1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño y manufactura de circuitos impresos
Clave de la asignatura:	TAF-2406 (optativa I)
SATCA[1]:	3 - 2 - 5
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En la práctica diaria de la Ingeniería Electrónica, nos encontramos invariablemente en el interior de todo sistema electrónico componentes montados en tabletas fenólicas que proporcionan un aislamiento e interconexión entre ellos y de esa manera hacen funcionar adecuadamente todo el sistema. Estas uniones se logran mediante "hilos" de un material conductor (generalmente cobre). Al conjunto de estos hilos y la tableta fenólica en la industria, se les conoce como PCB's (Printed Circuit Board) placa de circuito impreso, de tal suerte que hoy día es importante conocer y aplicar las técnicas de fabricación y diseño, así como los estándares adecuados en todos estos procesos.

Esta asignatura aporta al perfil de la y el ingeniero electrónico los conceptos teóricos-prácticos, para el diseño y fabricación de los circuitos impresos.

Esta asignatura está estrechamente relacionada con las materias de: Mediciones eléctricas, ya que presenta los estándares en la construcción y diseño de circuitos impresos.

Electromagnetismo, ya que explica el comportamiento electromagnético de los componentes y las posibles afectaciones que hay entre ellos.

Circuitos eléctricos I, explica el comportamiento eléctrico de los componentes y de la corriente, resistencia y voltaje en un circuito eléctrico.

Intención didáctica

[1] Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Se organiza el temario en cinco temas y cada uno de ellos aborda contenidos específicos desde la captura del esquema del circuito hasta la generación del archivo para fabricar y realizar el montaje de la tarjeta de circuito impreso (PCB).

En el tema uno se analizarán los materiales y características que se necesitan para crear un circuito impreso atendiendo la calidad requerida, así como conocer los distintos tipos de placa en los que pueden elaborarse circuitos impresos (PCB).

En el tema dos se analizarán los distintos tipos de encapsulados en los que pueden presentarse los componentes electrónicos a utilizar, así como las reglas de diseño de pistas, nodos y pads considerando el aspecto térmico, dimensiones de las pistas de acuerdo a los voltajes y/o corrientes empleadas para evitar interferencias electromagnéticas.

En el tema tres se realizará el diseño y simulación del PCB a través de software de diseño de circuitos electrónicos y placas impresas considerando los aspectos vistos en el tema dos, como los parámetros de diseño. También se indica cómo se enruta manual y automáticamente.

En el tema cuatro se estudiarán los diversos tipos de técnicas que pueden emplearse para la transferencia del circuito impreso una vez generadas las pistas mediante el software de diseño.

En el tema cinco se estudian los materiales y accesorios requeridos, así como características de soldadura empleados para el montaje final del circuito impreso y pruebas de funcionamiento.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Lerma, Campeche, octubre 2020 a julio 2021.	Elizabeth E. Sierra Avelar Perla C. Núñez Oreza Eduardo Pérez Cruz Fernando A. Escalante Guerrero Alberto Córdova Broca	Reuniones virtuales de la Academia de Ingeniería Electrónica.

	Karina Isabel Dzul González Iván Hernández Ruiz Diana del C. Chan Aguilar.	
Instituto Tecnológico de Lerma, Campeche, octubre 2024 Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Campeche, octubre 2024	Academia de Electrónica. Academia de Mecatrónica ITLerma. Academia de Mecatrónica ITESCAM, Calkiní.	Reuniones virtuales y presenciales.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica y utiliza adecuadamente los conceptos de la teoría de circuitos eléctricos y electrónicos para el diseño y fabricación de los circuitos impresos, mediante software especializado.

5. Competencias previas

- Aplica los conceptos de la teoría electrónica básica.
- Aplica adecuadamente los principios de la teoría de circuitos electrónicos para el análisis y diseño de estos.
- Aplica los conocimientos teóricos obtenidos para realizar la simulación por computadora de circuitos electrónicos analógicos y digitales.
- Aplica los conocimientos adquiridos en la simulación por computadora para implementar circuitos impresos de propósito especial.
- Aplica los conocimientos de análisis, simulación e implementación de circuitos impresos para la construcción de prototipos y sistemas reales en electrónica.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Características generales en circuitos impresos o PCB.	1.1 Antecedentes de los circuitos impresos. 1.2 Características físicas de una placa de circuito impreso.

		1.3 Tipos de materiales base para circuitos impresos. 1.4 Calidad requerida para una placa de circuito impreso. 1.5 Tipos de placas para circuitos impresos.
2.	Diseño de circuitos impresos (PCB's).	2.1 Tipos de encapsulados para componentes electrónicos. 2.1 Reglas de diseño. 2.2 Disposición de componentes. 2.3 Diseño de pistas, nodos y pads. 2.4 Diseños de puntos de prueba. 2.5 Diseño de la máscara de soldadura. 2.6 Diseño de pistas de alimentación. 2.7 Diseño térmico. 2.8 Diseño para evitar interferencias electromagnéticas. 2.9 Diseño para evitar el acoplamiento electromagnético. 2.10 Métodos gráficos para el diseño de circuitos impresos.
3.	Simulación de circuitos eléctricos y electrónicos.	3.1 Simulación analógica. 3.2 Simulación digital. 3.3 Simulación mixta. 3.4 Simulación de sistemas basados en microcontrolador. 3.5 Manejo y operación de un software para el diseño total de un circuito impreso.
4.	Métodos de transferencia para circuitos impresos.	4.1 Procedimiento de transferencia directa. 4.2 Procedimiento de transferencia térmica. 4.3 Procedimiento serigráfico.
5.	Manufactura y montaje de un circuito impreso.	5.1 Proceso inicial. 5.2 Materiales y herramientas necesarias para la manufactura de circuitos impresos.

		5.3 Características de soldaduras y conexiones. 5.4 Fases del proceso de soldadura. 5.5 Clasificación de soldaduras. 5.6 Materiales de sujeción y accesorios para circuitos impresos. 5.7 Montaje final de un circuito impreso por el método de transferencia térmica. 5.8 Pruebas del circuito diseñado. 5.9 Montaje final de un circuito impreso por el método serigráfico. 5.10 Pruebas del circuito diseñado.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Características generales en circuitos impresos o PCB.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce las diferentes técnicas para implementar un circuito impreso. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Toma de decisiones. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Habilidades de investigación. • Capacidad de generar nuevas ideas.	• Realizar una investigación de las técnicas más rápidas, económicas y que no contaminen el medio ambiente. • Elaborar una línea de tiempo de la historia y evolución de los circuitos impresos. • Investigar las leyes o normativas encargadas de regular la calidad y parámetros de fabricación de PCB´s en México. • Realizar tabla comparativa de las características de los diversos tipos de placas empleadas para la elaboración de circuitos impresos.
2. Diseño de circuitos impresos(PCB's).	
Competencias	Actividades de aprendizaje

Específica(s): Diseña pistas, nodos y pads para construir un circuito impreso de propósito especial. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Toma de decisiones. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Habilidades de investigación. • Capacidad de generar nuevas ideas.	• Investigar qué características debe tener un circuito impreso de propósito general considerando aspectos de seguridad. • Investigar las características de los tipos de soldaduras más eficientes para la construcción de circuitos impresos. • Realizar presentación del procedimiento empleado en los métodos gráficos para la elaboración de circuitos impresos. • Tabla comparativa de consideraciones requeridas para evitar interferencias electromagnéticas y evitar el acoplamiento electromagnético.
3. Simulación de circuitos eléctricos y electrónicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Emplea la herramienta de software estándar de uso comercial para la realización de la prueba y simulación de circuitos eléctricos y Electrónicos (Fritzing, Proteus Ares, Eagle, Circuit Maker, Altium, etc.). Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Toma de decisiones. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Habilidades de investigación.	• Tabla comparativa de las características de los diferentes softwares de tipo comercial más utilizados en el diseño de circuitos impresos. • Realizar simulación analógica de algún circuito electrónico o eléctrico. • Realizar una simulación digital de algún circuito electrónico o eléctrico. • Realizar el diseño total de un circuito impreso de una cara en al menos dos softwares de diseño. • Realizar el diseño total de un circuito impreso de doble cara en al menos dos softwares de diseño.

• Capacidad de generar nuevas ideas.	

4. Métodos de transferencia para circuitos impresos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Realiza una transferencia de un circuito impreso desde la unidad de diseño asistido por computadora, hacia un dispositivo ejecutor de los datos del diseño, por ejemplo, un plotter o cualquier sistema para fabricar circuitos impresos. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis • Toma de decisiones. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Habilidades de investigación. • Capacidad de generar nuevas ideas.	• Investigar las características del método de transferencia directa. • Investigar las características del método de transferencia térmica. • Investigar las características del método serigráfico. • Elaborar una tabla característica de los diferentes métodos de transferencia de circuitos impresos. • Elaborar un manual de al menos un método de transferencia de circuitos impresos.

5. Manufactura y montaje de un circuito impreso.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Aplica los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso para construir un circuito impreso real con todos y cada uno de sus componentes. Genéricas: • Capacidad de análisis y síntesis. • Toma de decisiones.	• Realizar una investigación de las técnicas más rápidas, económicas y que no contaminen el medio ambiente. • Elaborar una línea de tiempo de la historia y evolución de los circuitos impresos. • Investigar las leyes o normativas encargadas de regular la calidad y

• Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Habilidades de investigación. • Capacidad de generar nuevas ideas.	parámetros de fabricación de PCB´s en México. • Realizar tabla comparativa de las características de los diversos tipos de placas empleadas para la elaboración de circuitos impresos.

8. Práctica(s)

- Conocimiento de los distintos materiales para la elaboración de circuitos impresos.
- Realización de un circuito impreso aplicando reglas de diseño.
- Simulación del circuito impreso en software.
- Procedimiento de transferencia en cualquiera de sus métodos.
- Métodos y herramientas necesarias para elaborar circuitos impresos mediante componentes de inserción y de montaje superficial.
- Elaboración de un circuito impreso real con pruebas del circuito diseñado.
- Diseño y elaboración de un circuito impreso utilizando la tecnología de fresado CNC.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé la o el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(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 las y 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 las y los estudiantes con asesoría de la o el 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 las y los estudiantes con asesoría de la y el 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-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 las y los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Desarrollo de proyecto final (informe, presentación y defensa de proyecto). (Evaluado mediante lista de cotejo).
- Evaluación de informes sobre tareas o trabajos de investigación. (Evaluado mediante rúbrica).
- Resolución de ejercicios y problemas.
- Simulaciones en software especializado para la materia. (Evaluado mediante lista de cotejo).
- Exposiciones y/o cuestionarios de los temas. (Evaluado mediante rúbrica).
- Evaluación escrita.
- Reportes de prácticas de laboratorio. (Evaluado mediante rúbrica).
- Desempeño, actitud y participación en las actividades de aprendizaje. (Evaluado mediante rúbrica).

11. Fuentes de información

Aparicio, M. P. (2010). *Diseño y desarrollo de circuitos impresos con KiCad*. Rc Libros.

Balcells, J. (2005). *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos*. Marcombo.

Bellver, M. A. R., & Calabuig, J. G. (2004). *Diseño de circuitos impresos con Orcad Capture y Layout v.* 9.2. Thomson-Paraninfo.

Cantizano, F., Val, C., & Airoldi, A. (2014). Diseño y fabricación de circuitos impresos con Altium Designer. (2.ª ed.). Buenos Aires: mcelectronics. Buenos Aires: mcelectronics.

Groover M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Pearson Educación.

Hiller G. C. (2006). *Diseño de circuitos impresos con PC*, Ed. Limusa.

Rossano V. (2013). *Proteus VSM*. USERSHOP.