



Programa de estudios de experiencia educativa

1. Área académica

Área Académica Técnica

2. Programa educativo

Ingeniería Mecánica Eléctrica

3. Campus

Xalapa, Boca del Río, Ixtaczoquitlán, Coatzacoalcos, Poza Rica Tuxpan.

4. Dependencia/Entidad

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Región Xalapa, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, Región Veracruz-Boca del Río, Facultad de Ingeniería, Región Córdoba-Orizaba, Facultad de Ingeniería, Región Coatzacoalcos, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Región Poza Rica-Tuxpan

5. Código	6. Nombre de la experiencia educativa	7. Área de formación	
		Principal	Secundaria
MEEC 18005	<i>Electrónica de potencia</i>	T	No aplica

8. Valores de la experiencia educativa

Créditos	Teoría	Práctica	Total de horas	Equivalencia(s)
6	2	2	60	Ninguna

9. Modalidad

10. Oportunidades de evaluación

Curso-Taller	ABGHJK=Todas
--------------	--------------

11. Requisitos

Prerrequisitos	Correquisitos
Electrónica Analógica	Ninguno

12. Características del proceso de enseñanza aprendizaje

Individual/Grupal	Máximo	Mínimo
Grupal	40	10



13. Agrupación natural de la experiencia educativa

Academia de electrónica y control	No aplica
-----------------------------------	-----------

14. Proyecto integrador

15. Fecha

Elaboración	Modificación	Aprobación
Enero 2020	Julio 2022	Julio 2022

16. Nombre de los académicos que participaron

Prof. Jesús García Guzmán, Mtro. Simón Leal Ortiz, Dra. María Inés Cruz Orduña, Dr. Leocadio Rolando Vera Escobar, Dr. Francisco López Huerta, Dr. Rubén Villafuerte Díaz y Dr. Javier Garrido Meléndez

17. Perfil docente

Licenciatura en ingeniería mecánica eléctrica, eléctrica, electromecánica, control o electrónica; preferentemente con estudios de posgrado; deseable con experiencia docente en el nivel superior; deseable con experiencia profesional en el ámbito de la disciplina.

18. Espacio

Intrafacultades	Multidisciplinario
-----------------	--------------------

19. Relación disciplinaria

20. Descripción

Esta experiencia educativa forma parte del Área de Formación Terminal, impartida en la modalidad de curso-taller con dos horas de teoría y dos horas de práctica semanales. Comprende temas de la electrónica aplicados actualmente en la mayoría de los entornos de la ingeniería mecánica eléctrica, en donde los dispositivos semiconductores están sustituyendo a muchos de los dispositivos electromagnéticos convencionales.

El contenido del curso cubre desde los temas básicos sobre semiconductores y uniones, los dispositivos interruptores electrónicos más comunes, y sus características para aplicaciones de potencia, hasta los cuatro tipos de convertidores usados en aplicaciones industriales para el control de procesos, control de máquinas eléctricas y en sistemas eléctricos de potencia para control de operaciones, conversión de energía y protecciones.

Los contenidos teóricos se presentan usando diversas estrategias mediante las cuales el profesor da a conocer la información básica y explica los principios de operación de los convertidores, los dispositivos que se utilizan en ellos, y sus aplicaciones en la industria. Para la comprensión práctica de los temas, se utilizan distintas técnicas, que van desde la simulación mediante software especializado, hasta la construcción de prototipos y



experimentos para su caracterización en el laboratorio. Esta formación se complementa con ejercicios de investigación documental a través de los cuales los estudiantes actualizan y amplían sus conocimientos y se preparan para llevarlos a la práctica en forma apropiada. La evaluación del curso se realiza de manera integral o sumativa, aplicando una combinación de elementos que van desde los exámenes parciales, para la confirmación de la adquisición de los conocimientos teóricos, hasta la valoración de las simulaciones y los experimentos realizados, complementados con la entrega de reportes o tareas de investigación documental.

21. Justificación

En la etapa actual del desarrollo tecnológico, resulta imprescindible el estudio de los sistemas electrónicos de potencia, que han venido a remplazar un gran número de componentes electromecánicos que se desarrollaron y aplicaron con éxito a mediados del siglo pasado, cuando la electrónica estaba apenas surgiendo. Con el desarrollo acelerado de la tecnología de los semiconductores y los dispositivos de estado sólido, se han alcanzado velocidades de operación, capacidades de potencia, y niveles de confiabilidad que rebasan los alcances que llegaron a tener los equivalentes electromecánicos de las décadas pasadas.

Derivado de esta evolución tecnológica, resulta imperativo que el Ingeniero Mecánico Electricista de esta era conozca y domine los conceptos fundamentales de la Electrónica de Potencia, desde los dispositivos semiconductores y su funcionamiento, hasta la aplicación de los interruptores electrónicos para la conversión de energía eléctrica en sus diferentes formas, con la finalidad de poderlos utilizar como elementos básicos del control de sistemas eléctricos, incluyendo desde las indispensables máquinas eléctricas hasta las protecciones de los grandes sistemas de potencia, pasando por toda una gama de aplicaciones industriales como rectificadores, inversores, reguladores de voltaje, convertidores de frecuencia y otras tecnologías innovadoras.

La adquisición de estos conocimientos y las habilidades relacionadas capacita al Ingeniero Mecánico Electricista para el diseño, implementación, verificación, mantenimiento y prueba de los equipos electrónicos que la normatividad actual está exigiendo en la industria y sistemas eléctricos en general. No es posible en estos días la operación de los sistemas electromecánicos modernos sin utilizar controles electrónicos, y los egresados de este programa requieren de esta formación para estar acordes al desarrollo actual y responder adecuadamente a las necesidades del mercado laboral.

22. Unidad de competencia

El estudiante conoce y entiende el funcionamiento de los interruptores electrónicos, conoce, entiende y aplica las metodologías de diseño y las utiliza en el desarrollo y la operación de los convertidores electrónicos de potencia usados en la industria eléctrica.

Adicionalmente, reconoce la importancia y el impacto que el uso de estas tecnologías tiene sobre el ambiente, por lo que hace uso respetuoso, honesto y responsable de sus



conocimientos para procurar que los sistemas a su cargo contribuyan efectivamente al desarrollo sustentable.

23. Articulación de los ejes

En esta experiencia educativa se articulan intensamente los ejes teórico, heurístico y axiológico. En la parte teórica, los contenidos son el sustento fundamental de la operación de los sistemas electrónicos de potencia, y a su vez, para su comprensión es necesario contar con bases sólidas en experiencias educativas anteriores, específicamente en las áreas de la electrónica analógica, las máquinas eléctricas, las instalaciones eléctricas, y los sistemas eléctricos de potencia.

La correcta comprensión de estos aspectos teóricos es indispensable para aplicarlos en el eje heurístico, lo cual se logra a través de la implementación de aplicaciones que exigen la conjugación de los conocimientos teóricos y las habilidades prácticas, con un proceso de razonamiento analítico, característico de la Ingeniería como disciplina.

Adicionalmente, el entendimiento de las razones para el uso de dispositivos electrónicos en lugar de los electromagnéticos convencionales incide directamente en el eje axiológico, a través de conceptos como el ahorro de energía, optimización de potencia, economía en la transmisión de energía, y responsabilidad con el entorno.

24. Saberes

Teóricos	Heurísticos	Axiológicos
<p>Interruptores Electrónicos de Potencia</p> <p>Revisión de semiconductores y uniones. Uniones de semiconductores. Unión metal-metal. Unión metal-semiconductor. Unión metal-aislante.</p> <p>Diodos de potencia. Características de conmutación y parámetros.</p> <p>Transistor bipolar de potencia (BJT). Características para conmutación de potencia. Zonas de operación segura de un BJT. Configuración Darlington. Circuitos de comando de base.</p>	<p>Aplicación de los conceptos teóricos a la solución de problemas de circuitos de potencia.</p> <p>Investigación, descubrimiento y comparación de las posibilidades de aplicación de cada uno de los convertidores estudiados a la solución de problemas reales.</p> <p>Correlación entre elementos utilizados para el estudio de los convertidores, como circuitos simulados y generación e señales, y la</p>	<p>Valoración de la importancia del diseño y aplicación de sistemas actualizados y eficientes para la conversión de la energía eléctrica.</p> <p>Comprensión del significado económico y social que implica la modernización y estandarización de los sistemas industriales, y de los beneficios marginales que ello acarrea.</p> <p>Comprensión de la importancia e impacto del uso de los sistemas electrónicos en sustitución de los electromagnéticos</p>



<p>MOSFET para conmutación de potencia. Características dinámicas del MOSFET. Disipación de potencia. Circuitos de comando de compuerta.</p> <p>IGBT. Características de operación. Encendido y apagado del IGBT. Zonas de operación segura.</p> <p>Tiristores. Diodo de cuatro capas. Rectificador controlado de silicio (SCR). DIAC. TRIAC. Otros tiristores: GTO, MCT, SCS, UJT. Disparo de tiristores. Gobierno de tiristores. Circuitos de control de compuerta. Métodos de conexión a las cargas. Circuitos de descarga. Control de fase.</p> <p>Convertidores Alterna-Directa: Rectificadores de Potencia</p> <p>Arreglos de diodos en cátodo común y en ánodo común. Rectificadores con diodos. Conmutación paralela y conmutación serie para rectificadores de n fases. Rectificadores con tiristores.</p> <p>Convertidores Continua-Continua</p> <p>Regulación y conversión de voltaje. Convertidor reductor (buck). Convertidor elevador (boost). Convertidos reductor-elevador (buck-boost).</p>	<p>operación real de los convertidores prácticos.</p> <p>Planteamiento de aplicaciones que exigen la conjugación de los conocimientos y habilidades teóricos, con un proceso sofisticado de razonamiento analítico.</p> <p>Habilidad para la búsqueda, organización y uso adecuado de información pertinente y actualizada sobre dispositivos electrónicos actuales.</p> <p>Análisis de la metodología de diseño utilizada en los circuitos convertidores.</p> <p>Diseño lógico del alambrado y programación de los circuitos de control utilizados para el disparo de los interruptores y operación de los convertidores.</p>	<p>convencionales, en lo referente al costo energético y sus efectos sobre el ambiente.</p> <p>Análisis, diseño y presentación objetiva de soluciones alternativas en aplicaciones industriales, con respeto a los puntos de vista de colegas y honestidad en cuanto a los beneficios planteados.</p>
--	--	---



<p>Estrategias de control: control mediante ciclo útil de trabajo, control mediante límite de corriente, operación a frecuencia constante (PWM), operación a frecuencia variable (FM).</p> <p>Convertidores Alterna-Altern.</p> <p>Reguladores de voltaje AC-AC. Topologías para circuitos monofásicos. SCR en antiparalelo. SCR con puente de diodos. TRIAC. Transistor y puente de diodos. Reguladores controlados por ángulo de fase (PAC). Reguladores por modulación de ancho de pulsos (PWM). Operación con cargas resistivas y con cargas inductivas. Reguladores AC-AC trifásicos. Configuraciones delta y estrella.</p> <p>Convertidores Directa-Altern: Inversores.</p> <p>Tipos de inversores: alimentados por fuente de voltaje (VSI) o alimentados por fuente de corriente (CSI). Modulación por ancho de pulso. Principios de operación y parámetros de rendimiento. Inversores resonantes serie y paralelo. Circuitos inversores monofásicos y polifásicos. Contenido armónico de la salida. Reducción del contenido armónico.</p>		
---	--	--



<p>Aplicaciones de los Convertidores de Potencia.</p> <p>Control de máquinas eléctricas de CA y de CD. Arrancadores electrónicos de potencia. Variadores de velocidad. Control de velocidad por ángulo de disparo. Control de velocidad por modulación de ancho de pulsos (PWM). Control de la dirección. Control del par. Operación a potencia constante. Aplicaciones industriales. Convertidores de frecuencia. Convertidores para HVDC. Tecnologías LCC y VSC.</p>		
--	--	--

25. Estrategias metodológicas

De aprendizaje	De enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> -Exposición con apoyo tecnológico variado -Investigación documental -Mapas cognitivos -Matriz de clasificación -Recursos nemotécnicos -Reportes de lectura -Resumen -Síntesis -Bitácoras -Informes -Investigación documental -Aprendizaje basado en problemas (ABPs) -Aprendizaje basado en proyectos (ABPy) -Aprendizaje basado en TIC -Problemario -Experimentos -Imitación de modelos -Modelaje -Planteamiento de hipótesis -Simulación 	<ul style="list-style-type: none"> Encuadre Exposición con apoyo tecnológico variado Atención a dudas y comentarios Planteamiento de preguntas guía Explicación de procedimientos Recuperación de saberes previos Lectura comentada Asesorías grupales Asignación de tareas Discusión dirigida



26. Apoyos educativos

Materiales didácticos	Recursos didácticos
<ul style="list-style-type: none"> • Presentaciones con diapositivas • Guías de prácticas • Libros • Artículos • Software • Videos • Sitios web 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyector • Pantalla • Pizarrón • Computadoras

27. Evaluación del desempeño

Evidencia(s) de desempeño	Criterios de desempeño	Ámbito(s) de aplicación	Porcentaje
Exámenes parciales	La puntuación se asigna en relación directa con las respuestas correctas producidas por el estudiante.	Aula	50 %
Resolución de ejercicios propuestos y simulaciones	Presentación de las resoluciones a los ejercicios y comprobación mediante simulación.	Reportes entregados al profesor, impresos o electrónicos, vía personal o en plataforma en línea	30 %
Trabajos de investigación documental	Claros y congruentes	Aula	20 %

28. Acreditación

Para acreditar esta EE el estudiante deberá haber presentado con idoneidad y pertinencia cada evidencia de desempeño, es decir, que en cada una de ellas haya obtenido cuando menos el 60%, además de cumplir el porcentaje de asistencia establecido en el Estatuto de los Alumnos 2008.



29. Fuentes de información

Básicas

- Pozo Ruz, Ana, y Jiménez Redondo, Noemí, Apuntes de Electrónica de Potencia, Universidad de Málaga, España, 2012. Recursos disponibles en www.potencia.uma.es
- Rashid, Muhammad H., “Electrónica de Potencia”, 4ª ed. Pearson Educación, México, 2015.
- Hart, Daniel W., “Electrónica de Potencia”, Pearson Educación, Madrid 2001.
- Muhammad H. Rashid, Hasan M. Rashid. (2006). Spice for power electronics and electric power. (Second edition): CRC Taylor and Francis
- Muhammad, H. (2018). Rashid, Power Electronics Handbook, Elsevier.
- Muhammad, H. R. (2013). Power Electronics: Devices, Circuits and Applications, International. Edition Pearson.
- Mukund, R. P. (2017). Introduction to Electrical Power and Power Electronics, CRC Press.
- P. S. R. Murty. (2017). Power Systems Analysis, Elsevier.
- Sivanagaraju, S., B. V. Rami Reddy. (2007). Electrical Power Systems Analysis, PHI Learning Private Limited.
- Sivanagaraju, S., Balasubba R., A., Mallikarjuna. & Prasad. (2009). Power Semiconductors Drivers, PHI Learning Private Limited.
- En Biblioteca virtual UV
- Ned Mohan, Tore Undeland, William P. Robbins, Electrónica de potencia: convertidores, aplicaciones y diseño (3a. ed.), McGraw-Hill España, 2012, ISBN: 9781456201296.
- Eduardo Casilari Pérez, Ana Pozo Ruz, Francisco J. Vizcaino Martín, Juan Manuel Romero Jerez, Concepción Téllez Labao, Problemas de fundamentos de electrónica analógica y electrónica de potencia, Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga, 2017, ISBN: 9788497479868

Complementarias

- Benavent, G.J., Abellan, G.A. (2002). Electrónica de Potencia: Teoría y Aplicaciones. E.F.Amorós-Alfaomega S.A.
- Hart, D. (2011). Power Electronics. New York: McGraw-Hill Education, pp.331-360.
- En Biblioteca virtual UV
- Larrañaga, Jon Andreu, Ibarra Basabe, Edorta, Convertidores de potencia avanzados convertidor matricial, Delta Publicaciones, 2011, ISBN: 9788492954896.
- Francisco J. Gimeno Sales, Salvador Seguí Chilet, Salvador Orts Grau, Convertidores electrónicos: energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño, Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2013, ISBN: 9788483637500.