

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Electrónica Industrial
Clave de la asignatura:	ELD-1009
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Eléctrico la capacidad de diseñar, construir, operar y adaptar circuitos de control en la automatización de procesos industriales empleando dispositivos de potencia. Para integrarla se ha hecho un análisis del campo de la electrónica de potencia, identificando los temas relacionados con la electrónica industrial que tienen una mayor aplicación en el quehacer profesional de este ingeniero.

El conocimiento de la electrónica de potencia permitirá que el alumno pueda proponer y adaptar nuevas tecnologías en la solución de problemas reales para hacer un uso más eficiente de la energía en los equipos de potencia aplicados en los procesos industriales, así como en obras eléctricas

Puesto que esta materia dará soporte a otras directamente vinculadas con desempeños profesionales, se inserta en la segunda mitad de la trayectoria escolar, antes de cursar aquéllas a las que dará soporte. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas: arrancadores estáticos y variadores de velocidad entre otros.

Intención didáctica

Esta asignatura está formada por 4 temas. En el primero se hace una introducción a las diferentes familias de tiristores y sus características eléctricas, y se analizan los distintos circuitos de disparo.

En el segundo tema se analiza el funcionamiento de dos convertidores: monofásicos y trifásicos controlados y no controlados.

En el tercer tema se analizan las características y principios de operación de los convertidores CD-CD, así como el control de los motores de CD, el modulador de ancho de pulso y las fuentes conmutadas.

En el cuarto tema se analizan los convertidores CD-CA monofásicos y trifásicos, así como los variadores de velocidad y sus aplicaciones en la industria.

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 sólo guíe a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar, para que aprendan a planificar y se vean involucrados en el proceso de planeación. La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren, sobre todo, las necesarias para fomentar el aprendizaje significativo. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el análisis de los datos a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o innecesarios de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y en la elaboración de supuestos.

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: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	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: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	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: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Culiacán, Hermosillo, La Laguna, Mexicali, Oaxaca, Pachuca, Querétaro, Tuxtla Gutiérrez y Veracruz.	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.	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura:

Analiza, diseña, simula construye y aplica circuitos eléctricos y sistemas electrónicos, para el control de potencia y conversión de la energía eléctrica para optimizar su uso.

5. Competencias previas

- Aplica los conceptos y leyes fundamentales que se emplean en el análisis en estado permanente de circuitos eléctricos excitados con corriente directa y corriente alterna, con apoyo de herramientas de análisis y simulación.
- Conoce el funcionamiento de los dispositivos semiconductores fundamentales.
- Selecciona con base en su funcionamiento, los dispositivos electrónicos básicos analógicos para diseñar y construir circuitos electrónicos básicos.
- Conoce el funcionamiento de las máquinas eléctricas (máquinas de CD y motores de inducción).

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Electrónica de Potencia y Circuitos de Disparo	1.1. Antecedentes de la Electrónica de Potencia. <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1. Terminología y principios de operación de la familia de los Tiristores (SCR, UJT, PUT, GTO, IGBT's, 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 <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Circuitos de disparo sin aislamiento. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1.1. Redes Pasivas (Resistivas y RC) 1.2.2. Circuitos de disparo con aislamiento. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.2.1. Acoplados ópticamente.

		<p>1.2.2.2. Acoplados magnéticamente.</p> <p>1.2.3. Circuitos de disparo con dispositivos digitales.</p> <p>1.2.3.1. Timer.</p> <p>1.2.3.2. Divisores de frecuencia.</p> <p>1.2.3.3. Detectores de cruce por cero.</p> <p>1.2.3.4. Micro-controladores.</p> <p>1.2.3.5. Moduladores de ancho del pulso.</p> <p>1.2.3.6. Módulos de Potencia, características y aplicación.</p>
2	Convertidores de CA-CD y CA-CA (Rectificadores)	<p>2.1. Convertidores CA-CD.</p> <p>2.1.1. Rectificador monofásico no controlado (media onda y onda completa).</p> <p>2.1.2. Rectificador trifásico no controlado. multifásico en estrella con tres diodos tipo puente.</p> <p>2.1.3. Parámetros de rendimiento.</p> <p>2.1.4. Rectificador monofásico controlado.</p> <p>2.1.4.1. Convertidor unidireccional Semiconvertidor.</p> <p>2.1.4.2. Convertidor dual.</p> <p>2.1.5. Rectificador trifásico controlado</p> <p>2.2. Convertidores de CA-CA.</p> <p>2.2.1. Principio del control de abrir y cerrar.</p> <p>2.2.2. Principio del control de fase.</p> <p>2.2.3. Control trifásico de media onda y de onda completa.</p> <p>2.2.4. Ciclo convertidor monofásico y trifásico.</p> <p>2.2.5. Diseño de controladores de CA.</p>
3	Convertidor CD-CD (Fuentes conmutadas)	<p>3.1. Características y Principio de operación.</p> <p>3.2. Clasificación por: Modulación, operación de cuadrantes, configuración, otros.</p> <p>3.3. Modulador de ancho de pulso.</p> <p>3.4. Reguladores CD-CD en modo conmutado.</p> <p>3.5. Control de motores de CD.</p> <p>3.6. Fuentes conmutadas.</p>
4	Convertidores CD-CA (Inversores)	<p>4.1. Bases de operación de un inversor.</p> <p>4.2. Inversor monofásico de medio puente.</p> <p>4.3. Inversores con salida rectangular.</p> <p>4.4. Inversor monofásico puente completo.</p> <p>4.5. Parámetros de rendimiento.</p> <p>4.6. Inversor trifásico.</p> <p>4.7. UPS.</p> <p>4.8. Variador de velocidad.</p>

		4.9. Aplicaciones.
--	--	--------------------

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1 Introducción a la Electrónica de Potencia y Circuitos de Disparo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Identifica los dispositivos semiconductores de la electrónica industrial para aplicarlos en circuitos convertidores de potencia.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • 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. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca y selecciona información relacionada con la Electrónica Industrial utilizando las tecnologías de información elaborando mapas conceptuales. • En pequeños grupos analiza la información y reflexiona sobre las bases de la electrónica industrial. • Busca y selecciona información relacionada con el funcionamiento de los dispositivos de la electrónica industrial y sus características de funcionamiento. • Realiza las prácticas sugeridas de los temas revisados en clase. • Solucionar problemas en forma individual y grupal de dispositivos de potencia
2. Convertidores de CA-CD y CA-CA (Rectificadores)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza, interpreta e identifica el funcionamiento de los circuitos rectificadores polifásicos para su implementación en aplicaciones de electrónica de potencia.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información relacionada con los rectificadores polifásicos. • Modelar e implementar una fuente de rectificación de media onda y onda completa no controlada, monofásica y trifásica. • Modelar e implementar una fuente de rectificación de media onda y onda completa controlada, monofásica y trifásica. • Realizar las prácticas sugeridas de los temas revisados en clase. • Promover la solución de problemas en forma individual y grupal de circuitos rectificadores polifásicos
3. Convertidor CD-CD (Fuentes conmutadas)	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s): Analiza, interpreta e identifica el funcionamiento de las diferentes topologías de convertidores CD-CD para aplicarlos en el control de motores de CD.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información relacionada con convertidores CD-CD. • Solución de problemas en forma individual y grupal de las diferentes topologías. • Modelar e implementar circuitos convertidores CD-CD. • Realizar prácticas de circuitos convertidores CD-CD
<p>4. Convertidores CD-CA (Inversores)</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica: Analiza, interpreta e identifica el funcionamiento de los circuitos inversores para su uso en aplicaciones industriales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información relacionada con el funcionamiento de los inversores. • Solución de problemas en forma individual y grupal de los inversores. • Modelar y simular circuitos inversores

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de datos del fabricante • Circuitos de Control y características de 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 • Simular un Inversor de señal cuadrada. • Simular un Inversor con PWM senoidal. • Simular un variador de velocidad

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>

- **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

Debe aplicarse evaluación:

- **Diagnóstica**, al inicio del curso, sin que se considere para la evaluación sumativa.
- **Formativa**, durante el desarrollo de la asignatura, apoyándose en los instrumentos y herramientas que se señalan a continuación.
- **Sumativa**, al final, para determinar la valoración numérica de la asignatura se debe basar en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Se recomienda el uso de la coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.
 Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolios de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El docente tendrá en resguardo dicho portafolios al finalizar el curso. El portafolios de evidencias puede ser electrónico.
 Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

Instrumentos	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Mapa conceptual • Problemario • Examen teórico/práctico • Esquemas • Representaciones gráficas o esquemáticas • Mapas mentales • Ensayos • Reportes de prácticas • Resúmenes • Simulaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Rúbrica • Lista de cotejo • Matriz de valoración • Guía de observación

11. Fuentes de información

1. Maloney, T. J.,(2006). Electrónica industrial del estado sólido, (5ª. Ed.). México. Ed. Pearson.
2. Rashid, M., (2004). Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones (3ª Ed). México. Ed. Pearson.
3. Mohan N, (2009). Electrónica de potencia convertidores aplicaciones y diseño, (3ª Ed). México, Ed. Mc Graw Hill.
4. Seguí Chilet, S., Orts Grau, S., Gimeno Sales, F. J. y Sánchez Díaz, C.. (2002). Fundamentos básicos de la electrónica de potencia, (1ª. Ed.).España. Universidad Politécnica de Valencia.
5. Hart, D. W., (2004). Electrónica de potencia, (1ª Ed). México. Ed. Pearson.
6. Martínez García S. y Gualda Gil J. A.. (2006) Electrónica de potencia: componentes, topologías y equipos. (1ª. Ed). México. Ed. Thomson.
7. General Electric (1979) SCR Manual & Data Book (6th Ed.).