

1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Electrónica para Supervisión, Control y Protección
Clave de la asignatura:	PLF-1704
SATCA¹	3-2-5
Carrera:	Profesional Asociado en Energía Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del egresado los conocimientos necesarios para conocer y aplicar los sistemas electrónicos básicos, de potencia, analógicos, digitales y de control en los diferentes tipos de sistemas de fuentes renovables que se utilizan en la generación de energía eléctrica. Se incluyen desde temas fundamentales para el comprendimiento de la electrónica básica, hasta el uso de componentes fundamentales como diodos, transistores, tiristores y amplificadores operacionales. De manera general, esta asignatura le proporciona al egresado un panorama de la aplicación de la electrónica en los sistemas de generación, conversión, interconexión y distribución de energía eléctrica. Además, que conoce los fundamentos básicos de los sistemas digitales y numéricos que se aplican en los sistemas de control y comunicaciones.

Intención didáctica.

La estructura planteada consta de 9 temas. En el primer tema, se conocen los principios básicos de los semiconductores, así como la operación y aplicación de diferentes tipos de diodos aplicados en diversos circuitos como rectificadores y reguladores, terminado con el subtema de fuentes de alimentación.

En el segundo tema se aplican las propiedades y características de los transistores bipolares o BJT y de efecto de campo JFET para el análisis y aplicación de circuitos de polarización y conmutación.

En el tercer tema se mencionan las propiedades y características de los transistores de metal oxido semiconductor MOSFET, así como sus esquemas de polarización y conmutación.

En el cuarto tema se revisan las propiedades y características de diferentes tipos de tiristores, tales como SCR's y TRIAC's, así como los transistores de compuerta aislada IGBT, y se revisan sus esquemas de polarización y conmutación.

En el quinto tema se conocen y comprenden los diferentes sistemas de digitales y numéricos que se utilizan en los sistemas de control y comunicaciones.

En el sexto tema se estudian los conceptos básicos de los amplificadores operacionales y sus configuraciones básicas de operación.

En el séptimo tema se presentan los conceptos básicos que dan fundamento al estudio del control y se describe la manera de representar los diferentes sistemas a través de la simbología adecuada.

En el octavo tema se estudia la respuesta en el tiempo ante diferentes tipos de entrada de los sistemas de control.

En el noveno tema se muestran los diferentes tipos de controladores.

Las competencias genéricas que se están desarrollando con el tratamiento de los contenidos de esta asignación son:

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
- Capacidad de investigación
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas
- Capacidad para actuar en nuevas situaciones
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Compromiso con la calidad.
- Capacidad para tomar decisiones

El enfoque sugerido para esta asignatura es que el docente lleve al estudiante desde el entendimiento y la importancia de la electrónica en todos los sistemas de control de la energía eléctrica como la generación de energía eléctrica, hasta el control y manejo de ella misma.

Se sugiere que a todos los temas se les dé un enfoque práctico, en el cual los temas sean tratados claramente.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencias específicas.(de la asignatura)
<ul style="list-style-type: none"> Comprende y construir circuitos de aplicación con diodos, transistores bipolares y de efecto de campo, tiristores y amplificadores en el campo de la generación, conversión, interconexión y distribución de energías eléctricas renovables. Así como también aplica los principios básicos de los sistemas digitales de los sistemas de control y comunicación. Obtiene los conocimientos necesarios para aplicarlos en las asignaturas de Control Supervisorio y Protecciones Eléctricas.

5. Competencias Previas

- Maneja adecuadamente los conceptos básicos para la medición de variables eléctricas, como voltaje y corriente, entre otras.
- Identifica elementos eléctricos y electrónicos de acuerdo a su simbología, en un diagrama electrónico.
- Comprende y maneja adecuadamente la conexión de circuitos eléctricos a través de un protoboard.
- Aplica los conceptos y destreza adquirida en la solución de problemas de las asignaturas Matemáticas aplicadas I y matemáticas aplicadas II.
- Aplica las competencias de análisis adquirida en circuitos eléctricos.
- Realiza las actividades asignadas cumpliendo con las normas de seguridad establecidas, las cuales adquirió en la asignación Seguridad en la Industria Eléctrica.

6. Temario

No.	TEMAS	SUBTEMAS
1	Diodos semiconductores	1.1 Conductores, aislantes y semiconductores. 1.2 Materiales tipo N y tipo P. 1.3 Unión PN. Diodo semiconductor. 1.4 Polarización directa e inversa. 1.5 Tipos de diodos rectificadores y hojas de especificaciones. 1.6 Fuentes de Alimentación.
2	Transistores Bipolares	2.1 Construcción de los transistores NPN y PNP. 2.2 Polarización del transistor. 2.3 Hojas de especificación. 2.4 El transistor BJT como interruptor.
3	Transistores Efecto de Campo	3.1 Construcción de los transistores de efecto de campo de empobrecimiento y enriquecimiento. 3.2 Hoja de especificaciones. 3.3 Polarización de los transistores de efecto de campo. 3.4 Transistor de efecto de campo como interruptor. 3.5 Transistores de efecto de campo de potencia.
4	Dispositivos Tiristores	4.1 Construcción y especificaciones del rectificador controlado de silicio SCR. 4.2 Aplicaciones del SCR en CD y CA. 4.3 Construcción y especificaciones del TRIAC. 4.5 Aplicaciones del TRIAC en CA
5	Fundamentos de sistemas digitales y numéricos	5.1 Características de sistemas digitales 5.2 Sistemas numéricos: Decimal, Binario, Octal y Hexadecimal. 5.2.1 Conversión entre sistemas numéricos.

		5.3 Códigos: BCD, ASCII y Paridad 5.4. Tablas de verdad. 5.5. Compuertas lógicas. 5.6. Álgebra booleana. 5.7. Familias lógicas.
6	Amplificadores Operacionales	6.1 Conceptos básicos. 6.2 Comparador de voltaje. 6.3 Amplificador inversor. 6.4 Amplificador no inversor. 6.5 Amplificador sumador.
7	Fundamentos del control	7.1 Conceptos básicos del control 7.1.1 Entrada /salida 7.1.2 Lazo abierto /lazo cerrado 7.1.3 Variable controlada / variable manipulada 7.1.4 Diagrama a bloques. 7.1.5 Histéresis. 7.2 Diagramas de bloques. 7.3 Flujos de señal.
8	Respuesta en el tiempo de un sistema de control	8.1 Respuesta en estado estable 8.2 Respuesta transitoria 8.3 Señales de prueba típicas 8.3.1 Impulso unitario. 8.3.2 Escalón unitario. 8.3.3 Rampa unitaria. 8.4 Tiempo de retardo / tiempo de establecimiento 8.5 Error 8.6 Estabilidad 8.7 Sensibilidad
9	Modos de control	9.1 Tipos de controladores 9.2 Diagrama a bloques de un sistema de control industrial

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Diodos semiconductores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios básicos de los materiales semiconductores y su aplicación al diodo de estado sólido. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> Comprender los conceptos de un material semiconductor tipo N y P. Comprender los conceptos de los niveles de energía de los materiales semiconductores para su polarización.

<ul style="list-style-type: none"> Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	
Tema 2. Transistores Bipolares	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios básicos de la polarización de las tecnologías de transistor BJT. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de discusión y réplica. Habilidades de investigación. Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). Trabajo en equipo. Capacidad de comunicación oral y escrita. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> Consultar, comprender y aplicar el concepto de polarización en transistores bipolares usados como dispositivo de conmutación.
Tema 3. Transistores Efecto de Campo	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios básicos de la polarización de las tecnologías de transistor FET. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de discusión y réplica. Habilidades de investigación. Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). Trabajo en equipo. Capacidad de comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> Consultar, comprender y aplicar el concepto de polarización en transistores de efecto de campo usado como dispositivo de conmutación.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. 	
Tema 4. Dispositivos Tiristores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los principios básicos de disparo en los dispositivos tiristores utilizado en electrónica de potencia. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de discusión y réplica. • Habilidades de investigación. • Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). • Trabajo en equipo. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender y aplicar el diseño de redes de disparo de dispositivos tiristores. • Realizar una práctica aplicando el concepto del funcionamiento del SCR en CD y CA.
Tema 5. Fundamentos de sistemas digitales y numéricos	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los principios básicos de los sistemas digitales <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de discusión y réplica. • Habilidades de investigación. • Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). • Trabajo en equipo. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad para identificar, plantear y 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital. • Determinar las diferencias de la electrónica digital contra la electrónica analógica. • Realizar conversión entre sistemas numéricos. • Consultar y los diferentes tipos de códigos utilizados en la electrónica digital. • Exponer sobre los diferentes tipos de familias lógicas.

resolver problemas. • Habilidades interpersonales.	
Tema 6. Amplificadores Operacionales	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios básicos de operación de las diferentes topologías utilizadas con amplificadores operacionales. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de discusión y réplica. Habilidades de investigación. Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). Trabajo en equipo. Capacidad de comunicación oral y escrita. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> Comprender y aplicar el diseño y funcionamiento de las diferentes topologías básicas con amplificadores operacionales.
Tema 7. Fundamentos del control.	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los conceptos básicos de control clásico para representar un sistema físico con diagramas de bloques en una analogía con un sistema real. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de discusión y réplica. Habilidades de investigación. Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). Trabajo en equipo. Capacidad de comunicación oral y 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los elementos básicos de control en un sistema físico. Consultar, por equipos, acerca de los elementos que integran un sistema de control y describir los conceptos asociados con los mismos. Representar sistemas de control mediante diagramas de bloques y diagrama de flujo de señales.

<p>escrita.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. 	
Tema 8. Respuesta en el tiempo de un sistema de control	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce las respuestas de sistemas a señales de entrada (impulso, escalón y rampa) para distinguir las diferencias. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de discusión y réplica. • Habilidades de investigación. • Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). • Trabajo en equipo. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el concepto de sensibilidad. • Mesa redonda comentando las diferencias de las respuestas de sistemas de control que observaron durante la exposición del docente.
Tema 9. Modos de control	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los modos de control para optimizar sistemas de lazo cerrado. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de discusión y réplica. • Habilidades de investigación. • Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes). • Trabajo en equipo. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad para identificar, plantear y 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar aplicaciones de los diferentes tipos de controladores. • Interpretar la respuesta de los diferentes tipos de controladores y definir sus ventajas y desventajas. • Observar la operación de los diferentes modos de control.

resolver problemas.	
• Habilidades interpersonales.	

8. Prácticas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Polarización de diodo semiconductor. 2. Rectificadores de media onda y onda completa monofásico. 3. Rectificadores de media onda y onda completa trifásico. 4. Transistor bipolar como interruptor. 5. Transistor de efecto de campo como interruptor. 6. Circuitos de disparo con Tiristores con carga R y RL. 7. Circuitos de control de fase con tiristores con cargas R y RL. 8. Diseño de un amplificador con el uso de amplificadores operacionales. 9. Diseño de un circuito comparador con el uso de amplificadores operacionales. 10. Elaborar un diagrama a bloques de un sistema de control básico. 11. Elaborar un diagrama a bloques de un sistema de control en lazo cerrado.
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee 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 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

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

11. Fuentes de información

1. Boylestad Robert L., Nashelsky Louis, Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Décima edición, Editorial Prentice Hall. México, 2009.
2. Malvino Albert Paul, Principios de Electrónica Ed. Mc Graw Hill.
3. Millman Jacob, Halkias Cristos C., Electrónica integrada circuitos y sistemas analógicos y digitales, Editorial Hispano Europea, S. A. 9ª Edición.
4. Grob. Circuitos electrónicos y sus aplicaciones. Ed. Mc Graw Hill
5. Floyd, Dispositivos Electrónicos, Editorial Prentice Hall.
6. Savant, Roden, Carpenter. Diseño Electrónico, Circuitos y Sistemas. Prentice Hall.
7. Sedra, S. Adel. Microelectrónica. Mc. Graw Hill. Ed. 2008. Autor, Título libro, Ed, año
8. Timothy Maloney, Electrónica Industrial Moderna. Prentice Hall, 5ta. Edición.
9. Muhammad H. Rashid, Electrónica de Potencia, 3ra. Edición, Pearson, Prentice Hall.
10. J.A. Gualda, S. Martínez, P.M. Martínez, Electrónica Industrial, 2da. Edición, Alfaomega.
11. Ogata, K., (2011). Modern Control Engineering, (5ª Ed.). Prentice-Hall.
12. Kuo, B., (2009). Automatic Control Systems, (9ª Ed.). Wiley.
13. Dorf, R. C., (2010). Modern Control Systems, (12ª. Ed.). Pearson-Prentice Hall.
14. Lindner, D. Introducción a las señales y los sistemas, Mc. Graw Hill