

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Protecciones Eléctricas
Clave de la asignatura:	PLi-1710
SATCA¹	3-4-7
Carrera:	Profesional Asociado en Energía Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.

Protecciones Eléctricas aporta al estudiante los elementos necesarios para que el estudiante interprete diagramas unifilares, diagramas trifilares y diagramas esquemáticos, acorde a la nomenclatura ANSI y simbología estandarizada en el ramo eléctrico, con lo cual tendrá la capacidad de resolver problemáticas en los tableros de protección, control y medición que se presentan por operaciones incorrectas y detectar y corregir errores de alambrado.

En la asignatura obtiene los conocimientos necesarios para la identificación de los principales esquemas de protección, así como su principio de operación y aplicación en el ramo eléctrico.

Adquiere la habilidad para realizar pruebas de mantenimiento a los Transformadores de Instrumento de corriente, así como diferentes tipos de relevadores de sobrecorriente 50/51.

La relevancia de esta asignatura es que el estudiante visualiza que a través de las protecciones eléctricas es factible operar con seguridad ante las fallas, obtiene la destreza de interactuar con equipos de protección mediante el software propietario de algunos relevadores digitales, con lo cual podrá realizar la configuración de los ajustes de protecciones, lógicas necesarias para su operación y adquirir las oscilografías para el análisis de eventos. Así mismo es motivado al estudio de nuevas tecnologías de adquisición y procesamiento de datos y comunicación para aplicarlas en su entorno laboral.

La asignatura se relaciona de manera relevante con Circuitos Eléctricos (Resuelve circuitos eléctricos empleando las técnicas de nodos, mallas y técnicas especiales.), Legislación en Materia Eléctrica, Transformadores (Conoce y experimenta con las necesidades y requerimientos en las conexiones de transformadores trifásicos, de instrumento y autotransformadores, utilizando procedimientos prácticos para su conexión a la red eléctrica), Electrónica para Supervisión Control y Protección, Calidad y uso Eficiente de la Energía Eléctrica, Subestaciones Eléctricas de Potencia (Estudia las diferentes configuraciones de una subestación de potencia, su operación y mantenimiento y cumple con la seguridad e higiene en el trabajo), así como con Instalaciones Eléctricas Industriales.

Intención didáctica

La asignatura está diseñada para que se aborden los contenidos de manera concreta y clara facilitando al estudiante la adquisición de las competencias genéricas y específicas.

El tema uno presenta una introducción a los sistemas eléctricos de potencia y la razón de ser de los esquemas de protecciones, los tipos de falla en la red eléctrica de potencia y sus principales causas y efectos, las características que deben cumplir para su aplicación y áreas de cobertura.

En el tema dos se refiere a las nomenclaturas y simbologías estandarizadas en el ramo eléctrico con el fin de que el estudiante se vaya familiarizando con ellos y pueda ser capaz de interpretar diagramas de control de equipos eléctricos primarios de algunos fabricantes, así como los diagramas esquemáticos de tableros de protección control y medición, conocer su significado e interpretar las lógicas de operación.

El tema tres describe los diferentes tipos de transformadores de instrumento que se aplican para la protección del equipo eléctrico primario (TP's, DP's, TC's). Se presentan sus principales características y pruebas periódicas necesarias para determinar la confiabilidad del equipo. Se muestran de forma práctica lo referente a los transformadores de instrumento de corriente la relación, polaridad y saturación.

Se describen dos tipos de conexión para los transformadores de instrumento DELTA y ESTRELLA, con el objeto de identificar el desfaseamiento vectorial que se presenta con sus posibles combinaciones.

En el tema cuatro, se describen los relevadores electromecánicos y digitales y sus componentes. Para el caso de los relevadores digitales se presenta de forma conceptual la arquitectura, etapas de adquisición de señales analógicas, filtrado, procesamiento y operación del mismo.

En el tema cinco, se describe los esquemas de protecciones más comúnmente aplicados en la Red Eléctrica de Potencia que son, Esquemas de Protección de líneas de Transmisión, Esquemas de protección de Transformador-Autotransformador, Esquemas de protección de Barras y Esquemas de protección de Generador, en donde se destaca que protecciones debe llevar cada esquema, el principio de operación, aplicación y los criterios para su ajuste, respondiendo las preguntas de “que es”, “para que sirve” y “como funciona”.

En el capítulo seis, se realiza de forma práctica la interacción con dos relevadores de protección digital de diferente marca (SEL y G.E.) con el fin de explorar los menús de cada uno de ellos, que el estudiante aprenda a configurar y armar lógicas de protección y realice la prueba característica de operación de la función de sobrecorriente.

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 aprender y actualizarse permanentemente., capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma., compromiso con la calidad.

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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y comprende la nomenclatura ANSI de las protecciones eléctricas. • Interpreta y comprende los diagramas unifilares y esquemáticos. • Conoce el funcionamiento de los transformadores de instrumento, tipos de conexiones y sus pruebas de mantenimiento • Conoce los principales esquemas de protección de Líneas, Transformadores y Barras. • Realiza conexión y pruebas a protección de sobrecorriente. • Conoce el software de comunicación de dos equipos de protección (50/51) de las

marcas SEL y G.E.

- Obtiene los registros de falla mediante el software de comunicación así como saber su interpretación.

5. Competencias Previas

- Aplica lo aprendido en la asignatura Circuitos Eléctricos en lo referente al comportamiento de circuitos eléctricos y de los fasores en una red trifásica.
- Emplea lo adquirido en la asignatura Electrónica para Supervisión, Control y Protección.
- Emplea los conocimientos adquiridos en la asignatura instalaciones eléctricas.
- Tiene capacidad para desarrollar dibujos de diagramas esquemáticos.
- Conoce instalaciones eléctricas de fuerza en media y baja tensión en sistemas industriales y de servicios de alto consumo, respetando la normatividad.
- Distingue las necesidades y requerimientos en las conexiones de transformadores trifásicos, de instrumento y autotransformadores utilizando procedimientos prácticos para su conexión a la red eléctrica, lo cual adquirió de la asignatura Transformadores.
- Aplica los conocimientos adquiridos en los procesos de transformación de la energía eléctrica para analizar la operación del sistema eléctrico.
- Realiza prácticas en campo cumpliendo con las normas de seguridad establecidas, las cuales adquirió en la asignación Higiene y Seguridad Industrial.

6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	Filosofía de las protecciones	1.1 Descripción del Sistema Eléctrico de Potencia 1.2 Objetivo de las protecciones. 1.3 Características de las Protecciones. 1.4 Descripción de los Sistemas de protección. 1.5 Concepto de zonas de protección 1.6 Tipos de fallas y sus consecuencias.
2	Nomenclatura, Diagramas y simbología en el ramo Eléctrico	2.1 Identificación internacional de dispositivos relacionados con protecciones eléctricas. 2.2 Diagramas unifilares de subestaciones. 2.3 Tipo de arreglo de subestaciones. 2.4 Diagramas Trifilares 2.5 Diagramas esquemáticos
3	Transformadores de instrumento	3.1 Transformadores de potencial (TP). 3.2 Tipos de conexión. 3.3 Concepto del 3V0 3.4 Transformadores de corriente (TC). 3.5 Clases de precisión. 3.6 Principales pruebas a los TC's. (Relación, polaridad y saturación)

4	Principios de operación de los relevadores	4.1 Clasificación de los relevadores. 4.2 Arquitectura de los relevadores 4.3 Relevadores electromecánicos. 4.4 Relevadores microprocesados.
5	Esquemas de protecciones	5.1 Introducción. 5.2 Esquemas de protección de Líneas 5.2.1 Protección Primaria (87L, 85L, 21/21N) 5.2.2 Protección de Respaldo (50/51, 50/51N, 67/67N). 5.2.3 Criterio de ajuste. 5.3 Esquemas de protección de Transformador 5.3.1 Protección Primaria (87T) 5.3.2 Protección de Respaldo (50/51, 50/51N) 5.3.3 Criterio de ajuste 5.3.4 Protecciones internas del transformador. 5.4 Esquemas de protección de Barras 5.4.1 Zonas de Protección 5.4.2 Requerimientos para operar. 5.4.3 Protección auxiliar 50 FI 5.5 Esquemas de protección de Generador 5.5.1 Protección Primaria (87U, 87G) 5.5.2 Protección de Respaldo (21G, 24, 32, 46, 64G) 5.5.3 Criterio de ajuste
6	Acceso a relevadores, configuración y pruebas	6.1 Conocimiento del software de aplicación del relevador de protección 6.2 Configuración de Ajuste de las funciones de protección 6.3 Programación de lógicas 6.4 Explotación de la información y oscilografías

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Filosofía de las protecciones	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce las fallas que se presentan en un sistema eléctrico de potencia y sus consecuencias. Conoce y comprende los conceptos básicos empleados en protecciones eléctricas, así como su filosofía para eliminar fallas. Conoce y comprende el concepto de protección primaria y de respaldo. 	<ul style="list-style-type: none"> Obtener información de los diferentes tipos de fallas que se presentan en un sistema eléctrico de potencia y sus consecuencias. Exponer los elementos básicos que componen un sistema de protección por relevadores, así como su filosofía Investigar los tiempos recomendados por la IEEE para la eliminación de fallas. Conocer la Filosofía de los sistemas de protección.

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los términos de protección primaria, de respaldo y direccional. • Conocer las aplicaciones de los sistemas de protección • Conocer la importancia de los equipos de protección para salvaguardar la integridad de la Red Eléctrica y minimizar los daños ante fallas.
<p>Tema 2. Nomenclaturas, diagramas y simbología en el ramo Eléctrico</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de Aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce la Nomenclatura ANSI y números que identifican a los elementos de protección. • Conoce y aplica simbología para la elaboración e interpretación de diagramas unifilares de subestaciones eléctricas y sistemas de generación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar la Nomenclatura ANSI y los números de dispositivos que se asignan para identificar a los relevadores y dispositivos de protección. • Saber interpretar diagramas unifilares, esquemáticos y de control, identificar los componentes de la red mediante el código ANSI. • Detectar posibles errores de alambrado.

analizar información procedente de fuentes diversas.	
Tema 3. Transformadores de instrumento	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce la finalidad y aplicación de los transformadores de instrumento en los dispositivos de Protección. • Conoce las relaciones de transformación estándar que se manejan en los transformadores de instrumento. • Conoce las clases de precisión que se manejan en los transformadores de instrumento • Conoce los tipos de Transformadores de Instrumento Conexiones y Pruebas • Conoce y realiza conexiones Delta y Estrella <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar la finalidad y la aplicación de los transformadores de instrumento en los sistemas de protección. • Estudiar y exponer las clases de precisión que se manejan en los transformadores de instrumento. • Conocer los diferentes tipos de Transformadores de Instrumento. • Aprender a realizar las pruebas básicas de mantenimiento a los TC's • Conocer las diferentes combinaciones de conexión DELTA y ESTRELLA para analizar su desfaseamiento vectorial.

Tema 4. Principios de operación de los relevadores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los principios de operación de los relevadores electromecánicos y digitales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las partes del relevador electromecánico y su forma de operar. • Conocer la arquitectura y procesamiento de las señales analógicas en los relevadores digitales.
Tema 5. Esquemas de Protecciones	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los esquemas de protección de Línea • Conoce los esquemas de protección del Transformador • Conoce los Esquemas de Protección de Barras • Conoce los esquemas de Protección del Generador <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el principio de operación de los relevadores para los esquemas de Líneas, Transformador, Barras y Generadores. • Conocer los criterios de ajuste para cada uno de los esquemas de protección.

<p>escrita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. Creatividad. 	
Tema 6. Acceso a relevadores, configuración y pruebas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce la comunicación y realizar prueba de 50/51 a relevadores digitales GE y SEL. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. Creatividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Saber accesar y configurar dos relevadores digitales (G.E. y SEL). • Realizar pruebas características de operación de la función 50/51. • Obtener los registros de falla para su análisis

8. Prácticas

1. Diseño y alambrado de un simulador de bahía.
2. Conexión de tres transformadores de instrumento de potencial con el objeto de identificar el desfaseamiento vectorial que se presenta con sus posibles combinaciones.
3. Pruebas básicas al transformador de Instrumento de corriente (polaridad, relación y saturación).
4. Práctica de conexión de TP's
5. Prácticas de pruebas a TC's
6. Comunicación y configuración con dos relevadores de sobrecorriente (SEL y G.E)
7. Pruebas de curva característica de dos relevadores de sobrecorriente (SEL y G.E)
8. Pruebas de operación a la función 50 FI
9. Visita a una subestación de potencia de CFE y privada

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé 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. A. R. Van C. Warrington, Protective relaying, Chapman and Hall Rusell Mason, El arte y la ciencia de la protección por relevadores,
2. CECSA
3. Ravindranath, Chander, Protección de sistemas de potencia e interruptores
4. Limusa
5. S. H. Horowitz, Protective relaying for power systems I & II, IEE Press.
6. IEEE Std 242-2001 IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Ind. and Commercial Power Systems
7. Alstom Grid, 2011, Network Protection and Automation Guide
8. IEEE Std C57.13-1993 IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
9. IEEE Std C37.113-1999 IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines.