

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia
Carrera:	Ingeniería Eléctrica
Clave de la asignatura:	SEE-1303
(Créditos) SATCA ¹	3 - 1 - 4

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Eléctrico la capacidad para, calcular y analizar el comportamiento de las protecciones en un sistema de potencia, en especial bajo condiciones de falla.

Permite introducir al estudiante en la filosofía en que se basa la operación de los relevadores de protección y sus características. El estudiante será capaz de seleccionar las protecciones de los elementos primarios de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP).

Esta asignatura se apoya en otras materias de la parte genérica relacionadas con el contenido de la misma y permite ampliar el campo de acción del ingeniero Eléctrico.

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en las siguientes cuatro unidades:

La primera unidad se estudia la filosofía en que se basa la aplicación de los relevadores y el principio de operación de los diferentes tipos de relevadores.

En la segunda unidad se describen las protecciones que se aplican normalmente a los transformadores de potencia y las barras colectoras, en especial la protección diferencial de corriente.

En la tercera unidad se estudia la protección de líneas, haciendo énfasis en la protección de distancia por zonas de protección, también se trata la protección de las mismas mediante el sistema piloto.

En la cuarta unidad se analizan las condiciones anormales de funcionamiento a que están sujetos los generadores síncronos de las plantas generadoras de un SEP, las cuales pueden ser fallas internas en el grupo turbina – generador o fallas externas en el sistema.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar las protecciones de los elementos primarios de un SEP. • Calcular y analizar el comportamiento de las protecciones de un SEP, bajo condiciones de falla y de condiciones anormales de operación. 	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales <p>Competencias sistémicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, del 20 al 24 de agosto de 2012.	Integrantes de la academia de Ingeniería Eléctrica del instituto Tecnológico de Hermosillo.	Reunión de propuesta del modulo de especialidad de la currícula por competencias del programa de Ingeniería Eléctrica.

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Seleccionar las protecciones que deben tener los elementos primarios de un SEP. Calcular y analizar el comportamiento de las protecciones de un sistema eléctrico de potencia, bajo condiciones de falla y de condiciones anormales de operación

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

Conocimiento en electromagnetismo, modelación de elementos de Sistemas Eléctricos de Potencia, cálculo de flujos de carga, cálculo de fallas, operación de transformadores y máquinas síncronas

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Filosofía y principio de operación de los relevadores.	1.1 Filosofía de la protección de SEPs 1.2 Protección primaria y de respaldo 1.3 Clasificación de los relevadores de protección. 1.4 Transformadores de corriente y potencial 1.5 Relevadores de voltaje y sobre corriente 1.6 Relevadores direccionales
2	Protección de Transformadores y Barras.	2.1 Tipos de fallas en transformadores 2.2 Corriente de magnetización 2.3 Protección diferencial de transformadores de dos y tres devanados 2.4 Protección de respaldo 2.5 Curva de daño del Transformador 2.6 Protección de barras. 2.7 Protección diferencial de corriente 2.8 Protección diferencial de voltaje 2.9 Protección con relevadores digitales
3	Protección de Líneas	3.1 Protección de líneas con relevadores de corriente. 3.2 Protección de líneas con relevadores de distancia 3.2.1 Relevador tipo admitancia 3.2.2 Relevador tipo reactancia. 3.2.3 Relevador tipo cuadrilateral 3.3 Respuesta del relevador de distancia 3.3.1 Generación intermedia 3.3.2 Oscilaciones de potencia 3.4 Protección de líneas con sistema piloto 3.4.1 Sistema de comunicaciones 3.4.2 Protección piloto de disparo trasferido directo, permisivo de bajo alcance y sobre alcance. 3.5 Protección diferencial de línea

4	Protección de Generadores	4.1 Protección contra fallas internas 4.1.1 Falla de fase del estator 4.1.2 Falla de tierra del estator 4.1.3 Falla de tierra del rotor 4.2 Protección contra fallas externas 4.3 Protección contra condiciones anormales 4.3.1 Pérdida de excitación 4.3.2 Corrientes desbalanceadas del estator 4.3.3 Sobreexcitación 4.3.4 Potencia inversa 4.3.5 Baja frecuencia

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor deberá ser conocedor de la asignatura, conocer su origen y desarrollo histórico, coordinar el trabajo en equipo y fomentar la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo, considerando el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como reto para la construcción de nuevos conocimientos. Para lo anterior deberá:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de tecnologías de información en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción - deducción y análisis - síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su solución y análisis.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes de investigación documental.
- Exámenes para comprobar el manejo de aspectos teóricos.
- Reporte de proyecto asignado.
- Aplicación con software especializado.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Principio de operación de los relevadores

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer la función principal de los relevadores de protección y sus propiedades operativas.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar sobre la aplicación de los relevadores de protección en un sistema de potencia.• Investigar la clasificación de zonas de protección de los elementos primarios del SEP• Analizar y aplicar las protecciones primarias y de respaldo.• Relacionar la aplicación de las corrientes de falla con la operación de los relevadores

Unidad 2: Protección de Transformadores y Barras

Competencias específicas a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none">• Analizar los tipos de fallas que se presentan en los transformadores de potencia y en las barras de alta tensión.• Aplicar los esquemas de protección diferencial para los transformadores y de barras.• Aplicar los esquemas de protección de respaldo de los transformadores.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar y discutir las fallas internas y externas que se presentan en los transformadores.• Describir el funcionamiento de la protección diferencial de corriente.• Calcular parámetros de ajuste de las protecciones de transformadores y de barras.• Analizar los tipos de protección diferencial de barras.

Unidad 3: Protección de Líneas

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none">• Clasificar las protecciones de líneas de transmisión por sus características de operación.• Aplicar las zonas de protección del relevador de distancia en líneas de transmisión.• Describir el sistema piloto de protección.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar la clasificación del relevador de distancia por su característica de operación• Determinar las zonas de protección del relevador de distancia tomando en cuenta la generación intermedia (INFEED).• Investigar la aplicación del sistema piloto de protección.

	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comparar la protección de líneas con y sin empleo del sistema piloto.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unidad 4: Protección de generadores.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los tipos de fallas y condiciones anormales a que están sujetos los generadores. • Conocer y aplicar las protecciones de los generadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las protecciones de un generador. • Analizar la operación de las protecciones de un generador para los diferentes tipos de fallas y condiciones anormales. • Formar grupos de trabajo para analizar esquemas de protecciones del generador.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Blackburn J. L., Protective relaying: Principles and Applications, Marcel Dekker, Inc, New Cork.
2. Horowitz S. H., Power System Relaying, second edition, John Wiley & Sons Inc
3. Anderson, P.M., Power System Protection, IEEE Press Power Engineering Series, John Wiley & Sons
4. Mason C. Russell, Arte y ciencia de los relevadores de protección, John Wiley & Sons Inc.

5. Mason C. Russell, the art and science of protective relaying, John Wiley & Sons Inc.
6. Westinghouse, Applied Protective Relaying.
7. Westinghouse, Transmission and distribution reference book.
8. Glover y Sarma, Sistemas de potencia. Análisis y Diseño, Ed. Thomson.
9. Publicaciones especializadas CFE, IEEE, CIGRE.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Aplicación de los relevadores de protección.
- Prácticas de simulación digital.