

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Electrónica de Potencia Aplicada
Clave de la asignatura:	MTJ-1012
SATCA¹:	4-2-6
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecatrónico la capacidad para conocer los dispositivos semiconductores de potencia y su aplicación en sistemas eléctricos industriales monofásicos, bifásicos y trifásicos para el control de motores de corriente continua y alterna.

Así mismo, se analizan los diferentes convertidores de energía y los aislamientos y protecciones para los circuitos de corriente alterna industriales.

Asignatura	Temas	Competencias específicas
Electrónica Digital	Circuitos secuenciales	Diseña circuitos secuenciales mediante el uso de un lenguaje de descripción de hardware en GAL's y FPGA's para diversas aplicaciones.
Electrónica Analógica	Dispositivos semiconductores. Fuentes lineales de alimentación. Transistor BJT y FET Amplificadores operacionales	Identifica las características de los Materiales semiconductores y su aplicación en la fabricación de componentes electrónicos. Diseña una fuente de alimentación lineal dual considerando la carga a alimentar. Analiza circuitos con transistores para evaluar su funcionamiento. Utiliza los amplificadores operacionales en aplicaciones básicas.
		Comprende, analiza y aplica los transformadores monofásicos y trifásicos; sus conexiones para

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Maquinas eléctricas	Transformadores Motores y Generadores de Corriente directa. Materias de corriente alterna. Motores especiales	esquemas de distribución y suministro de la energía eléctrica. Identifica los diferentes tipos de generadores y motores de corriente directa y sus características. Comprende y analiza los principios de funcionamiento de los motores de inducción.
Controladores Lógicos Programables	Desarrollo de proyecto integrador.	Genera soluciones a problemas de automatización, aplicando los conocimientos y habilidades desarrolladas durante el curso.
Microcontroladores	Programación del microcontrolador con aplicaciones.	Conecta y controla motores con microcontroladores.

Intención didáctica

La asignatura se organiza en cinco temas, los cuales se pueden cubrir en dieciséis semanas de clase, con la realización de prácticas de laboratorio que permitan conocer los circuitos electrónicos de potencia y su aplicación.

En el tema uno, se estudian los dispositivos semiconductores de potencia, sus parámetros y características eléctricas para su aplicación en la rectificación de señales eléctricas y control de motores de corriente directa y alterna.

En el tema dos, se estudian y analizan los parámetros y características de los diferentes tiristores y su aplicación para el control de máquinas eléctricas.

En el tema tres, se estudian los variadores y arrancadores de potencia electromecánicos y de estado sólido, para regular el arranque y velocidad en las máquinas eléctricas.

En el tema cuatro, se hace un estudio de los diferentes convertidores de energía, la modelización por ancho de pulso y su aplicación en dispositivos mecatrónicos.

Por último, en el tema cinco, se estudia el diseño de circuitos de disparo basados en redes pasivas (resistivas y RC), circuitos de disparo basados en timers, así como el acoplamiento de circuitos de disparo a elementos de potencia óptica y magnéticamente.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Zacapoaxtla.	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.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Chapala, Cd. Cuauhtémoc, Colima, Culiacán, Huixquilucan, La Laguna, León, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de Hidalgo, Querétaro, Tlalnepantla, Uruapan, Veracruz y Zacapoaxtla.	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.
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,	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	<p>Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Diseña circuitos electrónicos de potencia y convertidores de energía para el arranque, control y protección de motores eléctricos de corriente alterna y directa de uso industrial con dispositivos electromagnéticos y de estado sólido.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el funcionamiento de las diferentes máquinas eléctricas y realiza una adecuada selección para su aplicación, según el tipo de carga. • Selecciona y utiliza adecuadamente los diferentes instrumentos y/o equipos de medición para la lectura de los diferentes parámetros mecánicos y eléctricos, que permitan tener un mejor control en el diseño, instalación y operación de sistemas y dispositivos electromecánicos, de acuerdo a la normativa nacional e internacional. • Aplica los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales del Electromagnetismo, para la solución de problemas reales. • Analiza, simula e implementa circuitos eléctricos de corriente directa y alterna con elementos pasivos y activos lineales (fuentes lineales) para su aplicación en sistemas eléctricos.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Semiconductores de potencia.	<p>1.1. Diodos de potencia. 1.1.1 Características y parámetros. 1.1.2 Rectificadores monofásicos y polifásicos. 1.1.3 Aplicaciones industriales. 1.1.4 Alimentación de motores de c.c.</p> <p>1.2. Transistores de potencia. 1.2.1 Tipos de transistores Bipolar (BJT). 1.2.2 Metal Oxido de Silicio (MOS). 1.2.3 Transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).</p>

		1.2.4 Características y parámetros. 1.3. Aplicaciones en máquinas eléctricas. 1.3.1 Arranque y paro de un motor de c.c.con un IGBT. 1.3.2 Control de velocidad de motores de c.c. 1.4. Circuitos de control híbridos (Electrónicos-electromecánicos).
2	Tiristores.	2.1. Características y parámetros. 2.1.1 Rectificador controlado de silicio (SCR). 2.1.2 TRIAC. 2.1.3 DIAC. 2.1.4 UJT. 2.2. Circuitos de descarga. 2.3. Control de fase. 2.4. Relevadores de estado sólido. 2.5. Aplicaciones en sistema mecatrónicos. 2.5.1 Control de un motor de c.a. polifásicos. 2.5.2 Módulos de potencia para control de motores.
3	Variadores y arrancadores de potencia.	3.1. Componentes. 3.1.1 Etapa rectificadora. 3.1.2 Filtro. 3.1.3 Inversor. 3.1.4 Etapa de control. 3.2. Modos de funcionamiento electrónico y electromecánico. 3.2.1 Variador unidireccional. 3.2.2 Variador bidireccional. 3.2.3 Funcionamiento a par constante. 3.2.4 Funcionamiento a par variable. 3.2.5 Funcionamiento a potencia constante. 3.3. Arrancadores de potencia a tensión plena y reducida con dispositivos electromagnéticos y de estado sólido. 3.3.1 Técnicas de control de par y velocidad. 3.3.2 Módulo de control. 3.3.3 Módulo de potencia. 3.4. Protecciones. 3.4.1 Termomagnéticas. 3.4.2 De estado sólido.
4	Convertidores de energía eléctrica.	4.1 Inversores(CD-CA).

		<p>4.2 Flyback. 4.3 Modulación PWM, SPWM. 4.4 Ciclo convertidores (CA-CA). 4.5 Choppers (CD-CD)----troceadores. 4.6 Reductor (BUCK). 4.7 Elevador (BOOST). 4.8 Reductor-Elevador (BUCK- BOOST). 4.9 CUK. 4.10 Variador de frecuencia para motor asíncrono.</p>
5	Circuitos de disparo.	<p>5.1 Circuitos de disparo sin aislamiento: Redes pasivas, RC. 5.2 Circuitos de disparo con aislamiento. 5.2.1 Acoplados ópticamente optotiristores. 5.2.2 Acoplados magnéticamente. 5.3 Circuitos de disparo con dispositivos digitales. 5.3.1 Timer. 5.3.2 Divisores de frecuencia y detectores de cruce por cero (comparadores).</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Semiconductores de potencia.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s): Conoce y comprende los diferentes semiconductores de potencia para rectificar señales alternas y utilizarlas en forma rectificadas en motores eléctricos de corriente directa y dispositivos de estado sólido.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas. • Trabaja en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consultas e investigaciones en las diferentes fuentes de información disponibles. • Estudiar los rectificadores de media onda y onda completa para sistemas eléctricos polifásicos utilizados para energizar motores eléctricos. • Estudiar y utilizar transistores de potencia para el control de motores eléctricos, combinándolos con elementos electromagnéticos. • Exponer temas en clase. • Participar en plenarios grupales para retroalimentar y aclarar dudas.
2. Tiristores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s): Analiza y comprende el funcionamiento de los tiristores para controlar la velocidad de motores eléctricos de corriente alterna en dispositivos mecatrónicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consultas e investigaciones en las diferentes fuentes de información disponibles. • Realizar simulaciones por computadora de los dispositivos y circuitos analizados. • Implementar los circuitos para verificar sus

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas. • Trabaja en equipo. • Aplica los conocimientos en la práctica. • Habilidades básicas del manejo de instrumentos de medición eléctricos, así como software para el diseño y simulación de circuitos. 	<p>resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar aplicaciones de los diferentes dispositivos tiristores vistos y su combinación con elementos electromagnéticos. • Exponer temas en clase. • Participar en plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.
<p>3. Variadores y arrancadores de potencia.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Analiza y comprende el funcionamiento de los arrancadores electromagnéticos, de estado sólido, los variadores de velocidad y frecuencia para el control de velocidad de motores eléctricos en dispositivos mecatrónicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas. • Trabaja en equipo. • Aplica los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consultas e investigaciones en las diferentes fuentes de información disponibles. • Construir circuitos variadores de velocidad con elementos electromagnéticos y de estado sólido. • Implementar circuitos de arranque con elementos electromagnéticos y de estado sólido. • Exponer temas en clase. • Participar en plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.
<p>4. Convertidores de energía eléctrica.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce, comprende y aplica circuitos convertidores de CD a CD, de CD a CA y de CA a CA para el control de motores eléctricos en dispositivos mecatrónicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas. • Trabaja en equipo. • Aplica los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consultas e investigaciones en las diferentes fuentes de información disponibles. • Construir circuitos convertidores de energía. • Resolver problemas y analizar circuitos en clase. • Implementar los circuitos para verificar sus resultados. • Investigar aplicaciones de los convertidores CD a CD. • Investigar aplicaciones de los convertidores CD a CA.

5. Circuitos de disparo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y comprende el funcionamiento de los circuitos de disparo con elementos pasivos y de estado sólido, para el funcionamiento de los tiristores de potencia usados en dispositivos mecatrónicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas. • Trabaja en equipo. • Aplica los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consultas e investigaciones en las diferentes fuentes de información disponibles. • Construir circuitos de disparo con elementos pasivos y de estado sólido. • Exponer temas en clase. • Participar en plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Rectificación de media onda y onda completa con diodos de potencia, tipo tornillo y oblea, considerando los parámetros y características del fabricante. • Polarización de transistores de potencia con los parámetros y características fabricante, para el control de motores eléctricos monofásicos y trifásicos. • Diseño y construcción de circuitos de control de motores utilizando diodos controlados de silicio (SCR). • Diseño y construcción de un circuito de control de motores utilizando triodo de corriente alterna (TRIAC). • Control de velocidad de un motor de corriente directa utilizando un módulo variador electromagnético y de estado sólido. • Arranque de un motor de corriente alterna utilizando dispositivos electromagnéticos y de estado sólido. • Control de velocidad de un motor de corriente alterna utilizando un variador de frecuencia.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Mapa conceptual
- Examen
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas
- Resúmenes
- Rúbrica
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

11. Fuentes de información

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.