



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 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
MEEC 18011	<i>Sistemas y dispositivos electrónicos inteligentes</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

Curso-Taller

10. Oportunidades de evaluación

ABGHJK=Todas

11. Requisitos

Prerrequisitos	Correquisitos
Ninguno	Ninguno

12. Características del proceso de enseñanza aprendizaje

Individual/Grupal	Máximo	Mínimo
Grupal	24	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	---	Junio 2020

16. Nombre de los académicos que participaron

Prof. Jesús García Guzmán

17. Perfil docente

Ingeniero Mecánico Electricista, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero Electricista o afín a la materia, preferentemente con posgrado en ingeniería eléctrica o afín a estas áreas.

18. Espacio

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

19. Relación disciplinaria

20. Descripción

<p>Esta experiencia educativa (EE) se localiza en el AFT, cuenta con 2 horas teóricas, 2 horas prácticas y 6 créditos, que integran el plan de estudios 2020. Es una EE que utiliza conocimientos del área de la electrónica aplicados directamente a los sistemas eléctricos de potencia.</p> <p>Se estudian principalmente los esquemas de comunicaciones y protocolos mediante los cuales se estandarizan los elementos funcionales de las llamadas redes inteligentes, y los dispositivos electrónicos inteligentes como elementos fundamentales de las protecciones, y de los sistemas de monitoreo y medición en las subestaciones modernas.</p> <p>Para cursar esta EE, se requiere haber cursado todas las EE del área eléctrica del programa, desde los circuitos eléctricos hasta las subestaciones y las protecciones de los sistemas de potencia. Además, se requieren conocimientos sólidos en electrónica digital, programación y metrología.</p> <p>En la parte teórica del curso se cubren temas como las características de los sistemas eléctricos o redes inteligentes actuales y se revisan conocimientos sobre relevadores, subestaciones y elementos de los sistemas de potencia. Se presentan también los estándares actuales para la conformación de estos sistemas y se estudian las características generales y funcionamiento de los dispositivos electrónicos inteligentes (DEI). Para la parte práctica se propone como elemento ideal la realización de prácticas de programación en dispositivos electrónicos inteligentes reales. Como alternativa a esa estrategia, se propone</p>



utilizar software para el análisis de redes mediante las normas actuales y usando DEI como elementos de protección, monitoreo y medición. La programación de estos elementos en forma coordinada permite el análisis de las redes eléctricas modernas. Los conocimientos teóricos se evalúan mediante pruebas parciales y los ejercicios de programación de DEI se utilizan para evaluar la parte práctica. Un proyecto integrador realiza la función de consolidar la evaluación sumativa del curso.

21. Justificación

Los sistemas eléctricos de potencia han evolucionado a la par del auge que han tenido los sistemas electrónicos y, como consecuencia de esto, los sistemas de información. Las redes eléctricas actuales están ligadas para su operación a las redes de información y reguladas por una serie de estándares para asegurar la comunicación y compatibilidad de los dispositivos que integran el sistema eléctrico de potencia.

Dentro de esta logística, los llamados Dispositivos Electrónicos Inteligentes (DEI) se han llegado a convertir en elementos fundamentales para la operación del sistema eléctrico. Originalmente, fueron los relevadores digitales los que sustituyeron a los convencionales relevadores electromagnéticos y a los relevadores de estado sólido en las tareas de protecciones, y se empezaron a usar para tareas adicionales como la medición y las comunicaciones. El desarrollo de estos dispositivos los ha llevado en poco tiempo a convertirse en elementos multifuncionales que pueden realizar las tareas antes desempeñadas por varios equipos, además de facilitar la comunicación entre componentes y servir para funciones más allá de las protecciones, como es la medición y otras tareas clave para la operación del sistema eléctrico. Propuestos en un principio como “relevadores universales”, los dispositivos electrónicos inteligentes son elementos fundamentales en la operación de los sistemas eléctricos de potencia actuales, y los ingenieros que se desempeñen en esta importante tarea tecnológica están obligados a conocer las bases de su operación, su programación, y la aplicación de los estándares que regulan su funcionamiento.

22. Unidad de competencia

El estudiante sintetiza la operación de los sistemas eléctricos de potencia mediante el conocimiento, programación y uso estandarizado de los dispositivos electrónicos inteligentes, como elementos nodales para la protección, monitoreo y comunicación de las subestaciones eléctricas y los equipos conectados a ellas. Utiliza sus conocimientos de electricidad, electrónica, comunicaciones y sistemas de información, para controlar la operación coordinada de los equipos que integran el sistema eléctrico de potencia. A la vez, hace conciencia sobre la importancia que la correcta operación tiene para los sectores industrial, comercial y social en general, para el abastecimiento oportuno de energía de calidad, y de la responsabilidad que el manejo adecuado de los recursos implica para el desarrollo sustentable.

23. Articulación de los ejes



La estrategia metodológica propuesta está orientada al desarrollo articulado de los saberes en los tres ejes de formación. Se propone utilizar tres estrategias de formación para alcanzar las competencias esperadas. La primera estrategia consiste en el desarrollo de ejercicios dirigidos, individuales y formativos, cada uno con el propósito de alcanzar una meta en los conocimientos del curso, desarrollando las habilidades heurísticas relacionadas con la EE, tales como la programación de dispositivos electrónicos inteligentes, ya sea directamente o mediante software para operación de gemelos digitales. La segunda estrategia consiste en el fomento del estudio de los saberes teóricos, a través de actividades de investigación y la resolución de pruebas parciales para la evaluación de la adquisición de esos conocimientos. Y, finalmente, se implementa a lo largo del curso una componente sumativa mediante la propuesta y realización de un proyecto de aplicación a un caso de estudio con aplicación de DEI, en el que los alumnos requieren llevar a la práctica sus conocimientos teóricos, aplicar las habilidades desarrolladas en los ejercicios formativos y consolidar, colaborando respetuosamente en grupos, la conjugación de sus conocimientos para garantizar la correcta operación del sistema eléctrico de potencia y garantizar el abastecimiento continuo de energía de calidad en beneficio de la sociedad.

24. Saberes

Teóricos	Heurísticos	Axiológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Características de los sistemas eléctricos actuales. Inteligencia. Interoperabilidad. Integración con los sistemas de información. Comunicaciones. Estandarización. • De los relevadores a los DEI. Protección por relevadores. Electrónica de estado sólido. Relevadores numéricos. Relevadores digitales. Relevadores universales o multifuncionales. Dispositivos inteligentes. • Dispositivos Electrónicos Inteligentes. Impacto y futuro de los DEI. Normatividad. Sistemas IEC 61850 y sus componentes. Bus de proceso y sus ventajas. Valores muestreados en Ethernet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de los conceptos teóricos a la operación automática de subestaciones en los sistemas de potencia. • Investigación, descubrimiento y comparación de las posibilidades de aplicación de los dispositivos electrónicos inteligentes. • Identificación y uso de los atributos de los objetos en los modelos de redes en subestaciones. • Abstracción de conceptos para el modelado de sistemas mediante dispositivos programables, gemelos digitales y software. • Planteamiento de aplicaciones que exigen la conjugación de los 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de la importancia del diseño y aplicación de sistemas electrónicos actualizados y eficientes para la atención de necesidades sociales. • Comprensión del significado económico y social que implica la modernización y estandarización de los sistemas eléctricos de potencia, y de los beneficios marginales que ello acarrea. • Comprensión de la importancia e impacto del uso de los sistemas electrónicos en lo referente al costo energético y sus efectos sobre el



<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación de protecciones y sistemas mediante DEI. Gemelos digitales y virtualización. Uso de software para modelado y solución de sistemas de potencia. • Modelos de eventos genéricos en subestaciones (GSE). Eventos genéricos en subestaciones orientados a objetos (GOOSE). Eventos genéricos de estado de la subestación (GSSE). Mensajes GSE. El modelo GOOSE y sus aplicaciones. Impacto de los esquemas GOOSE en los sistemas de protecciones con DEI. • Sistemas de Automatización de Subestaciones (SAS). Lenguaje para Configuración de Subestaciones (SCL). Secciones: subestación, comunicación, DEI, tipos de nodos lógicos. Archivos SCL. • Modelado de redes en subestaciones. Modelos orientados a objetos. Lenguaje Unificado para Modelado (UML). Esquemas XML. Modelo de objetos DEI. • Consideraciones adicionales. Comunicaciones Ethernet. Definiciones de transmisión. Medios de transmisión. Modelo OSI. Volúmenes, seguridad y consistencia de datos. Extracción de conocimiento a partir de DEI. Pruebas de sistemas automatizados con DEI. 	<p>conocimientos y habilidades teóricos, con un proceso sofisticado de razonamiento analítico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para la búsqueda, organización y uso adecuado de información pertinente y actualizada sobre dispositivos electrónicos actuales. • Habilidad para el seguimiento lógico del alambrado y programación de los dispositivos electrónicos inteligentes. 	<p>ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis, diseño y presentación objetiva de soluciones alternativas en aplicaciones de los sistemas de potencia, con respeto a los puntos de vista de colegas y honestidad en cuanto a los beneficios planteados.
--	--	--

25. Estrategias metodológicas



De aprendizaje	De enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> • Atención a las exposiciones y estudio de los temas • Discusión y análisis de problemas • Realización de ejercicios propuestos • Simulación • Estudios de caso • Aprendizaje autónomo • Aprendizaje cooperativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición con apoyo tecnológico variado • Atención a dudas y comentarios • Explicación de procedimientos • Recuperación de saberes previos • Dirección de prácticas • Organización de grupos • Supervisión de trabajos

26. Apoyos educativos

Materiales didácticos	Recursos didácticos
<ul style="list-style-type: none"> • Libros • Software y manuales del software • Hojas de datos de componentes • Simulaciones interactivas • Presentaciones • Guías para prácticas • Vídeo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aula de cómputo • Proyector • Pantalla • Pizarrón • Bocinas • Accesorios para proyección • Computadoras • Dispositivos electrónicos inteligentes

27. Evaluación del desempeño

Evidencia(s) de desempeño	Criterios de desempeño	Ámbito(s) de aplicación	Porcentaje
Ejercicios de formación	Realización exitosa de cada ejercicio	Laboratorio o aula de cómputo	20%
Pruebas parciales	Respuestas correctas	Aula	30%
Programación del proyecto integrador	Estructura y funcionamiento correctos del programa desarrollado	Laboratorio o aula de cómputo	30%
Reporte escrito sobre el proyecto integrador	Presentación, integridad, claridad y congruencia del reporte presentado.	Entrega en el aula o en línea	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 alumnos 2008.

29. Fuentes de información

Básicas

- Peter Bishop and Nirmal-Kumar C. Nair (eds), IEC 61850 Principles and applications to electric power systems, CIGRE Green Books-Springer, 2022.
- Yubo Yuan and Yi Yang (eds), IEC 61850 Based smart substations: principles and applications, Elsevier, 2019.
- Hebert Falk, IEC 61850 Demystified, Artech House, 2019.
- Evelio Padilla, Substation automation systems: design and implementation, John Wiley & Sons, 2016.
- Henri Grasset, Impact of GOOSE messages in IED protection systems, Schneider Electric, 2015.

Complementarias

- Biblioteca virtual UV
- Veselin Skendzic, Ian Ender and Greg Zweigle, IEC 51850-9-2 Process bus and its impact on power system protection and control reliability, Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2007.
- I686-2013 IEEE Standard for Intelligent Electronic Devices Cyber Security Capabilities, IEEE / Institute of Electrical and Electronics Engineers Incorporated, 2013.
- Ching-Lai Hor and Peter A. Crossley, Knowledge extraction from Intelligent Electronic Devices, Springer-Verlag, 2005.