

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Diseño de circuitos Electrónicos

Clave de la asignatura: SSI-2502

SATCA¹: 3 – 2 – 5

Carrera: Ingeniería Mecatrónica.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En un mundo impulsado por la electrónica y los sistemas inteligentes, el Diseño de Circuitos Electrónicos se establece como una competencia esencial en la formación de un ingeniero mecatrónico. Esta asignatura permite al estudiante desarrollar habilidades en el análisis y diseño de layouts para circuitos electrónicos, tanto analógicos como digitales, utilizando herramientas avanzadas de simulación y prototipado.

La evolución de tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT), los vehículos autónomos y los sistemas embebidos, demanda circuitos electrónicos más eficientes, compactos y de alto rendimiento. A través de esta materia, los estudiantes dominarán conceptos fundamentales sobre el diseño de layouts, técnicas de optimización y estrategias de implementación que aseguren confiabilidad y eficiencia energética en aplicaciones reales.

El curso abarca desde el diseño de transistores NMOS y PMOS, que son las estructuras básicas de la electrónica actual, hasta la implementación de sistemas complementarios (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS). A partir de estas estructuras, se desarrollarán arreglos lógicos y el diseño de circuitos combinacionales y secuenciales. Posteriormente, esos mismos transistores NMOS y PMOS se utilizarán para el diseño de circuitos analógicos como amplificadores y osciladores. Además, se explorarán metodologías para la optimización de circuitos en términos de costo, potencia y espacio, aspectos esenciales para el desarrollo de tecnología de vanguardia.

Los temas clave incluyen:

Diseño de transistores NMOS y PMOS.

Electrónica Digital: Lógica combinacional y secuencial.

Electrónica Analógica: Amplificadores.

Simulación y prototipado: Uso de software especializado para modelado y prueba de circuitos.

El objetivo es formar profesionales capacitados para enfrentar los desafíos del diseño electrónico moderno, con un enfoque práctico y orientado a la industria

Intención didáctica

La asignatura Diseño de Circuitos Electrónicos tiene como propósito que el estudiante desarrolle competencias sólidas en el análisis, diseño, simulación e implementación de circuitos electrónicos, tanto analógicos como digitales, mediante el uso de herramientas avanzadas de simulación y software de diseño de layouts. Se enfoca en la comprensión y aplicación de los principios fundamentales de los transistores NMOS, PMOS y su integración en estructuras CMOS, permitiendo el desarrollo de circuitos electrónicos optimizados y de alto rendimiento.

En el tema 1: Introducción al Diseño de Circuitos Electrónicos, tiene como objetivo que el estudiante comprenda el funcionamiento eléctrico y estructural de los transistores NMOS y PMOS, así como su configuración en tecnología CMOS. Para ello, se desarrollarán simulaciones de circuitos básicos como inversores y puertas lógicas, utilizando software especializado (LTSpice, MultiSim), análisis de características de transferencia y determinación de puntos de operación.

En el tema 2: Diseño y Simulación de Circuitos Combinacionales y secuenciales , se busca que el alumno domine los conceptos de lógica combinacional y secuencial , junto con la aplicación de técnicas de simplificación y optimización en simuladores digitales esto para ser enfocado en el diseño de layouts de circuitos digitales combinacionales tales como como codificadores, decodificadores, multiplexores, sumadores.

En el Tema 3: Diseño de Circuitos Analógicos

El estudiante desarrollará habilidades para diseñar y analizar circuitos analógicos, especialmente amplificadores y osciladores. Las estrategias didácticas incluirán la explicación teórica de amplificación, puntos de polarización y técnicas de retroalimentación. Además, se realizarán simulaciones en software (LTSpice) para observar el comportamiento en frecuencia, ganancia y estabilidad.

durante todos los temas el estudiante adquiera competencias en el diseño físico (layout) de circuitos electrónicos, entendiendo principios de enrutamiento, colocación de componentes y optimización de espacio en Printed Circuit Board (PCB), en cada tema se explicarán técnicas de diseño físico en herramientas CAD, incluyendo colocación estratégica de componentes para minimizar interferencias, enrutamiento de señales críticas, control de impedancias, y manejo de planos de tierra. Además, se abordarán las reglas de diseño eléctrico (DRC) y consideraciones térmicas para evitar interferencia electromagnética (EMI).

Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tepic. Tepic, Nayarit. Marzo a Mayo del 2025.	Miembros de la Academia de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tepic.	Jornada 2025 de Diseño Curricular para elaboración del Módulo de Especialidad por Competencias de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Desarrollar habilidades en el diseño físico (layout) de circuitos electrónicos para aplicaciones analógicas y digitales, comprendiendo el funcionamiento y aplicación de transistores NMOS, PMOS y estructuras CMOS, optimizando su rendimiento y preparación para fabricación mediante herramientas de CAD.

5. Competencias previas

El alumno debe tener conocimientos de los temas: Fundamentos de Electrónica Analógica y Digital - Álgebra Booleana y Lógica Digital. - Electrónica de Semiconductores. - Diseño y Simulación de Circuitos discretos e integrados.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al Diseño de Circuitos Electrónicos	1.1 Conceptos Fundamentales de NMOS y PMOS 1.2 Principio de Operación y Curvas Características 1.3 Punto de Operación del Transistor (Q-point) 1.4 Modelado del Transistor MOS para Análisis de Circuitos 1.5 Fabricación y Tecnología de Integración CMOS
2	Diseño de Circuitos Combinacionales y Secuenciales	2.1 Lógica digital y circuitos combinacionales. 2.2 Diseño y análisis de puertas lógicas, NOT, AND, OR, XOR, NAND, NOR. 2.3 Implementación de circuitos combinacionales: medio sumador, sumador completo, Multiplexor, demultiplexor. 2.4 Implementación de circuitos secuenciales: latch RS, flip-flops,

		registros. 2.5 Simulación y verificación de circuitos digitales en herramientas de simulación.
3	Diseño de Circuitos Analógicos	3.1 Región de operación de los transistores MOS. 3.2 Polarización. 3.3 Amplificador de fuente común. 3.4 Amplificador de drenador común, seguidor de voltaje. 3.5 Fuentes de corriente y espejos de corriente 3.6 Amplificador diferencial
4	Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados	4.1 Proceso fotolitográfico. 4.2 Proceso de diseño del layout para CI. 4.3 Verificación (DRC, LVS, simulación post-layout)

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Nombre de tema:

1.- Introducción al Diseño de Circuitos Electrónicos

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Comprender los principios físicos de semiconductores tipo N y tipo P, y su aplicación en la construcción de transistores NMOS y PMOS. - Analizar el funcionamiento eléctrico y estructural de transistores NMOS y PMOS, así como su integración en tecnología CMOS para el diseño de puertas lógicas básicas. - Interpretar características de transferencia, puntos de operación y polarización en transistores. Genérica(s): - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. - Capacidad para organizar y planificar el tiempo.	- Investigar sobre física de semiconductores: Explicar los conceptos de los conceptos Fundamentales de NMOS y PMOS - Simulación de inversores CMOS: Implementar un inversor en simuladores como LTSpice o MultiSim, analizando puntos de operación y curvas de transferencia. - Diseño y simulación de puertas lógicas: Crear y simular puertas AND, OR y NOT utilizando tecnología CMOS, identificando el comportamiento eléctrico de los transistores involucrados. - Análisis de polarización en NMOS y PMOS: Realizar simulaciones para observar cómo varía el punto de operación en función del voltaje aplicado.

• Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Habilidad para trabajar en forma autónoma.	
--	--

Nombre de tema 2.- Diseño de Circuitos Combinacionales y Secuenciales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Diseñar y analizar circuitos combinacionales y secuenciales utilizando puertas lógicas, multiplexores, decodificadores, flip-flops y registros. • Aplicar métodos de simplificación lógica para optimización de circuitos digitales. • Simular y verificar el funcionamiento de sistemas digitales en software especializado. Genérica(s): • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Habilidad para trabajar en forma	• Diseño de circuitos combinacionales: Implementar circuitos como sumadores, restadores, multiplexores y decodificadores en software de simulación (LTSpice, MultiSim, Proteus). • Simplificación lógica: Aplicar mapas de Karnaugh y álgebra booleana para optimización de funciones lógicas. • Implementación de flip-flops y registros: Analizar y diseñar flip-flops (SR, D, JK, T) y registros de desplazamiento, comprobando su funcionamiento en simuladores.

autónoma.

Nombre del tema

3.- Diseño de Circuitos Analógicos

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Diseñar y analizar circuitos analógicos básicos como amplificadores, osciladores. • Entender el principio de operación de transistores en modo analógico, incluyendo polarización y puntos de operación. • Simular y verificar circuitos analógicos en software especializado (LTSpice, MultiSim). Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, identificar, plantear y resolver. • Habilidades de investigación. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. Habilidad para trabajar en forma autónoma.	• Polarización y punto de operación: Establecer correctamente el punto de polarización en transistores para maximizar el rendimiento y minimizar la distorsión. • Diseño de amplificadores básicos: Implementar y analizar amplificadores en configuración común (surtidor, drenador para MOSFET).

Nombre del tema

4.- Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados

Competencias

Específica(s):

- Prototipar y validar circuitos electrónicos en entornos reales, evaluando su desempeño y corrigiendo fallos.

Genéricas:

- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Toma de decisiones, para la solución de problemas.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, generando nuevas ideas (creatividad).
- Habilidad para trabajar en forma autónoma, con capacidad para diseñar y gestionar proyectos.

Actividades de aprendizaje

- Aplicar reglas de diseño eléctrico (DRC) y reglas de diseño físico (LVS).

8. Práctica(s)

- Simulación de un Inversor CMOS en LTSpice.
- Construcción y Simulación de Puertas Lógicas (AND, OR, NOT) con NMOS y PMOS.
- Diseño y Simulación de un Sumador Completo (Full Adder).
- Diseño y Simulación de un Multiplexor 4:1.
- Diseñar y simular un Amplificador Surtidor Común.
- Diseñar y simular un Amplificador Drenador Común.
- Diseño de un Oscilador
- Diseño de un Amplificador diferencial

9. Proyecto de asignatura

1. Amplificador Diferencial CMOS para Sensores Analógicos
2. Diseño de un Oscilador Controlado por Voltaje (VCO) en Tecnología CMOS

3. Implementación de un Multiplexor Digital de Alta Velocidad en FPGA

Exponer formalmente en plenaria el proyecto final a través de una comunicación efectiva con al menos la persona, empresa o comunidad social beneficiada y comunidad estudiantil.

Para el desarrollo del proyecto se consideran 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 comunitaria, 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 competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesional, 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 por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje. La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje:

- **Reportes de las investigaciones solicitadas.**
- **Examen para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.**
- **Reportes de prácticas**
- **Trabajo en equipo.**
- **Proyecto de asignatura.**

11. Fuentes de información

1. Baker, R. J. (2019). CMOS: circuit design, layout, and simulation. John Wiley & Sons.
2. Allen, P. E., & Holberg, D. R. (2011). CMOS analog circuit design. Elsevier.
3. M. Morris Mano. Diseño Digital. Pearson Prentices Hall, tercera edición 2003.
4. Sedra, A., Smith, K. C., Carusone, T. C., & Gaudet, V. (2020). Microelectronic circuits 8th edition. Chapter, 14, 1235-1236.
5. Gray, P. R., Hurst, P. J., Lewis, S. H., & Meyer, R. G. (2024). Analysis and design of analog integrated circuits. John Wiley & Sons.
6. Carusone, T. C., Johns, D. A., & Martin, K. W. (2011). Analog integrated circuit design. John Wiley & Sons.