

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Electrónica de Potencia Aplicada
Carrera :	Ingeniería Mecatrónica
Clave de la asignatura :	MTJ-1012
SATCA ¹	4-2-6

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.

Intención didáctica.

El temario se organiza en cinco unidades, las 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 la unidad 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 la unidad dos, se estudian y analizan los parámetros y características de los diferentes tiristores y su aplicación para el control de máquinas eléctricas.

En la unidad 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 la unidad 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 la unidad cinco, se estudia el diseño de circuitos de disparo basados en redes pasivas (resistivas y RC), circuitos de disparo basados en timers y micro

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

controladores, así como el acoplamiento de circuitos de disparo a elementos de potencia óptica y magnéticamente.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Diseñar 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>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de análisis y síntesis.▪ Capacidad de organizar y planificar.▪ Conocimientos básicos de la carrera.▪ Comunicación oral y escrita.▪ Habilidades básicas del manejo de instrumentos de medición eléctricos, así como software para el diseño y simulación de circuitos.▪ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.▪ Solución de problemas.▪ Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad crítica y autocrítica.▪ Trabajo en equipo.▪ Ética profesional <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.▪ Capacidad de aprender.▪ Creatividad.▪ Innovación.▪ Habilidad para trabajar en forma autónoma.▪ Alcanzar objetivos
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.- HISTORIA 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: 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.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecatrónica de los Institutos Tecnológicos de: Reynosa, Toluca, Cd. Cuauhtémoc, Irapuato, Jilotepec, Apan, Hermosillo, San Luis Potosí, Pabellón de Arteaga</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero de 2010.</p>	<p>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.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Diseñar 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.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar los diferentes métodos y técnicas del análisis de circuitos eléctricos, tanto en corriente directa como en corriente alterna, con el apoyo de las herramientas matemáticas aplicables.
- Conocer los dispositivos semiconductores de acuerdo a sus características eléctricas, interpretándolas del manual del fabricante.
- Diseñar, simular y construir circuitos electrónicos con dispositivos semiconductores analógicos y su aplicación en sistemas mecatrónicos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Semiconductores de potencia.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Diodos de potencia.<ul style="list-style-type: none">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.1.2. Transistores de potencia.<ul style="list-style-type: none">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).1.2.4 Características y parámetros.1.3. Aplicaciones en máquinas eléctricas.<ul style="list-style-type: none">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.	<ul style="list-style-type: none">2.1. Características y parámetros.<ul style="list-style-type: none">2.1.1 Rectificador controlado de silicio (SCR).2.1.2 TRIAC.2.1.3 DIAC.2.1.4 UJT.

		<ul style="list-style-type: none"> 2.2. Circuitos de descarga. 2.3. Control de fase. 2.4. Relevadores de estado sólido. 2.5. Aplicaciones en sistema mecatrónicos. <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1 Control de un motor de c.a. polifásicos. 2.5.2 Módulos de potencia para control de motores.
3.	Variadores y de arrancadores potencia.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Componentes. <ul style="list-style-type: none"> 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. <ul style="list-style-type: none"> 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. <ul style="list-style-type: none"> 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. <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1 Termomagnéticas. 3.4.2 De estado sólido.
4.	Convertidores de energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Inversores(CD-CA). 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.
5.	Circuitos de disparo.	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Circuitos de disparo sin aislamiento: Redes pasivas, RC. 5.2 Circuitos de disparo con aislamiento. <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1 Acoplados ópticamente

		<p>optotiristores.</p> <p>5.2.2 Acoplados magnéticamente.</p> <p>5.3 Circuitos de disparo con dispositivos digitales.</p> <p>5.3.1 Timer.</p> <p>5.3.2 Divisores de frecuencia y detectores de cruce por cero (comparadores)</p> <p>Microcontroladores.</p> <p>5.3.3 Modulador de Ancho de Pulso (PWM).</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Trabajar en equipo desarrollo de prácticas.
- Realizar investigaciones complementarias a los temas.
- Realizar presentaciones orales.
- Redactar informes, resúmenes.
- Realizar debates técnicos.
- Planificar conferencias impartidas por los alumnos.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Conocimientos teóricos (exámenes escritos u orales, cuestionarios, exposición en el aula).
- Reporte de prácticas.
- Trabajo de aplicación en sistemas mecatrónicos.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Semiconductores de potencia

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer, comprender 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.	<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 plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.

Unidad 2: Tiristores.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y comprender el funcionamiento de los tiristores para controlar la velocidad de motores eléctricos de corriente alterna en dispositivos mecatrónicos.	<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 resultados.▪ Investigar aplicaciones de los diferentes dispositivos tiristores vistos y su combinación con elementos

	<p>electromagnéticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exponer temas en clase. ▪ Participar en plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unidad 3: Variadores y arrancadores de potencia.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar y comprender 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>	<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.

Unidad 4: Convertidores de energía eléctrica.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer, comprender y aplicar 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>	<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.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar aplicaciones de los convertidores CA a CA. ▪ Exponer temas en clase. ▪ Participar en plenarias grupales para retroalimentar y aclarar dudas.
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unidad 5: Circuitos de disparo.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar y comprender 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>	<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.

Haga clic aquí para escribir texto.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Electrónica de potencia. Hart Daniel. Ed. Pearson Educación.
2. Power Electronics Undeland, Tore M Ed. Wiley.
3. Electrónica de potencia, componentes, topología y equipos. Salvador Martínez García. Ed. Paraninfo.
4. Power electronics, converters, applications, and design, N. Mohan, T. M. Underland, W. P. Robbins 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York 1995.
5. Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones, M. H. Rashid 2nd ed., Prentice Hall, 1995.
6. Gate Drive considerations for IGBT Modules. R. S. Chokhawala, J. Catt, B. R. 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. International Rectifier, "Control Integrated Circuits", copyright 1996.
11. Análisis de redes, V. Valkenburg Limusa, 1996.
12. Análisis de circuitos, W. H. Hayt Mc Graw Hill, 1988.
13. Mazda, F. F. Electrónica de Potencia, Componentes y Circuitos. Ed. Paraninfo, 1995.
14. Wildi, Theodore. Electrical Machines, Drives and Power Systems. Fifth Edition. Prentice Hall.
15. Hart, Daniel W. Electrónica de Potencia. Ed. Prentice Hall, 2001.
16. Peracaula Roura, Joan. Convertidores Alterna-Continua con Tiristores. Ed. Marcombo Boixareu Editores, 1990.
17. Lander, Cyril W. Power Electronics. Third Edition. McGraw Hill. 1993.
18. Harper Enríquez, Gilberto, Control de Motores Eléctricos, Ed. Limusa-Noriega Editores, 1998.
19. Harper Enriquez, Gilberto, El ABC del Control Electrónico de las Máquinas Eléctricas, Ed. Limusa- Noriega Editores.
20. Máquinas y accionamientos eléctricos. Roberto Faure Benito. Ed. Náutica.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- 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 del 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 tríodo 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.