1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Protecciones Eléctricas
Clave de la asignatura:	AHF-2301
SATCA[1]:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electromecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero electromecánico la capacidad de interpretar, calcular y seleccionar las protecciones del sistema eléctrico de potencia.

El alumno realiza un análisis metodológico de los sistemas de protección de los sistemas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, al crear, innovar y transferir tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de protección, considerando la normatividad y la aplicación de las nuevas tecnologías de los relevadores y de los sistemas comunicación, para la adquisición, el procesamiento de datos y del control supervisor de las redes eléctricas de potencia.

La asignatura propicia en el alumno el análisis de los conceptos de protección primaria y de respaldo de los sistemas eléctricos, así como los elementos que componen una protección y su función, que le permitan comprender la operación, funcionamiento y características que forman parte de la filosofía de la protección.

Los alumnos realizan los cálculos para determinar las magnitudes de las corrientes de falla en los diferentes puntos de la red eléctrica y analizan los efectos de las fallas sobre el sistema eléctrico y la relación de la operación de las protecciones con la estabilidad y continuidad en el sistema eléctrico.

La temática relaciona directamente al fabricante de equipo de protección con las características constructivas de los diversos tipos de relevadores, que llevan al modelado dinámico y análisis de los circuitos eléctricos y electrónicos de los dispositivos durante su operación.

Establece los criterios para la selección y ajuste de los diversos equipos y dispositivos, para la coordinación de las protecciones, de acuerdo a las normas eléctricas.

Intención didáctica

Esta asignatura proporciona las normas y criterios para el diseño de los esquemas de protección de los sistemas eléctricos de potencia. Está organizada en cinco unidades, cuyo contenido temático es referido al análisis y diseño de la protección del sistema eléctrico de potencia.

La unidad uno proporciona la comprensión de la función y objetivo de la protección por relevadores, con los conceptos de protección primaria y de respaldo mediante zonas de protección. Los componentes y dispositivo de una protección. Se analiza el efecto y consecuencia de las fallas sobre la estabilidad y la relación con la protección del sistema eléctrico.

En la unidad dos se describe las características constructivas y operativas de los relevadores de protección electromecánicos, estáticos y microprocesador. Y las especificaciones y características de restauradores y fusibles.

La unidad tres proporciona los criterios y normas para la selección, conexión y cálculo de la capacidad de los transformadores de corriente y de potencial que alimentan a los relevadores de protección.

En la cuarta unidad se fundamentan las conexiones de los componentes de la protección para su análisis e interpretación de los esquemas de protección de generadores, transformadores, buses y líneas especificando las conexiones de los transformadores de instrumentos con los relevadores de protección e interruptores en sus diversos arreglos. Se describen los sistemas de control supervisor y la relación con los esquemas de protección.

La quinta unidad consiste en el desarrollo de un proyecto final de coordinación de protecciones. Es indispensable la aportación de los conocimientos, criterios y normas para la coordinación de protecciones de sobre corriente y de protección de distancia, así como el ajuste de la protección diferencial para sistemas de distribución y transmisión, que permitan la elaborar este proyecto.

El profesor deberá tener especial cuidado en mantener el avance del programa en forma tal de asegurar que los alumnos alcancen el nivel correcto de conocimientos y habilidades en cada unidad y adquieran las competencias específicas a desarrollar.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Acapulco, del 27 de septiembre al 06 octubre de 2023.	Ing. Humberto Gallardo Hernández Ing. Daniel Valladares Arellano Ing. Rubén Nogueda Antonio Ing. José Manuel Romero Rojas	Reunión de trabajo de la academia de Ingeniería Electromecánica para el diseño del módulo de Especialidad.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
• Interpretar, representar, calcular y explicar el comportamiento de las protecciones y su relación con los sistemas eléctricos de potencia. Además de analizar el sistema eléctrico para poder seleccionar e instalar los equipos y dispositivos de protección. • Calcular y diseñar los proyectos y coordinación de la protección de acuerdo a la normatividad vigente.

5. Competencias previas

1. Análisis de circuitos de corriente alterna.

2. Análisis de la Máquina síncrona.

3. Análisis de cortocircuito por componentes simétricas.

4. Análisis de transformadores

5. Cálculos de los parámetros de líneas de transmisión de potencia.

6. Modelación matemática de sistemas físicos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de la protección de sistemas.	1.1 Objetivo y función de los relevadores de protección. 1.2 Justificación de la protección de sistemas eléctricos. 1.3 Concepto de protección primaria y de respaldo. 1.4 Confiabilidad, discriminación, velocidad y selectividad de la protección de sistemas eléctricos. 1.5 Análisis y efectos de la protección sobre la estabilidad del sistema de potencia. 1.6 Criterio de áreas iguales.
2	Características constructivas y operativas de los dispositivos de protección.	2.1 Relevadores analógicos. 2.2 Relevadores estáticos. 2.3 Relevadores microprocesador. 2.4 Restauradores. 2.5 Fusibles.
3	Transformadores de corriente y de potencial.	3.1 Análisis de los transformadores de corriente. 3.2 Análisis de los transformadores de potencial. 3.3 Divisor capacitivo de potencial. 3.4 Criterios de selección.
4	Esquemas de protección.	4.1Protección de generadores. 4.2 Protección de transformadores 4.3 Protección de buses. 4.4 Protección de líneas. 4.5 Control supervisorio.
5	Coordinación de protecciones en líneas de transmisión y redes de distribución.	5.1 Coordinación de protecciones de sobre corriente. 5.2 Ajuste protección diferencial. 5.3 Coordinación de protecciones de distancia. 5.4 Proyecto final de coordinación de protecciones.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fundamentos de la protección de sistemas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Desarrollar los conceptos básicos de la filosofía de la protección y de sus características, a s í como el efecto d e las protecciones sobre la estabilidad del sistema Genéricas: • 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.	• Analizar los conceptos de protección primaria y de respaldo mediante ejemplos de sistemas eléctricos. • Explicar los elementos que componen una protección y su función (TC-rel-interrruptor) • Aplicar conceptos de discriminación confiabilidad, velocidad, selectividad mediante ejemplos de esquemas eléctricos. • Determinar el efecto del tiempo crítico de interrupción de los relevadores, sobre la estabilidad del sistema eléctrico.
2. Características constructivas y operativas de los dispositivos de protección.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Analizar y describir la constitución y principios de funcionamiento de los dispositivos de protección. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos	• Analizar las partes y la operación de los circuitos de los de los diferentes tipos de relevadores analógicos, estáticos y microprocesados. • Interpretar las gráficas de operación. • Describir las parter y analizar las curvas tiempo corriente los tipos de fusibles.

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.	• Conocer y analizar los componentes y operación de las curvas tiempo corriente de los restauradores.
3. Transformadores de corriente y de potencial.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Analizar los fundamentos de los transformadores de instrumentos. • Describir las características y especificaciones de acuerdo a la norma ANSI y IEC. Genéricas: • 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 fuentesdiversas.	• Analizar el circuito electromagnético de los transformadores de corriente y potencial; su diagrama vectorial. C • Calcular la relación de transformación, el burden, el error de la relación y angular. • Determinar las clases de precisión. • Calcular la relación de transformación de los divisores capacitivos, así como la capacidad en faradios de los capacitores de acuerdo a la carga.
4. Esquemas de protección.	

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Analizar e Interpretar los diversos esquemas de protección en generadores, transformadores, buses y líneas. • Aplicar la normatividad estandarizando los arreglos de protecciones. Genéricas: • 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.	• Analizar los esquemas y arreglos de la protección del estator y del rotor. • Describir e interpretar la protección contra sobrevoltaje. • Determinar los esquemas de protección diferencial para generadores. • Analizar los diferentes esquemas de protección diferencial, el funcionamiento del relevador bucholtz, y la protección del neutro aterrizado en transformadores. • Describir y analizar los esquemas de protección de buses de subestaciones. • Analizar e Interpretar los esquemas para las protecciones de sobre corriente y de distancia en líneas de distribución y transmisión. Incluyendo el control supervisorio
5. Coordinación de protecciones en líneas de transmisión y redes de distribución.	
Específica(s): Establecer los criterios y normas que permitan calcular, seleccionar, ajustar los elementos y dispositivos para el proceso de coordinación de protecciones del sistema eléctrico de potencia. Genéricas: • Capacidad de abstracción, análisis y	• Analizar las normas y criterios para la coordinación de protecciones. • Resolver ejemplos de coordinación de protecciones de sobrecorriente. • Resolver ejemplos de coordinación de protecciones de distancia.

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.	• Elaborar un proyecto final de coordinación de protecciones de un circuito de la CFE.

8. Práctica(s)

- Práctica de operación sin carga y carga equilibrada.
- Práctica de protección por sobrecorriente
- Práctica de sobre y bajo voltaje.
- Práctica de sobre y bajo frecuencia
- Protección de falla a tierra de línea de transmisión
- Protección de bajo tensión de línea de transmisión
- Desarrollo de un proyecto de coordinación de protecciones de un circuito de la CFE.

Estas prácticas se tienen que desarrollar en el simulador SMART GRID.

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 especificas 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 de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño:

- Evaluación de reportes de investigaciones documentales y experimentales.
- Evaluación de reportes de prácticas, con solución analítica, y simulaciones.
- Revisión de tareas de los problemas asignados en forma grupal o individual.
- Evaluar con examen los conocimientos adquiridos en clase.

11. Fuentes de información

1. Masón, C. Russell. "El Arte y Ciencia de los Relevadores de Protección", primera edición, Compañía Editorial Continental. México 1980. 846 pp.
2. Ravindranath B. Chander M. " Protección de sistemas e Interruptores": Editorial Limusa.
3. Elomore W. "Protective Relaying. Theory and Aplications.", ABB.
4. Enríquez Harper Gilberto. "Fundamentos de protección de sistemas eléctricos por relevadores". Editorial Limusa.
5. Manual de procedimientos de coordinación de sobrecorriente en sistemas de distribución. CFE
6. Glover D. Sarma M. "Sistemas de potencia análisis y diseño". Editorial THOMSON.
7. Enríquez Harper Gilberto. " Elementos de diseño de subestaciones eléctricas". Editorial Limusa.
8. Protective Relays. "Aplication Guide. The English Electric Company Limited", EUA 1998. 679 pp. Westinghouse Electric Corporation, "Relay Istrument
9. Catálogos de fabricantes de equipo de protección.
10. © 2018. DE LORENZO SPA. Printed in Italy. All right reserved. DE LORENZO SPA. V. le Romagna, 20. 20089. Rozzano (MI) Italy. Tel. ++39 02 8254551 - Fax ++39 02 8255181E-mail: info@delorenzo.itWebsites: www.delorenzoglobal.com.