



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores
Clave de la asignatura:	FDF-2303
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Semiconductores y afines

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores es fundamental en la formación de ingenieros y técnicos en electrónica y áreas afines. A continuación, se describen los atributos más relevantes de la asignatura:

1. Aportación al perfil de egreso: La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores tiene una gran relevancia en la formación de ingenieros y técnicos en electrónica, ya que aporta conocimientos y habilidades que son esenciales para el desarrollo de sistemas electrónicos y para la resolución de problemas relacionados con dispositivos electrónicos y semiconductores. Los conocimientos adquiridos en esta asignatura permiten a los estudiantes comprender el funcionamiento de los dispositivos electrónicos y su aplicación en diferentes áreas, como la comunicación, la automatización, la instrumentación y el control.
2. Importancia de la asignatura: La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores es de gran importancia para la formación de los estudiantes, ya que es fundamental en la comprensión de los sistemas electrónicos y el diseño de dispositivos electrónicos. Además, es una asignatura que se encuentra en constante evolución, lo que hace que los estudiantes estén en contacto con las últimas tendencias y desarrollos en el campo de la electrónica.
3. Contenido de la asignatura: La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores se centra en el estudio y caracterización de los materiales semiconductores y su aplicación en la electrónica, así como en el diseño y funcionamiento de los dispositivos electrónicos. Se estudian temas como los materiales semiconductores, la caracterización de dispositivos de unión, optoelectrónicos y los diferentes dispositivos de efecto de campo.
4. Relación con otras asignaturas: La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores se relaciona con otras asignaturas del área de la electrónica, como Circuitos Electrónicos, Electrónica Digital, Sistemas Electrónicos, entre otras. Además, se relaciona con asignaturas de áreas como la física, la matemática y la química. Las habilidades, saberes y destrezas específicas que se adquieren en esta asignatura son fundamentales para la realización de proyectos integradores en áreas como la automatización, la instrumentación, el control y la comunicación.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

La asignatura de Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores comprende los siguientes temas principales:

1. Introducción a la Caracterización de Dispositivos Semiconductores: El objetivo de este tema es comprender la estructura de bandas de energía en materiales semiconductores y cómo afecta la conductividad eléctrica. Identificar las diferencias entre conductores, semiconductores y aislantes, y ejemplos de cada tipo de material. Conocer los diferentes tipos de semiconductores y sus aplicaciones en dispositivos electrónicos.
2. Caracterización de Dispositivos de Unión: El objetivo de este tema es conocer los diferentes tipos de diodos, incluyendo diodos rectificadores, Zener y Schottky. Entender los principios básicos de los transistores y su aplicación en la electrónica de potencia. Aprender sobre los tiristores, incluyendo el SCR y el Triac y algunas aplicaciones.
3. Caracterización de Dispositivos Optoelectrónicos: El objetivo de este tema es conocer los diferentes tipos de dispositivos optoelectrónicos, incluyendo LED, fotodiodos, fototransistores, diodos láser y tecnologías OLED. Entender cómo se caracterizan estos dispositivos y su aplicación en la electrónica y la optoelectrónica y algunas aplicaciones.
4. Caracterización de Dispositivos de Efecto de Campo: El objetivo de este tema es aprender sobre los diferentes tipos de transistores de efecto de campo, incluyendo los de canal N y canal P, los IGBT y los FinFET. Conocer los materiales avanzados utilizados en dispositivos de efecto de campo, como el carburo de silicio y el nitruro de galio. Entender cómo se caracterizan estos dispositivos y su aplicación en la electrónica de alta frecuencia y la electrónica de potencia.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
TecNM / Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 25 de marzo al 4 de mayo de 2023.	TecNM / Instituto Tecnológico de Aguascalientes	Reunión para el diseño curricular de las especialidades del proyecto de semiconductores del TecNM.



4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Habilidades, saberes, destrezas específico(s) de la asignatura

Habilidades:

- Capacidad para analizar la estructura de bandas de energía en materiales semiconductores.
- Habilidad para clasificar los materiales como conductores, semiconductores y aislantes en función de su estructura de bandas.
- Capacidad para entender los diferentes tipos de semiconductores y su aplicación en la industria.
- Habilidad para realizar mediciones y caracterización de dispositivos de unión, como diodos, transistores y tiristores.
- Habilidad para analizar las aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos, como LEDs, fotodiodos y diodos láser.
- Capacidad para entender el funcionamiento de los dispositivos de efecto de campo, como transistores de efecto de campo y FinFETs.
- Habilidad para analizar las aplicaciones de dispositivos de carburo de silicio y nitruro de galio en la industria.

Saberes:

- Comprender la estructura de bandas de energía y su relación con la conductividad eléctrica.
- Conocimiento de los diferentes tipos de semiconductores, tanto intrínsecos como extrínsecos, y su aplicación en la electrónica.
- Conocimiento de los diferentes tipos de dispositivos de unión, su funcionamiento y sus aplicaciones.
- Conocimiento de los dispositivos optoelectrónicos y sus aplicaciones en la industria.
- Conocimiento de los dispositivos de efecto de campo y su aplicación en la industria.
- Comprender las limitaciones de los dispositivos electrónicos y su relación con los materiales utilizados en su fabricación.

Destrezas:

- Habilidad para diseñar y construir circuitos electrónicos utilizando dispositivos de unión y de efecto de campo.
- Capacidad para realizar mediciones y caracterización de dispositivos electrónicos.
- Habilidad para analizar los resultados de las mediciones y aplicarlos para mejorar el diseño de los circuitos.
- Capacidad para seleccionar los materiales adecuados para la fabricación de dispositivos electrónicos según sus propiedades.
- Habilidad para resolver problemas y tomar decisiones relacionadas con el diseño y construcción de circuitos electrónicos utilizando dispositivos semiconductores.



5. Habilidades, saberes, destrezas previas

- Fundamentos de electrónica: es necesario que el estudiante tenga conocimientos básicos de electrónica, como los componentes electrónicos, circuitos eléctricos y leyes de Kirchhoff.
- Fundamentos de física: conocimientos en conceptos como energía, fuerza, movimiento, y electricidad.
- Cálculo diferencial e integral: se espera que el estudiante tenga conocimientos en cálculo diferencial e integral, ya que estos conceptos son fundamentales en la comprensión de la física de semiconductores.
- Álgebra lineal: el estudiante debe tener conocimientos básicos en álgebra lineal para entender los conceptos de matrices y vectores utilizados en la descripción de la estructura de bandas de energía en materiales semiconductores.
- Programación básica: aunque no es un requisito indispensable, el conocimiento básico de algún lenguaje de programación puede ser de gran ayuda en la comprensión de los conceptos de la caracterización de dispositivos semiconductores y en la realización de las prácticas de laboratorio.

En resumen, el estudiante debería tener una sólida formación en física y electrónica para poder tomar esta materia con éxito.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Caracterización de Dispositivos Semiconductores.	1.1 Estructura de bandas de energía en materiales semiconductores. 1.1.1 Bandas de energía 1.1.2 Bandas de valencia y bandas de conducción 1.2 Conductores, semiconductores y aislantes 1.2.1 Bandas y la conductividad eléctrica 1.2.2 Ejemplos de materiales conductores, semiconductores y aislantes 1.3 Tipos de semiconductores y su aplicación 1.3.1 Semiconductores intrínsecos y extrínsecos
2	Caracterización de Dispositivos de Unión.	2.1 Diodos 2.1.1 Diodo rectificador 2.1.2 Diodo Zener 2.1.3 Diodo Schottky 2.2 Transistores 2.2.1 Transistor NPN 2.2.2 Transistor PNP 2.3 Tiristores 2.3.1 SCR 2.3.2 Triac 2.4 Aplicaciones



3	Caracterización de Dispositivos Optoelectrónicos.	3.1 LED 3.2 Fotodiodo y fototransistor 3.3 Dispositivos fotovoltaicos 3.4 Diodos Laser 3.5 Tecnologías OLED 3.6 Aplicaciones
4	Caracterización de Dispositivos de Efecto de Campo.	4.1 Transistores de efecto de campo 4.1.1 De canal N 4.1.2 De canal P 4.2 Transistores de compuerta aislada IGBT 4.2.1 De canal N 4.2.2 De canal P. 4.3 FinFET 4.4 Dispositivos de carburo de silicio y nitruro de galio 4.5 Aplicaciones

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Introducción a la Caracterización de Dispositivos Semiconductores.	
Habilidades, saberes, destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer la estructura de bandas de energía en materiales semiconductores y su relación con las propiedades eléctricas. • Comprender la diferencia entre conductores, semiconductores y aislantes y cómo se relaciona con la estructura de bandas. • Identificar y describir los tipos de semiconductores y sus aplicaciones. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de la computadora para buscar información proveniente de fuentes diversas. • Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica de laboratorio • Habilidad básica del manejo de la computadora para el uso de software de simulación. • Habilidad en el uso de equipo de laboratorio de electrónica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura y análisis de textos sobre las propiedades de los materiales semiconductores, • Ejercicios de resolución de problemas relacionados con la estructura de bandas de energía de los materiales semiconductores. • Investigación y presentaciones sobre la tecnología de semiconductores. • Experimentos en el laboratorio • Simulaciones • Investigar sobre los diferentes materiales semiconductores y sus propiedades eléctricas. • Analizar la estructura de bandas de energía de diferentes materiales semiconductores y cómo influye en su conductividad eléctrica. • Realizar experimentos para medir la conductividad eléctrica de diferentes materiales y analizar los resultados. • Investigar sobre las diferentes aplicaciones de los semiconductores en la industria electrónica.



2.- Caracterización de Dispositivos de Unión.	
Habilidades, saberes, destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los diferentes tipos de diodos y su funcionamiento. • Comprender el funcionamiento básico de los transistores y los tiristores. • Identificar las aplicaciones de los diferentes dispositivos de unión. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de la computadora para buscar información proveniente de fuentes diversas. • Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica de laboratorio • Habilidad básica del manejo de la computadora para el uso de software de simulación. • Habilidad en el uso de equipo de laboratorio de electrónica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el funcionamiento de los diferentes tipos de diodos y cómo se utilizan en circuitos electrónicos. • Analizar los diferentes modos de operación de los transistores y sus aplicaciones prácticas. • Realizar experimentos para medir las características eléctricas de diferentes tipos de dispositivos de unión y analizar los resultados. • Investigar sobre las diferentes aplicaciones de los dispositivos de unión en la industria electrónica.
3.- Caracterización de Dispositivos Optoelectrónicos	
Habilidades, saberes, destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los diferentes tipos de dispositivos optoelectrónicos, como LED, fotodiodos y diodos láser. • Comprender el principio de funcionamiento de estos dispositivos y su relación con la estructura de bandas. • Identificar las aplicaciones de los diferentes dispositivos optoelectrónicos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de la computadora para buscar información proveniente de fuentes diversas. • Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica de laboratorio • Habilidad básica del manejo de la computadora para el uso de software de simulación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar sobre los diferentes tipos de dispositivos optoelectrónicos y su funcionamiento. • Analizar la relación entre la estructura de bandas y las propiedades ópticas de los materiales semiconductores utilizados en dispositivos optoelectrónicos. • Realizar experimentos para medir las características ópticas de diferentes dispositivos optoelectrónicos y analizar los resultados. • Investigar sobre las diferentes aplicaciones de los dispositivos optoelectrónicos en la industria electrónica.



<ul style="list-style-type: none"> Habilidad en el uso de equipo de laboratorio de electrónica. 	
4.- Caracterización de Dispositivos de Efecto de Campo.	
Habilidades, saberes, destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Específica(s): Conocer los diferentes tipos de transistores de efecto de campo, como MOSFET y IGBT. Comprender el principio de funcionamiento de estos dispositivos y cómo se relaciona con la estructura de bandas. Identificar las aplicaciones de los diferentes dispositivos de efecto de campo. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades básicas del manejo de la computadora para buscar información proveniente de fuentes diversas. Habilidades interpersonales para el trabajo en equipo. Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica de laboratorio Habilidad básica del manejo de la computadora para el uso de software de simulación. Habilidad en el uso de equipo de laboratorio de electrónica 	<ul style="list-style-type: none"> Investigar sobre los diferentes tipos de transistores de efecto de campo y su funcionamiento. Analizar la relación entre la estructura de bandas y las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores utilizados en dispositivos de efecto de campo. Realizar experimentos para medir las características eléctricas de diferentes dispositivos de efecto de campo y analizar los resultados. Investigar sobre las diferentes aplicaciones de los dispositivos de efecto de campo en la industria electrónica.

8. Práctica(s)

Existen varias prácticas de laboratorio que se pueden desarrollar con los temas descritos. Aquí hay algunas sugerencias solamente:

- Medición de la conductividad eléctrica de diferentes materiales semiconductores utilizando un medidor de resistencia.
- Determinación de la banda prohibida de un material semiconductor a partir de la medida de su conductividad eléctrica a diferentes temperaturas.
- Medición de la movilidad de carga de un material semiconductor a partir de la medida de la resistividad y la concentración de portadores de carga.
- Medición de la curva característica de un diodo rectificador utilizando un multímetro y un generador de señales.
- Medición de la tensión Zener de un diodo Zener y su aplicación como regulador de voltaje.
- Medición de la corriente de saturación y la tensión umbral de un transistor NPN o PNP utilizando un multímetro y un generador de señales.



7. Medición de la corriente-voltaje y la característica de emisión de luz de un LED utilizando un osciloscopio y un multímetro.
8. Medición de la corriente-voltaje y la característica de respuesta de un fotodiodo y un fototransistor utilizando un osciloscopio y un multímetro.
9. Medición de la eficiencia de conversión de energía de una celda solar utilizando un medidor de corriente y un medidor de voltaje.
10. Medición de la curva característica de un transistor de efecto de campo de canal N o P utilizando un osciloscopio y un multímetro.
11. Medición de la corriente-voltaje y la característica de transferencia de un transistor de efecto de campo de canal N o P utilizando un osciloscopio y un multímetro.
12. Medición de la corriente-voltaje y la característica de conmutación de un transistor IGBT utilizando un osciloscopio y un multímetro.

Estas son solo algunas sugerencias y las prácticas de laboratorio específicas dependerán de los recursos disponibles y los objetivos específicos de la asignatura.

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 las *habilidades, saberes, destrezas* genéricas y específicas 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”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.



10. Evaluación de habilidades, saberes, destrezas

La evaluación de esta asignatura puede ser un proceso complejo, ya que requiere de una combinación de instrumentos y técnicas que permitan evaluar tanto el conocimiento teórico como las habilidades prácticas de los estudiantes. Algunas sugerencias de técnicas, instrumentos y herramientas que puedes utilizar son las siguientes:

1. Exámenes escritos: Estos pueden incluir preguntas de opción múltiple, verdadero/falso, ensayos y problemas de cálculo relacionados con los temas de la asignatura.
2. Trabajos escritos: Puedes solicitar a los estudiantes que elaboren trabajos de investigación, análisis de casos, informes técnicos, resúmenes de lecturas, entre otros.
3. Presentaciones orales: Esta técnica puede ser útil para evaluar la capacidad de los estudiantes para comunicar de forma clara y efectiva los conceptos teóricos y prácticos aprendidos.
4. Prácticas de laboratorio: Las prácticas de laboratorio pueden ser una forma efectiva de evaluar las habilidades prácticas de los estudiantes. Estas pueden incluir la identificación de componentes, medición de parámetros eléctricos, diseño y construcción de circuitos, entre otros.
5. Proyectos integradores: Puedes solicitar a los estudiantes que realicen proyectos que integren los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos durante la asignatura. Estos proyectos pueden incluir la construcción y análisis de un dispositivo semiconductor, la simulación de un circuito electrónico, la identificación y solución de problemas en sistemas electrónicos complejos, entre otros.

Es importante que al diseñar los instrumentos de evaluación se consideren los objetivos de aprendizaje de la asignatura, así como las habilidades y destrezas específicas que se espera que los estudiantes desarrollen. Además, es recomendable utilizar una combinación de técnicas e instrumentos de evaluación para obtener una evaluación más completa y objetiva del desempeño académico de los estudiantes.

11. Fuentes de información

1. Singh, J. (1997). Dispositivos semiconductores. McGraw-Hill.
2. Anderson, B. L., & Anderson, R. (2018). Fundamentals of Semiconductor Devices (2nd ed.). McGraw-Hill.
3. Shalimova, K. V. (1975). Física de los semiconductores. Mir.
4. McKelvey, J. P. (1996). Física del Estado Sólido y de Semiconductores, Limusa.
5. Evstigneev, M. (2022). Introduction to Semiconductor Physics and Devices. Springer.
6. Jiles, D. (2001). Introduction to the Electronic Properties of Materials. Taylor & Francis Group.
7. S. M. SZE, S. M. (2012). Semiconductor Devices Physics and Technology. John Wiley & Sons
8. Boylestad, R. L. Nashelsky, L. (2009). Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. Prentice Hall.