



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Principios Físicos para el Diseño de Dispositivos Semiconductores
Clave de la asignatura:	DMF-2305
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Materiales y afines

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>El contenido de la asignatura comprende el estudio y aplicación de las características físicas y eléctricas de los semiconductores, así como también sus técnicas de obtención, crecimiento, modificación, la construcción de uniones PN y la importancia de su participación en las características operativas de los dispositivos electrónicos y optoelectrónicos; la interacción de semiconductores compuestos con la energía luminosa y calorífica, para terminar con el análisis operativo de elementos electrónicos con una, dos y tres uniones PN en su construcción (diodos y transistores).</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil de los Ingenieros en Electrónica, en Materiales y carreras afines, la capacidad para aplicar los principios de la física de semiconductores para conocer, identificar y comprender el comportamiento y operación, así como su aplicación como elementos de circuitos electrónicos como Diodos y Transistores. Así mismo entrena en la selección y operación del equipo de medición y prueba para identificar los parámetros eléctricos y ópticos de los dispositivos semiconductores.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>El contenido de esta asignatura se organiza en cinco temas de forma que los dos primeros temas abordan los conceptos de la física del semiconductor y del comportamiento de las cargas eléctricas en los sólidos cristalinos, así como también el funcionamiento de las uniones PN y su contribución a la operación de los dispositivos semiconductores. Los siguientes temas muestran el comportamiento operativo de diferentes dispositivos electrónicos del estado sólido.</p> <p>En el primer tema, se identifica el comportamiento eléctrico de los sólidos cristalinos y se interpreta la interacción de los sólidos cristalinos con diferentes tipos de energía. En el segundo tema, se interpretan las propiedades y características de la unión PN y sus condiciones de polarización. En el tercer tema, se integran los conocimientos previos para categorizar las operaciones de construcción y diseño de los diferentes tipos de diodos y dispositivos fotodetectores y fotoemisores. En el cuarto tema, se integran los conocimientos previos para identificar la construcción, las características y el comportamiento eléctrico de los dispositivos bipolares para su aplicación en circuitos electrónicos. En el quinto tema, se integran los conocimientos previos para la operación de los diferentes tipos de transistores de efecto de campo.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



La profundidad con la que los temas son tratados debe ser suficiente para interpretar los fenómenos eléctricos que se desarrollan en los semiconductores, para que el estudiante aplique el comportamiento operativo de los diferentes dispositivos semiconductores.

Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia, el alumno desarrollará competencias genéricas que le permitan analizar y organizar los contenidos para así poder planificar el desarrollo de su curso, en lo que al aprendizaje se refiere, es importante desarrollar destrezas que le permitan interactuar con sus compañeros para valorar el trabajo de equipo y mejorar su ambiente estudiantil.

Con la organización del proceso de aprendizaje en esta materia, se pretende también que el alumno tenga la capacidad de aplicar sus conocimientos a la práctica y desarrolle la habilidad de auto- aprendizaje. Para que lo anterior se pueda dar el profesor deberá, promover, organizar y proponer las actividades que le permitan alcanzar las competencias antes mencionadas.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra-clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca que a partir de experiencias concretas y cotidianas el estudiante reconozca los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer ambientes de aprendizaje distintos, ya sean virtuales o físicos. Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

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	Mónica Ortuño López Instituto Tecnológico de Querétaro Yolanda Jiménez Flores Instituto Tecnológico de Querétaro	



4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

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

5. Saberes, habilidades y destrezas previas

--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Física del Semiconductor	1.1. Propiedades de los semiconductores. 1.1.1 Propiedades Estructurales 1.1.2 Propiedades Morfológicas 1.1.3 Propiedades Ópticas 1.1.4 Propiedades Eléctricas 1.2 Crecimiento y obtención de cristales semiconductores 1.2.1 Tecnologías de obtención y procesamiento de SC 1.2.2 Dopaje 1.3 Bandas de energía y portadores de carga en semiconductores.
2	Unión P-N	2.1. Unión P-N en estado de equilibrio. 2.1.1. Potencial de contacto. 2.1.2. Campo eléctrico. 2.1.3. Zonas de vaciamiento.



		<ul style="list-style-type: none"> 2.1.4. Carga almacenada. 2.1.5. Capacitancia de difusión y transición. 2.2. Condiciones de polarización. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Efecto de potencial de barrera. 2.2.2. Polarización directa. 2.2.3. Polarización inversa. 2.2.4. Características de corriente – voltaje. 2.3. Fenómenos de ruptura. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Ruptura por multiplicación o avalancha. 2.3.2. Ruptura Zener. 2.4. Unión metal-semiconductor. <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. Barrera Schottky. 2.5. Contactos rectificadores y óhmicos
3	Dispositivos de Unión.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Diodos. <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. Diodo. 3.1.2. Diodo Zener. 3.1.3. Diodo Túnel. 3.1.4. Diodo varactor. 3.1.5. Diodo PIN. 3.1.6. Diodo Schottky. 3.1.7. Diodo Avalancha. 3.1.8. Fotodetectores. 3.1.9. Fotoemisores.
4	Transistores de Unión Bipolar	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Transistor BJT. <ul style="list-style-type: none"> 4.1.1. Parámetros de corriente (alfa y beta); corriente de fuga. 4.1.2. Funcionamiento del transistor bipolar BJT. 4.1.3. Curvas características y regiones de operación. 4.1.4. Configuraciones básicas (BC, EC, CC). 4.2. Aplicaciones básicas
5	Transistores de Efecto de Campo	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Parámetros eléctricos (VP, VGS, IDSS, ID, transconductancia). 5.2. Funcionamiento del JFET. 5.3. Funcionamiento del MOSFET de empobrecimiento y de enriquecimiento 5.4. Configuraciones básicas. 5.5. Aplicaciones básicas.



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Física del Semiconductor	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identifica el comportamiento eléctrico de los sólidos cristalinos. Interpreta la interacción de los sólidos cristalinos con diferentes tipos de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> Usa información documental para discutir los fenómenos de obtención de la oblea de Si o Ge y de películas delgadas semiconductoras. Resume fenómenos que se presentan en el dopaje de semiconductores extrínsecos. Desarrolla el modelo a escala de una red cristalina de material semiconductor extrínseco. Emplea diagramas de bandas de energía para explicar el comportamiento eléctrico de los diferentes tipos de sólidos conductores semiconductores y aislantes. Identifica los conceptos de: conductividad, densidad de corriente, corriente por difusión y corriente por arrastre. Demuestra experimentalmente el fenómeno de la fotoconductividad.
2. Unión PN	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Interpreta el comportamiento de la unión P-N en 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. 	<ul style="list-style-type: none"> Demuestra el comportamiento eléctrico de la unión por medio de diagramas de bandas de energía. Identifica el funcionamiento interno de un diodo. Usa el conocimiento teórico y práctico sobre la polarización directa e inversa, y los fenómenos de ruptura por avalancha y zener de la Unión PN. Categoriza las técnicas de fabricación de uniones PN. Explica el funcionamiento de los fotodetectores y fotoemisores
3. Dispositivos de Unión	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Categoriza las características de construcción y las diferencias de diseño de los dispositivos de unión. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las características propias del diseño de los diferentes dispositivos de unión mediante un cuadro comparativo. Usa hojas de datos y operación de los fabricantes de dispositivos electrónicos para obtener las curvas características de diferentes



	dispositivos de unión.
4. Transistores de Unión Bipolar	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identifica la construcción, las características y el comportamiento eléctrico de los dispositivos bipolares para su aplicación en circuitos electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica el principio de operación de los BJT'S a partir de la polarización de sus uniones. Manipula los parámetros de operación en las hojas de datos del fabricante para los BJT's.
5. Transistores de Efecto de Campo	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Identifica la construcción, las características y el comportamiento eléctrico de los dispositivos unipolares para su aplicación en circuitos electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica el principio de operación de JFETA partir de su construcción y polarización. Identifica el principio de operación de MOSFET's a partir de su construcción y polarización. Simula la construcción y operación de JFET's y MOSFET's. Usa los parámetros de operación en las hojas de datos del fabricante para los JFET's y los MOSFET de empobrecimiento y de enriquecimiento.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> Dopaje y medición de propiedades eléctricas en películas delgadas de semiconductoras. Funcionamiento de un diodo semiconductor e interpretación de la curva característica. Construcción de las curvas características de diodos y transistores <ol style="list-style-type: none"> Con configuraciones básicas Con trazador de curvas
--



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:

- Resultados de las prácticas realizadas y su reporte
- Cuestionarios
- Solución de problemas
- Tareas y trabajos extra clase
- Exposición en clase
- Resultados obtenidos por equipo de las visitas a las empresas
- Participación en clase
- Avances del proyecto

11. Referencias

1. Streetman, B. G. y Banerjee, S. K. (2006), Solid State Electronic Devices, Pearson Prentice Hall, Sixth edition.
2. Boylestad, R. L. y Nashelsky, L. (2009), Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Prentice Hall, décima edición.
3. Sze, S. M. y Kwok, K. N. (2007), Physics of Semiconductors Devices, John Wiley and Sons Inc. Third edition.
4. Savant, C. J., Roden, M. S. y Carpenter, G. L. (1992), Diseño Electrónico: Circuitos y Sistemas, Prentice Hall, segunda edición.
5. Sing, J. (2001), Semiconductor Device: basic principles, John Wiley and Sons Inc.
6. Floyd, T. L. (2008), Dispositivos Electrónicos, Pearson, octava edición