



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 Mecánica y Eléctrica, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, Facultad de Ingeniería

5.-Código	6.-Nombre de la experiencia educativa	7.-Área de formación	
		Principal	Secundaria
MEEL18012	<i>Protecciones a sistemas de potencia</i>	D	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
Ninguno	Ninguno



12.-Características del proceso de enseñanza aprendizaje

Individual/Grupal	Máximo	Mínimo
Grupal	40	10

13.-Agrupación natural de la experiencia educativa

14.-Proyecto integrador

Eléctrica	No aplica
-----------	-----------

15.-Fecha

Elaboración	Modificación	Aprobación
Enero 2020	---	Junio 2020

16.-Nombre de los académicos que participaron

Dr. Jesús García Guzmán, Mtro. Josué Domínguez Márquez, M. I. Guillermo Miguel Martínez Rodríguez, Ing. Amado Román Ríos Mar, Mtro. Frumencio Escamilla Rodríguez, Dra. María Inés Cruz Orduña, Mtro. Gabriel Juárez Morales, Dr. Juan Rodrigo Laguna Camacho, Ing. Juan García Sánchez, Dr. Jesús Antonio Camarillo Montero

17.-Perfil docente

Licenciatura en ingeniería mecánica eléctrica, eléctrica, electromecánica o industrial eléctrica; 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

19.-Relación disciplinaria

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

20.-Descripción

Esta experiencia educativa se localiza en el AFT, cuenta con 2 horas teóricas, 2 horas prácticas y 6 créditos, que integran el plan de estudios 2020. Su propósito es presentar al estudiante los conocimientos correspondientes a la protección de sistemas eléctricos de potencia por medio de los relevadores convencionales y los nuevos dispositivos electrónicos inteligentes disponibles en la industria eléctrica. Es indispensable para el estudiante conocer los principios básicos de su funcionamiento, las características de operación, los diferentes tipos de dispositivos y la metodología para su aplicación en los sistemas eléctricos de potencia, así como aprender la metodología para la instalación y



coordinación de las protecciones correspondientes a los elementos principales de un sistema eléctrico. Para el desarrollo de la EE se proponen las estrategias metodológicas de exposición con apoyo tecnológico variado, investigación documental, discusión de problemas, aprendizaje basado en problemas y en proyectos, experimentos, guion de prácticas, simulación, cuestionarios, estudios de caso, aprendizaje autónomo, aprendizaje cooperativo y aprendizaje in situ. Por lo tanto, el desempeño de la unidad de competencia se evidencia mediante la capacidad demostrada por el estudiante para analizar, planear, diseñar, simular y coordinar esquemas de protección para atender oportunamente las condiciones de falla de los sistemas eléctricos de potencia.

21.-Justificación

El Ingeniero Mecánico Electricista requiere de la formación especializada en la protección de todos los equipos utilizados en los sistemas eléctricos, tanto a nivel industrial como en la industria de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La oportuna atención de las condiciones de falla que pueden presentarse en estos sistemas evita pérdidas millonarias a la industria, al sector eléctrico nacional, y a la sociedad en general, además de los daños derivados de las suspensiones del servicio y los posibles daños a terceros, sin descartar la posibilidad de los posibles daños a la vida de las personas. La seguridad de los sistemas eléctricos es una prioridad indiscutible, por lo que el curso de Protecciones se considera fundamental y su justificación es evidente cuando se consideran los factores anteriores.

22.-Unidad de competencia

El estudiante aplica los conceptos fundamentales de las protecciones a los sistemas eléctricos de potencia, mediante el análisis, la planeación, el diseño, la simulación y la coordinación de los esquemas de protección requeridos para atender oportunamente las condiciones de falla en los sistemas eléctricos, consiente de la importancia que estas últimas pueden acarrear en cuanto al impacto económico por los equipos dañados, por las interrupciones de servicio a la industria y a la sociedad en general, así como los posibles daños a instalaciones de terceros y lo más importante, daños a las personas, siempre con una actitud responsable, ética y valorando la integridad de usuarios y personal operativo, manteniéndose actualizados en el manejo de protecciones eléctricas.

23.-Articulación de los ejes

El estudiante del curso-taller, al mismo tiempo que adquiere los conocimientos teóricos de esta experiencia educativa y aplican sus habilidades de cálculo numérico, investigación y descubrimiento, a la solución de problemas reales, reflexiona también sobre la importancia que implica el diseño y la aplicación de las protecciones a los sistemas eléctricos, tanto en los daños económicos directos que se pueden causar a los equipos eléctricos, como en la afectación de actividades que puede provocar la



suspensión del servicio de energía a los consumidores industriales, comerciales y residenciales. En particular, el estudiante comprende en este curso, como individuo y como parte de un grupo, la responsabilidad profesional, económica, social y humana, que asume el ingeniero encargado de la protección de los sistemas eléctricos de potencia.

24.-Saberes

Teóricos	Heurísticos	Axiológicos
<p>Funciones de las protecciones eléctricas (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes primarios y secundarios de un sistema de potencia • Fallas y anomalías en la operación de los sistemas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cortocircuitos ▪ Sobrecargas ▪ Circuito abierto ▪ Fallas complejas • Características generales de las fallas • Funciones y objetivos de los esquemas de protección <p>Características de los sistemas de protección (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discriminación entre condiciones de falla y carga • Selectividad y coordinación con otras protecciones • Operación en régimen estacionario, transitorio y subtransitorio • Confiabilidad y disponibilidad • Seguridad y rentabilidad • Componentes del sistema de protección y funciones de cada componente • Transformadores de instrumentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad de cálculo numérico. • Interpretación de la información para la toma de decisiones. • Solución de problemas complejos. • Conjugación de información de saberes teóricos previos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de la importancia del conocimiento y aplicación de las protecciones a los sistemas eléctricos de potencia. • Comprensión de la importancia e impacto de las consecuencias que una falla eléctrica puede ocasionar, tanto en los daños económicos directos en los equipos eléctricos, como en la suspensión del servicio de energía a los consumidores industriales, comerciales y residenciales. • Valoración de la importancia que tiene la seguridad en la operación de los sistemas eléctricos, en particular en lo referente a la integridad de las personas. • Comprensión de la responsabilidad



<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transformadores de corriente ▪ Clasificación de la precisión de los TC ▪ Cálculo de la precisión del TC utilizando una curva de excitación secundaria ▪ Transformadores de voltaje ▪ Transductores inteligentes de voltaje y corriente (FOCS, transformadores de voltaje de estado sólido) • Esquemas de disparo de interruptores de potencia • Protección primaria y protección de respaldo • Comunicaciones y compatibilidad con el estándar IEC 61850. Relevadores (9 horas) • Funciones de los relevadores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrada o medición ▪ Señalización o disparo • Componentes de los relevadores • Parámetros importantes en la operación de los relevadores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Corriente de arranque o disparo ▪ Corriente de reposición ▪ Tiempos de operación ▪ Otros parámetros • Zonas de protección • Tipos de relevadores por su construcción y principios de operación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Digitales ▪ Dispositivos Electrónicos Inteligentes 		<p>profesional, económica, social y humana, que asume el ingeniero encargado de la protección de los sistemas eléctricos de potencia.</p>
---	--	---



<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electromagnéticos ▪ Estado sólido • Estándares y normatividad para relevadores <p>Esquemas básicos de protección (9 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección contra sobrecorriente <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instantáneo ▪ Tiempo definido ▪ Tiempo inverso ▪ Mixtos • Relevadores direccionales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elementos direccionales: torque, voltaje, impedancia ▪ Instantáneo ▪ Tiempo definido ▪ Tiempo inverso ▪ Mixtos • Estándares IEEE C37.112 e IEC 60255 • Protección de distancia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relación distancia-impedancia ▪ Punto de alcance ▪ Zonas de protección ▪ Relevador de impedancia ▪ Reactancia y resistencia ▪ Relevador MHO ▪ Relevador Cuadrilateral ▪ Nuevas opciones en relevadores digitales • Protección diferencial <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principio básico ▪ Relevador diferencial de porcentaje. • Protección contra potencia inversa • Protección contra pérdida de sincronismo • Esquemas piloto para protección 		
---	--	--



<ul style="list-style-type: none">• Inteligencia y versatilidad en los dispositivos electrónicos: hacia los relevadores universales <p>Protección de Transformadores (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Principales causas de fallas en transformadores• Curva de daño del transformador.• Protección Diferencial.• Protección de sobrecorriente contra fallas externas.• Protecciones mecánicas: monitoreo de gas y aceite<ul style="list-style-type: none">▪ Relevador Buchholz▪ Análisis de aceites aislantes• Relevador de Imagen Térmica. <p>Protección de Distancia para Líneas de Transmisión (9 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Determinación de los parámetros de ajuste de las protecciones de distancia.• Requerimientos que determinan la forma de la característica en el plano complejo de impedancias de los relevadores de distancia.• Características de los relevadores de distancia en el plano complejo.• Parámetros de corriente y voltaje de arranque de la protección de distancia.• Esquemas piloto para protección de líneas de transmisión		
--	--	--



<ul style="list-style-type: none">• Otros esquemas de protección basados en comunicaciones digitales sobre las líneas• Nuevas metodologías para incrementar la confiabilidad de las protecciones• Esquemas para la protección de líneas de corriente directa en alta tensión <p>Protección de generadores (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Los generadores como componentes del sistema de potencia; operación, conexión, excitación, comportamiento transitorio y métodos de conexión a tierra.• Tipos de fallas en generadores• Esquemas de protección para generadores• Protección diferencial• Protección contra fallas a tierra• Protección contra fallas entre fases del generador• Protección contra cortocircuitos entre espiras de una misma fase• Protección contra sobrecargas desbalanceadas• Protección contra pérdida o reducción de la excitación• Protección de respaldo contra fallas externas• Protección contra sobrevoltaje• Protección contra motorización		
--	--	--



<ul style="list-style-type: none">• Protección contra contactos del campo a tierra <p>Protección de barras colectoras (3 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Protección contra sobrecorriente de bus• Protección diferencial• Relé diferencial de voltaje• Protección combinada de transformador de potencia y barra colectoras. <p>Conexión, coordinación y ajuste de las protecciones (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Conexión de relevadores• Coordinación de protecciones mediante software• Ajustes manuales en relevadores electromagnéticos• Ajustes por software en relevadores digitales, y numéricos• Simulación de esquemas completos de protección en sistemas de potencia <p>Estabilidad de sistemas de potencia. (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none">• El problema de estabilidad• Sincronización de coeficientes de potencia• Criterio de áreas iguales para la estabilidad• Programas computacionales para estudio de estabilidad transitoria.		
--	--	--



25.-Estrategias metodológicas

De aprendizaje	De enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación documental • Discusión de problemas • Aprendizaje basado en problemas (ABPs) • Aprendizaje basado en proyectos (ABPy) • Experimentos • Guion de prácticas • Simulación • Cuestionarios • Aprendizaje autónomo • Aprendizaje cooperativo • Aprendizaje in situ 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuadre • Exposición con apoyo tecnológico variado • Atención a dudas y comentarios • Preguntas detonadoras • Explicación de procedimientos • Recuperación de saberes previos • Asesorías grupales • Dirección de prácticas • Supervisión de trabajos

26.-Apoyos educativos

Materiales didácticos	Recursos didácticos
<ul style="list-style-type: none"> • Libros • Software • Videos • Animaciones • Páginas web • Fotografías • Presentaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyector • Pantalla • Tablet • Pizarrón • Computadoras

27.-Evaluación del desempeño

Evidencia(s) de desempeño	Criterios de desempeño	Ámbito(s) de aplicación	Porcentaje
Exámenes	Proceso de solución Claridad	Aula	70%
Reporte de visita a subestación	Presentación Inclusión de los aspectos solicitados en el reporte	Subestación eléctrica	30%



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 alumnos 2008.

29.-Fuentes de información

Básicas

- Blackburn, J. L. & Thomas J. Domin. (2014). Protective Relaying: Principles and Applications. (Fourth Edition): CRC Press, Taylor and Francis Group.
- C. Russell Mason, The Art and Science of Protective Relaying, General Electric.
- Gurevich, V. (2011). Digital Protective Relays, Problems and Solutions: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- J.C. Das. (2018). Power System Protective Relaying: CRC Press, Taylor and Francis Group.

Complementarias

- ABB, Protection Application Handbook, BA THS / BU Transmission Systems and Substations, LEC Support Programme, ABB Switchgear AB, Sweden.
- Alstom Grid, Network Protection & Automation Guide. (2011): protective relays, measurement and control, Alstom Grid.
- Biblioteca virtual UV
Paul M. Anderson. (1999). Power Systems Protection. IEEE Press Power engineering Series.