



ÁREA CURRICULAR: ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN

SÍLABO N° 71 PROTECCIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1	Departamento Académico:	:	Ingeniería Eléctrica
1.2	Semestre Académico:	:	2019 - B
1.3	Código de la Asignatura:	:	IA1010
1.4	Ciclo:	:	X
1.5	Créditos:	:	03
1.6	Horas lectivas (Teoría, Práctica, Laboratorio)	:	4(T=2, P=2)
1.7	Condición del curso	:	Obligatorio
1.8	Requisito(s)	:	ES917 Estabilidad de Sistemas de Potencia
1.9	Docente	:	Dr. Oyanguren Ramírez Fernando José

II. SUMILLA

El curso pertenece al área de estudios de especialidad, es de naturaleza teórico práctico y carácter obligatorio, tiene el propósito de formar al discente en los: Conceptos generales, clasificación de los niveles de protección electromagnéticos. Transductores de tensión, corriente y otros. Relés electromagnéticos. Relés estáticos y numéricos multifunción. Sistemas de comunicación para protección. Protección de sobre corriente y de falla a tierra. Protección unitaria de alimentadores, barras, transformadores y generadores. Protección de distancia. Asimismo, se conceptualiza los procedimientos técnicos que conlleva a la realización de los estudios de coordinación de la protección utilizando tecnología punta.

III. COMPETENCIAS Y CAPACIDADES

3.1 Competencias

- Describe los conceptos, aspectos básicos y los componentes de un sistema de protección.
- Aplica la teoría del cálculo de las corrientes de cortocircuito y coordinación de los relés de sobrecorriente.
- Realiza el análisis de la protección de generadores, transformadores, barras y líneas de transmisión.
- Efectúa el análisis de fallas y el análisis de las oscilografías de los relés.

3.2 Capacidades

- Maneja los conceptos, aspectos básicos y los componentes de un sistema de protección.
- Reconoce la teoría del cálculo de las corrientes de cortocircuito y coordinación de los relés de sobrecorriente.
- Explica el análisis de la protección de generadores, transformadores, barras y líneas de transmisión.



- Estudia el análisis de fallas y el análisis de las oscilografías de los relés.

3.3 Contenidos actitudinales

- Admite los conceptos, aspectos básicos y los componentes de un sistema de protección.
- Adopta la teoría del cálculo de las corrientes de cortocircuito y coordinación de los relés de sobrecorriente.
- Avala el análisis de la protección de generadores, transformadores, barras y líneas de transmisión.
- Valora el análisis de fallas y el análisis de las oscilografías de los relés.

IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS Y ACTIVIDADES



UNIDAD I: CONCEPTOS, PRINCIPIOS BÁSICOS Y COMPONENTES DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN				
CAPACIDAD: Maneja los conceptos, aspectos básicos y los componentes de un sistema de protección.				
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
1	<ol style="list-style-type: none">1. Principios Generales de un sistema de protección.2. Desarrollo histórico de los sistemas de protección.3. Exigencia y características de los equipos de protección.4. Componentes de un sistema de protección. Zonas de protección.5. Protección principal y de respaldo.	<p>Expone los conceptos y principios fundamentales de los sistemas de protección.</p> <p>Analiza los Componentes y zonas de un sistema de protección.</p> <p>Utiliza los sistemas de protección principal y de respaldo.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4
2	<ol style="list-style-type: none">1. Simbología de los dispositivos utilizados en sistemas de protección.2. Simbología de las funciones de protección.3. Determinación de las zonas de protección.4. Valores en por unidad de magnitudes eléctricas.	<p>Reconoce la simbología de las funciones de los diferentes tipos de relés.</p> <p>Determina las zonas de protección de un sistema eléctrico de potencia.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4
3	<ol style="list-style-type: none">1. Teorema de Fortescue.2. Sistemas Trifásicos de secuencia positiva, negativa y homopolar.3. Redes de secuencia del generador.4. Redes de secuencia del transformador.5. Redes de secuencia de las líneas de transmisión.6. Redes de secuencia de las cargas.7. Ejercicios de aplicación.	<p>Reconoce el teorema de Fortescue y su aplicación en el cálculo de falla.</p> <p>Ejecuta y calcula las redes de secuencia de los generadores, transformadores, líneas de transmisión y cargas del sistema eléctrico de potencia.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4



UNIDAD II: CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO Y COORDINACIÓN RELÉS DE SOBRECORRIENTE				
CAPACIDAD: Reconoce la teoría del cálculo de las corrientes de cortocircuito y coordinación de los relés de sobre corriente.				
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
4	1. Transformador de corriente. 2. Simbología, circuito equivalente y marca de polaridad. 3. Error de un transformador de corriente. 4. Límite térmico. 5. Selección de un transformador de corriente.	Utiliza la representación del transformador de corriente. Analiza los errores y límites térmicos de un transformador de corriente. Selecciona un transformador de corriente.	<u>Lectivas (L):</u> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas	4
5	1. Transformador de tensión. 2. Simbología, circuito equivalente y marca de polaridad. 3. Carga nominal de un transformador de tensión. 4. Cálculo de la carga nominal. 5. Selección de un transformador de tensión.	Utiliza la representación de un transformador de tensión. Calcula la carga nominal de un transformador de tensión. Selecciona un transformador de tensión.	<u>Lectivas (L):</u> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas	4
6	1. Cálculo de corrientes de cortocircuitos para fallas simétricas (trifásica y trifásica a tierra). 2. Cálculo de corrientes de cortocircuito para fallas asimétricas (monofásica, bifásica, bifásica a tierra)	Calcula las de corrientes de cortocircuitos para fallas simétricas. Calcula las de corrientes de cortocircuitos para fallas asimétricas.	<u>Lectivas (L):</u> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas	4
7	1. Relé de sobrecorriente. Principio básico de funcionamiento. 2. Clasificación de los relés de sobrecorriente. 3. Coordinación de la protección con relés de sobrecorriente. 4. Ejemplos de aplicación.	Reconoce los principios de funcionamiento de un relé de sobrecorriente. Resuelve la coordinación de la protección con relés de sobrecorriente.	<u>Lectivas (L):</u> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas	4
8	EXAMEN PARCIAL			



UNIDAD III: PROTECCIÓN DE GENERADORES, TRANSFORMADORES, BARRAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

CAPACIDAD: Explica el análisis de la protección de generadores, transformadores, barras y líneas de transmisión.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protección de generadores síncronos. 2. Tipos de protección del generador síncrono. 3. Tipos de puesta a tierra de los generadores. 4. Efecto de la frecuencia en las turbinas de los generadores térmicos. 	<p>Reconoce los tipos de protección de un generador síncrono.</p> <p>Reconoce los tipos de protección de un generador síncrono.</p> <p>Selecciona protección de un generador síncrono.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas 	4
10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protección de transformadores. 2. Tipos de protección de los transformadores. 3. Regla de conexión de los transformadores de corrientes en transformadores trifásicos. 4. Transformador Delta Estrella. 	<p>Reconoce los tipos de protección de un transformador.</p> <p>Reconoce los tipos de protección de un transformador.</p> <p>Selecciona protección de un transformador.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas 	4
11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protección de barras. 2. Tipos de protección de barras. 3. Tipos de conexión de barras en subestaciones. 	<p>Reconoce los tipos de protección de barras.</p> <p>Reconoce los tipos de protección de barras.</p> <p>Selecciona protección de barras.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas 	4
12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protección de líneas de transmisión. 2. Tipos de protección de líneas de transmisión. 3. Relés Direccionales y de Distancia. 4. Teleprotección y esquemas de protección. 	<p>Reconoce los tipos de protección de líneas de transmisión.</p> <p>Reconoce los tipos de protección de un generador síncrono.</p> <p>Selecciona protección de un generador síncrono.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema - 1 horas • Desarrollo del tema - 3 horas 	4



UNIDAD IV: ANÁLISIS DE FALLAS Y OSCILOGRAFÍAS DE RELÉS				
CAPACIDAD: Efectúa el análisis de fallas y el análisis de las oscilografías de los relés.				
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
13	<ol style="list-style-type: none">1. Programa SIGRA.2. Interpretación de las oscilografías.3. Análisis de falla mediante oscilografías.	<p>Reconoce el programa SIGRA y analiza oscilografías.</p> <p>Interpreta el uso de las oscilografías de los relés.</p> <p>Analiza de fallas mediante las oscilografías de relés.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4
14	<ol style="list-style-type: none">1. Comité de Análisis de Fallas del COES.2. Metodología para presentar un informe de análisis de falla.3. Ejemplo de aplicación.	<p>Reconoce las funciones del Comité de Análisis de Falla del COES.</p> <p>Ejecuta la metodología para presentar un informe de análisis de falla.</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4
15	<ol style="list-style-type: none">1. Rechazo automático de carga.2. Desconexión automática de generación ante un problema de frecuencia en el sistema eléctrico de potencia.	<p>Reconoce los principios del rechazo automático de carga.</p> <p>Reconoce la desconexión la desconexión automáticos de generación ante un problema de frecuencia en el sistema eléctrico de potencia..</p>	<p>Lectivas (L):</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción al tema - 1 horas• Desarrollo del tema - 3 horas	4
16	EXAMEN FINAL			
17	EXAMEN SUSTITUTORIO			



V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

- Método Expositivo - Interactivo. Disertación docente, participación activa del estudiante.
- Método de Discusión Guiada. Conducción del grupo para abordar situaciones y llegar a conclusiones.
- Método de Demostración - Ejecución. El docente ejecuta para demostrar cómo y con qué se hace y el estudiante ejecuta, para demostrar lo que aprendió.

VI. RECURSOS Y MATERIALES

- Equipos: Computadora personal para el profesor, ecran y proyector de multimedia.
- Diapositivas en Power Point.
- Materiales: Guía de clases.
- Pizarra y plumones de colores.

VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

El promedio final se obtendrá a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio Final del Curso} = \frac{EP + 2 * EF + PL}{4}$$

EP = Examen Parcial

EF = Examen Final

PL = Promedio Laboratorio

Observaciones:

1. La nota mínima aprobatoria de la asignatura es 10.5
2. Las intervenciones orales referidas al desarrollo de la asignatura, por parte de los estudiantes durante las clases, pueden ser voluntarias o solicitadas al alumno por el profesor, con la finalidad de observar el proceso de enseñanza-aprendizaje y de motivar la atención del sujeto del aprendizaje.
3. La asistencia es obligatoria para la evaluación del alumno, puesto que con el 30% de inasistencias el alumno tendrá como calificativo NSP.

VIII. FUENTES DE CONSULTA

Bibliográficas

Blackburn, Lewis, Domin, Thomas. (2006). Protective Relaying Principles and Applications. 3ª ed. Estados Unidos: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Mason, Rusell. (1994). The Art & Science of Protective Relaying. 1ª ed. Estados Unidos: General Electric.

Montané, Paulino. (2000). Protecciones en las Instalaciones Eléctricas Evolución y Perspectivas. 1ª ed. España: Marcombo.

Hewitson, L., Brown, M., Balakrishnan, R. (2004). Power System Protection. 1ª ed. Inglaterra: Elsevier.

Mujal, Ramón. (2002). Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia. 1ª ed. España: CPET-Edicions UPC.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

Monticelli, A. (1999). State Estimation in Electric Power Systems, A Generalized Approach. 1^{ra} ed. Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.

Kindermann, Geraldo. (2010). Cortocircuito. 1^{ra} ed. Brasil: LabPlan.

Anderson, Paul. (1999). Power Systems Protection. 1^{ra} ed. Estados Unidos: John Willey & Sons Ltd.

Anderson, Paul. (1973). Analysis of Faulted Power System. 1^{ra} ed. Estados Unidos: IEEE PRESS Power Systems Engineering Series.

Paitthankar, Y., Bhide, S. (2003). Fundamentals of Power System Protection. 1^{ra} ed. India: Prentice-Hall.