

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

| | |
|--------------------------|---|
| Nombre de la asignatura: | Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia |
| Carrera: | Ingeniería Eléctrica |
| Clave de la asignatura: | SEJ-1305 |
| SATCA | 3-2-5 |

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la Asignatura.

La continuidad y la calidad del servicio son dos requisitos íntimamente ligados al funcionamiento de un sistema eléctrico de potencia (SEP). La continuidad hace referencia al hecho de que el SEP debe garantizar que la energía producida en los centros de generación sea suministrada de forma ininterrumpida a los centros de consumo. Esta característica adquiere especial importancia si se tiene en cuenta que la energía eléctrica, a diferencia de otros tipos de energía, no puede ser almacenada en forma significativa, por lo que una interrupción del suministro tiene repercusiones directas e inmediatas sobre los procesos que se desarrollan a partir del consumo de energía eléctrica.

Tanto por razones técnicas como económicas, es imposible evitar que se produzcan fallas. El diseño de un sistema eléctrico debe contemplar el hecho de que van a producirse fallas de manera aleatoria e inesperada, por lo que es necesario dotarlo de los medios adecuados para su tratamiento. Por ésta razón, los SEP incorporan un sistema de protección que tiene por objetivo minimizar los efectos derivados de los diferentes tipos de fallas que pueden producirse.

La actuación del sistema de protección va encaminada, por tanto, a mantener tanto la calidad como la continuidad del servicio, intentando que ambas características se resientan mínimamente durante un tiempo mínimo. Para ello es necesario que la red sea planificada de manera que permita ofrecer alternativas de operación que posibiliten la adecuada alimentación de todos los puntos de consumo aunque se produzcan fallas que afecten a elementos de la generación, transmisión o distribución.

Por las razones antes expuestas, en ésta asignatura se trata de proporcionar los conocimientos necesarios de protecciones eléctricas para diseñar e implementar diferentes esquemas eléctricos, para salvaguardar el buen funcionamiento de equipos eléctricos tales como máquinas rotativas, estáticas, subestaciones eléctricas y líneas de transmisión, con el apoyo de herramientas computacionales.

3.-COMPETENCIAS A DESARROLLAR

| | |
|---|---|
| Competencias específicas <ul style="list-style-type: none">• Representar un sistema eléctrico de potencia(diagramas unifilares)• Calcular valores por unidad para un sistema determinado• Realizar cálculo de corto circuito para una configuración particular | Competencias genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis de sistemas eléctricos de potencia• Conocimientos básicos de la carrera de Ingeniería Eléctrica• Comunicación oral y escrita• Habilidades para manejar software de simulación• Solución de problemas• Toma de decisiones• Habilidad para investigar, analizar y procesar información proveniente de fuentes diversas como libros, artículos, congresos, páginas de internet <u>Competencias interpersonales</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica para evaluar una falla eléctrica y proponer sistemas de protección• Trabajo e integración en equipo <u>Competencias sistémicas</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aprender mediante la investigación, análisis y reflexión• Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica• Habilidad para trabajar en forma autónoma y en equipo |
|---|---|

4.-HISTORIA DEL PROGRAMA

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer y aplicar los esquemas de protección más usados en sistemas eléctricos, y el funcionamiento de los instrumentos de medición y control aplicados en los sistemas de protección.

Utilizar control supervisorio para observar el origen de una falla y así mismo poder restablecer el sistema.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- El alumno deberá tener un conocimiento claro del sistema por unidad usado en el cálculo de las protecciones eléctricas.
- Conocer acerca de la presentación de sistemas lineales en el dominio del tiempo y la frecuencia.
- Conocer y aplicar las técnicas nodales para el análisis de redes eléctricas. En particular, es importante que el alumno sepa dar una interpretación física que tienen los elementos de las matrices Y nodo y Z nodo.
- Entender el modelo en estado estacionario de la maquina sincrónica y saber cómo construir la curva de cargabilidad de esta máquina.
- Interpretar los modelos de líneas de transmisión y de transformadores con cambio de taps para estudio para estado estacionario. Deber tener una idea acerca de la relación que hay entre las características geométricas de las líneas con sus parámetros eléctricos.
- Aplicar las técnicas de cálculo para obtener puntos máximos y mínimos de funciones de una y varias variables.
- Conoce y aplica la técnica de estimación de mínimos cuadrados. Es importante que el alumno tenga claridad acerca de las ideas que están detrás de esta técnica.
- Analiza el modelo clásico de la maquina síncrona para el análisis transitorio. Deberá haber estudiado el concepto de ángulo de carga en máquinas síncronas.
- Analiza modelos y condiciones de operación de motores eléctricos.
- Conoce la lógica matemática.
- Analiza y aplica algoritmos numéricos.

7.- TEMARIO

| Unidad | Temas | Subtemas |
|--------|---|--|
| 1 | Introducción a las Protecciones | 1.1 Desarrollo histórico de los sistemas de protección. 1.2 Necesidad de los sistemas de protección. 1.3 Exigencias a los equipos de protección. 1.4 Zonas de protección. <ul style="list-style-type: none">• Protección principal• Protección de reserva. 1.5 Métodos de puesta a tierra del sistema. |
| 2 | Descripción de funcionamiento de los equipos asociados a los sistemas de protección | 2.1 Generalidades 2.2 Teoría del transformador de medida. 2.3 Transformador de corriente 2.4 Transformador de tensión 2.5 Interruptores 2.6 Restauradores 2.7 Seccionalizadores 2.8 Fusibles. |
| 3 | Conceptos básicos sobre relés de protección | 3.1 Definición 3.2 Disposición general de un relé de protección 3.3 Cualidades necesarias en los relés 3.4 Clasificación de los relés de protección <ul style="list-style-type: none">• Relevador de sobre corriente• Relevador diferencial• Relevador de distancia 3.5 Relés electromagnéticos 3.6 Relés estáticos 3.7 Contactos 3.8 Circuitos de conexión de los relés de protección 3.9 Comparadores |

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | Protección de líneas | 4.1 Generalidades 4.2 Protecciones de líneas por relés de sobre intensidad 4.3 Protección de líneas de relés de distancia 4.4 Protección de líneas de enlaces entre extremos 4.5 Protección de un sistema de distribución 4.6 Protección de sobre corriente direccional |
| 5 | Protección de máquinas rotativas | 5.1 Introducción 5.2 Conexión de generadores 5.3 Conexión del neutro del generador y fallas a tierra 5.4 Protección primaria contra fallas entre fases en el estator 5.5 Protección contra fallas a tierra en el estator 5.6 Protección contra sobrecargas 5.7 Fallas rotoricas 5.8 Detección de fallas a tierra rotoricas 5.9 Protección contra reducción o pérdida de excitación 5.10 Protección contra sobretensiones 5.11 Desequilibrio de fases 5.12 Operación fuera de frecuencia |
| 6 | Protección de máquinas estáticas | 6.1 Protección de transformadores 6.2 Protección de diferencial para transformadores 6.3 Protección de sobre intensidad para transformadores 6.4 Relés Buchhols 6.5 Protección contra sobrecargas 6.6 Protección de reactancias stunt 6.7 Protección de baterías de condensadores. |
| 7 | Protección de subestaciones | 7.1 Introducción 7.2 Requerimientos de la protección 7.3 Filosofía de la protección diferencial de barras (PDB) 7.4 PDB con multi frenado <ul style="list-style-type: none"> • Protección diferencial de alta impedancia • PDB con transformadores de núcleo de aire • PDB de sobre intensidad de tiempo inverso • Localización de los transformadores de intensidad. |

8.- SUGERENCIAS DIDACTICAS

EL PROFESOR DEBE

- Sugerir la utilización de un simulador real de sistemas eléctricos de potencia y protecciones de Lorenzo.
- Reunir información de esquemas de protección y manuales de relevadores digitales... Como un primer trabajo en equipo se sugiere que los estudiantes entiendan el funcionamiento de estos sistemas y dispositivos de protección y lo expongan en clase.
- Desarrollar aplicaciones en ASPEN y Power Tools software para análisis de sistemas de eléctricos y protecciones, planteando diferentes condiciones de fallas y definir las protecciones adecuadas.
- Organizar visitas a plantas generadoras, subestaciones y a empresas que desarrollan equipo de protección control y medición para conocer la operación y funcionamiento de ellos.
- Fomentar actividades grupales para que el alumno programe y simule sistemas.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACION

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

11. FUENTES DE INFORMACION

Bibliografía de software de apoyo. Se enumeraran la bibliografía y el software de apoyo recomendado, además de las fuentes de información de distinta índole (Hemerográficas, video gráficas, electrónicas, etc.

1. Mason, e. r. the art and science of protective, John wilwy and sons.
2. Ravindranath, d y m. chandler: Proteccion de sistemas de potencia e interruptores. Limusa.
3. Areval Libro Azul, Network Protection and Automation Guide
4. J. Lewis Blackburn, Protective Relaying. Principe and Applications, Marcel Dekker Inc.
5. Westinghouse electric corp: applied protective relaying. 1982.
6. Warrington a.r. protective relays: their theory and practive, vol. 1 chapman and hall
7. Warrington a.r. protective relays: their theory and practive, vol. 2 chapman and hall.
8. Paul M. Anderson, Power System Protection. IEEE Press Series.
9. Horowitz, s.h. Protective relaying for power systems, IEEE Press Series.

12.- PRACTICAS PROPUESTAS

- Protección de líneas por sobrecorriente
- Protección de líneas con relevadores de distancia
- Protección de una línea con falla a tierra con relevadores direccional
- Protección de un transformador por sobrecorriente
- Protección de un transformador con protección diferencial
- Protección de bus tipo anillo con relevadores direccional
- Protección de frecuencia de un generador
- Protección de desbalanceo de un generador
- Protección diferencial de un generador