



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Electrónica de Potencia
Clave de la asignatura:	AEF-23109
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Semiconductores

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura de Electrónica de potencia aporta al perfil del ingeniero electrónico e ingeniero en semiconductores la capacidad de comprender la operación de los circuitos electrónicos de potencia, así como ser capaz de modelar, analizar, diseñar, simular y construir circuitos electrónicos utilizando componentes discretos, así como planear, organizar, dirigir y controlar actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas y equipo electrónico. Además, le permite dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinarios y multidisciplinarios. Lo anterior propicia en el estudiante el desarrollo de un pensamiento analítico, crítico, creativo y autorregulado, con los conocimientos y las estrategias planteadas a lo largo del curso y le proporciona una visión clara sobre los sistemas de potencia y, habilidades para adaptarse a las diferentes áreas laborales de su competencia, dando respuesta a los requerimientos de la sociedad.

De igual forma aporta al perfil de egreso en el desarrollo de las competencias: Diseña y sintetiza materiales semiconductores y circuitos integrados para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.

Innova y transfiere tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería en semiconductores, tomando en cuenta el desarrollo sostenible del entorno. Modela y simula sistemas electrónicos para predecir su comportamiento empleando plataformas computacionales.

Esta asignatura está orientada al estudio de una rama de la ingeniería eléctrica (disciplina que estudia las técnicas de producción, transporte, tratamiento, transformación y consumo de la energía eléctrica), la cual utiliza dispositivos electrónicos semiconductores de conmutación para desarrollar equipos o sistemas convertidores que aseguran la transformación de la amplitud y/o frecuencia de las formas de onda que transportan la energía eléctrica, por lo que la electrónica de potencia es un vínculo con otras fuentes de energía como, la energía mecánica, la térmica, la solar, la eólica, entre otras.

Se relaciona con las antecesoras tales como: circuitos eléctricos I, circuitos eléctricos II, diseño con transistores, microcontroladores, amplificadores operacionales y sirve de conocimientos base para la asignatura control de convertidores de potencia.

Intención didáctica

El estudiante a través del conocimiento y comprensión de los conceptos más relevantes del contenido de las unidades del programa y sus temas desarrolla la competencia de analizar y diseñar circuitos electrónicos de potencia para la solución de problemas de manera grupal e individual, el desarrollo de proyectos, y su exposición en plenaria ante el grupo. La simulación de los circuitos utilizando herramientas computacionales y trabajo en equipo para la realización de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



prácticas en el Laboratorio de Electrónica para su comprobación a través de equipo de medición. Esto le permite adquirir los conocimientos para el diseño, análisis y aplicación de los distintos circuitos convertidores, así como las habilidades en el manejo de equipo electrónico, software y manuales de fabricante. Desarrolla la habilidad para identificar y resolver problemas, hacer experimentos y reportes de resultados de forma oral y escrita, además de hacer presentaciones ante el grupo utilizando las TIC's; en el trabajo colaborativo al unirse en equipo se hace responsable de su aprendizaje, y a la práctica de los valores con respeto a la pluralidad y diversidad del grupo.

Esta asignatura comprende 4 temas cuyos contenidos fueron seleccionados para iniciar desde los principios básicos de operación, características, parámetros eléctricos y circuitos equivalentes de los dispositivos que forman la familia de los tiristores, hasta su aplicación en circuitos de disparo para el control en la conversión de energía eléctrica como rectificación controlada, circuitos de conversión eléctrica, para su aplicación en el control de velocidad de motores, calefactores, sistemas de iluminación, entre otros; que le permiten al estudiante modelar y resolver problemas típicos de la ingeniería electrónica e ingeniería en semiconductores así como tener los fundamentos para abordar sistemas electrónicos de potencia en situaciones propias de su especialidad en el campo industrial y de servicios. Además, el alumno desarrolla su capacidad de análisis e interpretación incrementando sus habilidades de comunicación durante el trabajo en equipo.

El contenido del primer tema, le permite conocer la historia de la electrónica de potencia y cómo ésta se ha transformado. Así como analizar, diseñar y construir circuitos de disparo, utilizando expresiones matemáticas determinando sus formas de onda para representar la respuesta de dichos circuitos.

En el segundo tema, los puntos a revisar le permiten analizar, diseñar y construir los sistemas convertidores de AC - DC controlados y no controlados, así como circuitos controladores de fase o de AC - AC, utilizando expresiones matemáticas y sus formas de onda para representar la respuesta de dichos circuitos.

El tercer tema, es donde el estudiante conoce la clasificación de los convertidores DC - DC, obtiene las formas de onda para representar la respuesta de dichos circuitos, utilizando las expresiones matemáticas.

En el cuarto tema el estudiante conoce la clasificación de los convertidores DC a AC, o inversores, su operación y características, utiliza expresiones matemáticas y sus formas de onda para representar la respuesta de dichos circuitos.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacán, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Orizaba, Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Alvarado, Cuautitlán Izcalli, La Laguna y Lerdo.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.</p>



Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motul, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura

Diseña, construye y aplica circuitos y sistemas electrónicos para el control de dispositivos de potencia, para la conversión de la energía eléctrica y optimizar su uso en algunas aplicaciones industriales.

5. Saberes, habilidades y destrezas previas

- Aplica los conocimientos del Cálculo Diferencial e Integral para determinar los parámetros de los circuitos de electrónica de potencia.
- Aplica los conocimientos de las Ecuaciones Diferenciales, Transformada de Laplace y series de Fourier en el análisis y solución de circuitos electrónicos de potencia.
- Analiza y aplica técnicas de solución de Circuitos Eléctricos en C.D y C.A.
- Aplica los principios básicos de transmisión y recepción de señales luminosas.
- Opera equipos de medición tales como: multímetro, osciloscopio y generador de señales.
- Aplica circuitos con Microcontrolador.
- Utiliza software de simulación de circuitos electrónicos.
- Arma circuitos electrónicos para comprobar su funcionamiento.



6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Electrónica de Potencia y Circuitos de Disparo.	1.1. Antecedentes de la Electrónica de Potencia. 1.1.1. Terminología y principios de operación de la familia de los tiristores, (SCR, TRIAC, UJT, PUT, ETC.). 1.1.2. Clasificación y características voltaje corriente de los tiristores, dispositivos, símbolo, características eléctricas y su clasificación en unidireccionales y bidireccionales. 1.2. Circuitos de disparo. 1.2.1. Circuitos de disparo sin aislamiento: Redes Pasivas, (resistivas y RC). 1.2.2. Circuitos de disparo con aislamiento. 1.2.2.1. Acoplados ópticamente. 1.2.2.2. Acoplados magnéticamente. 1.2.3. Circuitos de disparo con dispositivos Digitales. 1.2.3.1. Timer. 1.2.3.2. Divisores de frecuencia. 1.2.3.3. Detectores de cruce por cero. 1.2.3.4. Microcontroladores. 1.2.3.5. Moduladores de Ancho del Pulso. 1.2.3.6. Módulos de potencia características y aplicación.
2	Convertidores de AC – DC.	2.1 Rectificador monofásico no controlado. 2.1.1 Media onda. 2.1.2 Onda completa. 2.2 Rectificador trifásico no controlado. 2.2.1 Media onda. 2.2.2 Onda completa. 2.3 Parámetros de rendimiento. 2.4. Rectificador monofásico controlado. 2.4.1. Convertidor unidireccional. 2.4.2. Semiconvertidor. 2.4.3. Convertidor completo. 2.4.4. Convertidor dual. 2.5. Rectificador trifásico controlado.
3	Convertidores AC-AC.	3.1 Principio del control de abrir y cerrar. 3.2 Principio del control de fase. 3.3 Control trifásico de media onda y de onda completa. 3.4 Cicloconvertidor monofásico y trifásico. 3.5 Control trifásico de media onda y onda completa. 3.6 Cicloconvertidor monofásico y trifásico.



4	Convertidores DC – DC.	<p>4.1. Características y principio de operación.</p> <p>4.2. Clasificación por: modulación, operación de cuadrantes, configuración, otros.</p> <p>4.3. Modulador de Ancho de Pulso.</p> <p>4.4. Reguladores DC - DC en modo conmutado.</p> <p>4.5. Control de motores de CD.</p> <p>4.6. Fuentes conmutadas.</p>
5	Convertidores DC –AC.	<p>5.1. Bases de operación de un inversor.</p> <p>5.2. Inversor monofásico de medio puente.</p> <p>5.3. Inversor con salida rectangular.</p> <p>5.4. Inversor monofásico puente completo.</p> <p>5.5. Parámetros de rendimiento.</p> <p>5.6. Inversor trifásico.</p> <p>5.7. UPS.</p> <p>5.8. Variador de velocidad.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Electrónica de Potencia y Circuitos de Disparo.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comprender el principio de funcionamiento de los diferentes dispositivos de potencia y los circuitos de disparo para activar el elemento final de potencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la historia de la Electrónica de potencia y elaborar un mapa conceptual. • Identificar los dispositivos semiconductores de potencia, sus características, símbolo, equivalencia. • Utilizar los tiristores en circuitos de operación básica. Interpreta las hojas de datos de los diferentes dispositivos. • Solucionar problemas de circuitos de disparo. Construye circuitos de disparo. • Utilizar software especializado para simulación.
2. Convertidores de AC-DC	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comprende el principio de funcionamiento de los convertidores AC-DC para construir circuitos de rectificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información en la hoja de datos del fabricante. • Determinar los parámetros de rendimiento de rectificadores. • Resolver problemas de circuitos rectificadores controlados y no controlados en forma individual y grupal.



<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de comunicación en un segundo idioma. ● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. ● Capacidad de trabajo en equipo. ● Habilidades interpersonales. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	
3. Convertidores AC-AC.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comprende el principio de funcionamiento de los convertidores AC-AC para control de fase. Procesa e interpreta información.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. ● Capacidad de comunicación oral y escrita. ● Capacidad de comunicación en un segundo idioma. ● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. ● Capacidad de trabajo en equipo. ● Habilidades interpersonales. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Buscar y seleccionar información en la hoja de datos del fabricante. ● Diseñar controladores de AC. ● Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.
4. Convertidores DC-DC.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comprende el principio de funcionamiento de los convertidores DC-DC para construir circuitos troceadores y aplicarlos en fuentes conmutadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. ● Capacidad de comunicación oral y escrita. ● Capacidad de comunicación en un segundo idioma. ● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. ● Capacidad de trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Resolver problemas en forma individual y grupal. ● Diseñar circuitos pulsadores y reguladores en modo conmutado. ● Realizar visitas técnicas a empresas. ● Utilizar software especializado para simulación y diseño de convertidores de potencia. ● Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.



<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	
5. Convertidores DC-AC	
Saberes, habilidades y destrezas	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de aprendizaje
<p>Comprende el principio de funcionamiento de los convertidores DC-AC para construir circuitos monofásicos con control PWM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas en forma individual y grupal. Diseña circuitos inversores monofásicos. • Realizar visitas técnicas a empresas. • Utilizar software especializado para simulación y diseño de inversores monofásicos. • Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos de control y características del SCR y TRIAC. • Circuitos de disparo sencillos y con elementos auxiliares. • Circuitos de disparo con MOSFET, IGBT, digitales y PWM. • Rectificador monofásico controlado y no controlado. • Controladores de CA. (Circuitos de control de fase). • Regulador en modo conmutado elevador. • Regulador en modo conmutado reductor. • Regulador en modo conmutado reductor-elevador. • Regulador en modo conmutado Cuk. • Inversor monofásico medio puente con salida rectangular. • Inversor monofásico puente completo con control PWM sinusoidal. • Regulador de voltaje DC por medio de conmutación. • Control de motor de DC usando el PWM. • Inversor de onda cuadrada convirtiendo de 12vDC a 120vAC.



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 Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Resultados de las prácticas realizadas y su reporte.
- Exámenes.
- Solución de problemas
- Tareas y trabajos extra clase.
- Resultados obtenidos por equipo de las visitas a las empresas.
- Resultados de la elaboración del circuito, el diagrama, y los análisis en simulación del circuito.
- Avances de proyecto y entrega del proyecto final.

11. Referencias

1. Hart, Daniel W. (2001). Electrónica de potencia, 3ª Edición. Pearson Educación, México.
2. Undeland Tore M. (1995). Power Electronics, converters, applications, and design, 2ª Edición. Wiley.
3. Martínez García, Salvador. (2006). Electrónica de potencia, componentes, topología y equipos, 1ª Edición. Paraninfo, España.
4. Muhammad H. Rashid. (2004). Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones, 3ª Edición. Pearson-Prentice Hall.
5. Gate Drive considerations for IGBT Modules. R. S. Chokhawala, J. Catt, B. R.
6. Pelly, IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 31, no. 3, pp. 603-611, May/June 1995.



7. Evaluation of Modern Power Semiconductor Devices and Future Trends of Converters. B.K. Bose, IEEE Trans. Industry Applications, vol.28, no. 2, pp. 403-413, March/April 1992.
8. IGBT Characteristics. S. Clemente et al. IR Application Note (AN-983A), 1996.
9. Application Characterization of IGBTs, S. Clemente IR Application Note (AN-990), 1996.
10. V. Valkenburg. (1996). Análisis de redes, 1ª Edición. Limusa.
11. Mazda, F. F. (1995). Electrónica de Potencia, Componentes y Circuitos, 1ª Edición. Paraninfo.
12. Wildi, Theodore. (2003). Electrical Machines, Drives and Power Systems, 5ª Edición. Prentice Hall.
13. Peracaula Roura, Joan. (1990). Convertidores Alterna-Continua con Tiristores, 1ª Edición. Marcombo.