springer.

Singhee. (2010). Extreme Statistics in nanoscale memory design. Springer.