



Carrera: <b>Ingeniería Eléctrica</b>				
Unidad Curricular: <b>PROTECCIÓN A SISTEMAS ELECTRICOS DE ALTA TENSIÓN</b>				Código: <b>EPA</b>
Prelación: <b>Protecciones de Baja y Media Tensión</b>				Condición: <b>Electiva</b>
HT: <b>3</b>	HP: <b>2</b>	HL: <b>2</b>	HTI: <b>6</b>	Créditos: <b>3</b>
Ubicación: <b>Décimo Quinto Trimestre</b>		Componente: <b>Formación Profesional Específica</b>		Fecha de Aprobación:

HT: Horas teóricas; HP: Horas Prácticas; HL: Horas de Laboratorio; HTI: Horas de Trabajo Independiente

### I. JUSTIFICACIÓN

Para el correcto funcionamiento de un sistema de transmisión de energía eléctrica en todas sus etapas debe estar correctamente protegido a fin de cumplir con las premisas principales de todo sistema de potencia: garantizar un servicio eléctrico continuo, confiable, eficaz y seguro. En virtud de ello el futuro Ingeniero Electricista debe conocer: todos los elementos que conforman un sistema de potencia desde el punto de generación hasta el consumidor, cuáles son los riesgos a los que están sometidos cada uno de esos elementos, qué elementos se pueden utilizar para protegerlos y los criterios de diseño que deben considerarse para proteger adecuadamente ese sistema.

La unidad curricular Protecciones de Sistemas Eléctricos de alta tensión, le permite al futuro ingeniero electricista adquirir todos los conocimientos necesarios para desempeñarse como un ingeniero en el área de las protecciones eléctricas tanto a nivel de diseño, planificación, ejecución, operación y mantenimientos de los sistemas de protección alta tensión.

### II. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y GENÉRICAS A DESARROLLAR SEGÚN EL PERFIL

La unidad curricular contribuirá al desarrollo de las competencias genéricas y específicas del perfil de egreso que se indican a continuación.

GENÉRICAS	ESPECÍFICAS
<p><b>G2.</b> Comunicación eficaz oral y escrita: Comunica de manera clara y correcta ideas y opiniones en el idioma castellano, mediante la expresión oral, la escritura y los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos.</p> <p><b>G3.</b> Aprendizaje, desarrollo personal y profesional: Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida, en</p>	<p><b>E5.</b> Inspecciona la correcta ejecución de las obras y proyectos bajo su responsabilidad, verificando el estricto cumplimiento del proyecto y su avance, para garantizar la correcta ejecución y el adecuado desempeño del personal.</p> <p><b>E6.</b> Opera y controla equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, aplicando normas, conceptos y elementos</p>

<p>función de sus objetivos y sobre la base de la formación adquirida, para adaptarse e impulsar nuevas situaciones y alcanzar la realización personal y profesional.</p> <p><b>G4.</b> Ética, responsabilidad profesional y compromiso social: Actúa con conciencia ética y cívica, en el contexto local, nacional y global, sustentado en principios y valores de justicia y defensa de los derechos fundamentales del hombre para dar respuesta oportuna a las necesidades que la sociedad le demanda como persona, ciudadano y profesional, estimando el impacto económico, social y ambiental de las soluciones propuestas.</p> <p><b>G6.</b> Liderazgo y trabajo en equipo : Integra equipos de trabajo, con adecuado desempeño de las relaciones interpersonales, en los que fomenta valores como el respeto, la responsabilidad, la unidad y la cooperación, con el propósito de desarrollar proyectos que motiven y conduzcan hacia metas comunes.</p> <p><b>G7.</b> Gestión tecnológica: Utiliza con idoneidad las tecnologías de la información y la comunicación, requeridas para desempeñarse en el contexto académico y profesional.</p> <p><b>G8.</b> Resolución de problemas: Identifica y plantea problemas para resolverlos con criterio y de forma efectiva, utilizando la lógica, los saberes adquiridos y herramientas organizadas adecuadamente.</p> <p><b>G11.</b> Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.</p>	<p>técnicos, socioeconómicos y ambientales para garantizar su funcionamiento continuo, así como la utilización y consumo de energía eléctrica para su optimización.</p> <p><b>E7.</b> Aplica y planifica programas de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, para asegurar su correcto funcionamiento y conservación, siguiendo los procedimientos técnicos correspondientes</p> <p><b>E9.</b> Desarrolla tecnologías o las adapta con el interés de dar soluciones óptimas a diversos problemas asociados a cada contexto laboral en particular.</p> <p><b>E11.</b> Dirige o supervisa la instalación apropiada de un sistema eléctrico, así como configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, cumpliendo con los procedimientos, instructivos y documentos asociados al sistema de gestión de calidad y seguridad, la optimización de los procesos y la racionalización de costos.</p> <p><b>E14.</b> Selecciona apropiadamente los elementos y equipos a utilizar tanto en un sistema eléctrico, como en las configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, para asegurar su efectividad.</p>
--	---

### III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Identifica las potenciales fallas que se presentan en un sistema eléctrico de alta tensión para determinar sus causas y riesgos asociados a ellas

RA2. Analiza cómo prevenir y disminuir el efecto de una falla en un sistema eléctrico de alta tensión para garantizar un diseño adecuado del sistema de protección

RA3. Distingue las características de los diferentes dispositivos de protección y transformación existentes para seleccionarlos y utilizarlos adecuadamente

RA4. Realiza pruebas a dispositivos de protección utilizando las herramientas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de los mismos

RA5. Planifica los sistemas de protección en alta tensión manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros para obtener un sistema eléctrico seguro, confiable, eficiente y correctamente coordinado

RA6. Utiliza programas de simulación de dispositivos y sistemas de protección para el análisis de su desempeño en un sistema de distribución de alta tensión

RA7. Elabora planos de protecciones eléctricas en alta tensión manejando las herramientas y técnicas adecuadas para su representación gráfica

#### IV. CONTENIDOS

##### a. Contenidos Conceptuales, Procedimentales y Actitudinales

<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<b>Contenidos</b>
<p><b>RA1.</b> Identifica las potenciales fallas que se presentan en un sistema eléctrico de media y baja tensión para determinar sus causas y riesgos asociados a ellas</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Tipos de Falla Riesgos que acarrea cada falla Causas de las fallas <b>Procedimentales:</b> Identifica las diferentes fallas y riesgos asociados a ellas, a los que está sometido un sistema eléctrico Reconoce las causas de las fallas eléctricas Analiza cómo prevenir y disminuir el efecto de una falla <b>Actitudinales:</b> Toma conciencia de los riesgos a los que está sometido un sistema eléctrico Reconoce la importancia que tienen los sistemas de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que diseña un sistema de protección Acepta las normativas que debe cumplir a la hora del diseño</p>
<p><b>RA2.</b> Analiza cómo prevenir y disminuir el efecto de una falla en un sistema eléctrico de media y baja tensión para garantizar un diseño adecuado del sistema de protección</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Como prevenir las fallas Como disminuir los efectos de una falla Dispositivos usados para proteger Propiedades generales de un dispositivo de protección Criterios de diseño de un sistema de protección Zonificación de un sistema de potencia</p>
	<p>Elementos de un circuito de Control Conexión de un circuito de Control Propiedades de un circuito de control <b>Procedimentales:</b> Identifica las diferentes elementos que componen un circuito de Control Diseña adecuadamente un circuito de Control <b>Actitudinales:</b> Reconoce la importancia que tienen los circuitos de control en un sistema de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que diseña un sistema de control</p>

<p><b>RA3.</b> Distingue las características de los diferentes dispositivos de protección y transformación existentes para seleccionarlos y utilizarlos adecuadamente</p>	<p><b>Conceptuales:</b>                  Relés Electromecánicos                  Relés Electrónicos Analógicos                  Relés Digitales                  Transformadores de Corriente Transformadores de Potencial</p> <p><b>Procedimentales:</b>                  Identifica los diferentes dispositivos de protección existentes en el mercado                  Aplica, Caracteriza, Identifica y Utiliza adecuadamente los diferentes dispositivos de protección existentes en el mercado                  Aplica, Caracteriza, Identifica y Utiliza adecuadamente los transformadores de medida tanto para medición como para protección                  Diferencia las situaciones de uso de los transformadores de medida</p> <p><b>Actitudinales:</b>                  Reconoce la importancia que tienen los dispositivos de Protección y los transformadores de medida                  Reconoce la importancia de conocer cómo funciona cada uno de los dispositivos de Protección                  Se preocupa por usar adecuadamente cada uno de los dispositivos de Protección y los Transformadores de medida</p>
<p><b>RA4.</b> Realiza pruebas a dispositivos de protección y transformación utilizando las herramientas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de los mismos</p>	<p><b>Conceptuales:</b>                  Relés Electromecánicos                  Relés Electrónicos Analógicos                  Relés Digitales                  Transformadores de Corriente Transformadores de Potencial</p> <p><b>Procedimentales:</b>                  Realiza pruebas a dispositivos de protección y transformación</p> <p><b>Actitudinales:</b>                  Reconoce la importancia que tienen los dispositivos de Protección y los transformadores de medida</p>
	<p>Reconoce la importancia de conocer cómo funciona cada uno de los dispositivos de Protección                  Se preocupa por utilizar las herramientas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes dispositivos</p>
<p><b>RA5.</b> Planifica los sistemas de protección en alta tensión manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros para obtener un sistema eléctrico seguro, confiable, eficiente y correctamente coordinado</p>	<p><b>Conceptuales:</b>                  Protección de Generadores                  Protección de Transformadores                  Protección de Barras                  Protección de Líneas de Transmisión</p> <p><b>Procedimentales:</b>                  Planifica los sistemas de protección en alta tensión manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros                  Aplica correctamente los dispositivos de protección usados para proteger a un generador, a un transformador, a una barra y una línea de transmisión para obtener un sistema eléctrico seguro, confiable, eficiente y correctamente coordinado</p> <p><b>Actitudinales:</b>                  Reconoce la importancia de proteger adecuadamente un generador eléctrico, un transformador eléctrico, una barra del sistema eléctrico y una línea de transmisión</p>

<p>RA6.- Utiliza programas de simulación de dispositivos y sistemas de protección para el análisis de su desempeño en un sistema de distribución de alta tensión</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Programas para la simulación de sistemas de protección Conocimientos sobre protecciones <b>Procedimentales:</b> Aplica herramientas computacionales para simular sistemas de protección <b>Actitudinales:</b> Reconoce la importancia de usar herramientas computacionales para el análisis de los sistemas de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeto las normativas que debe cumplir en el diseño</p>
<p>RA7.- Elabora planos de protecciones eléctricas en alta tensión manejando las herramientas y técnicas adecuadas para su representación gráfica</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Herramientas y técnicas para la elaboración de planos Conocimientos sobre protecciones <b>Procedimentales:</b> Aplica las herramientas, técnicas y conocimientos técnicos adecuados para elaborar planos eléctricos <b>Actitudinales:</b> Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeto las normativas que debe cumplir en el diseño</p>

#### b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
<p><b>UNIDAD I</b> <b>GENERALIDADES</b> <b>Tema 1.</b> Introducción a las protecciones de un sistema en AT</p>	<p>Propiedades generales de un dispositivo de protección Criterios de diseño de un sistema de protección. Zonificación de un sistema de potencia. Elementos de un circuito de Control Conexión de un circuito de Control. Propiedades de un circuito de control.</p>	2
<p><b>UNIDAD II.</b> <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN UTILIZADOS EN SISTEMAS DE POTENCIA EN AT</b> <b>Tema 2.</b> <i>Relés Electromecánicos</i></p>	<p>Relés de atracción electromagnéticas: principios de operación y usos. Relación de la corriente de reposición a la corriente de arranque. Efecto de los transitorios de corriente. Vibración en los relés de atracción. Relés de Inducción Electromagnética: principios de operación. Relés de inducción de sobrecorriente. Principios de operación de los relés direccionales. Zonas de operación. Usos y conexiones de los relés direccionales. Relés direccionales de potencia. Principio de operación de la protección diferencial.</p>	10
<p><b>Tema 3.</b> <i>Relés de Distancia.</i></p>	<p>Definición de impedancia aparente. Localización de un plano R-X de la impedancia de un sistema. Definición de los relés de distancia. Ecuación universal de los relés electromagnéticos. Relés de impedancia. Relés de admitancia o relés MHO. Relés de Reactancia. Relés de .Resistencia. Relés de impedancia y de admitancia con el origen desplazado.</p>	7
<p><b>Tema 4.</b> <i>Relés Electrónicos</i></p>	<p>Elementos de los relés estáticos. Relés estáticos de impedancia. Relés estáticos MHO. Relés estáticos MHO con el origen desplazado. Relés OHM. Relés de reactancia. Relés direccionales. Relés instantáneos de sobrecorriente. Relés de frecuencia. Relés Digitales</p>	10

<b>UNIDAD III.</b> <b>TRANSFORMADORES DE MEDIDAS</b> <b>Tema 5.</b> <i>Transformadores de Potencial</i>	Clasificación de los transformadores de voltaje. Transformadores electromagnéticos. Circuitos equivalentes. Métodos para expresar errores. Clasificación según su exactitud. Divisores de tensión capacitivos. Carga secundaria de los transformadores de tensión. Conexión de los transformadores de tensión.	<b>10</b>
<b>Tema 6.</b> <i>Transformadores de Corriente</i>	Generalidades. Efectos de la corriente magnetizante. Distorsión de la corriente secundaria debido a la saturación. Efectos de la componente simétrica de las corrientes de falla. Requisitos de los transformadores de corriente para mediciones. Requisitos de los transformadores de corriente para protecciones. Conexión de los transformadores de corriente. Selección de los transformadores de corriente para protecciones.	<b>10</b>
<b>UNIDAD IV</b> <b>APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN</b> <b>Tema 7.</b>	Protección diferencial. Protección contra fallos entre espiras de una misma fase. Protección contra fallo de una fase a tierra. Protección contra recalentamiento de estator. Protección contra pérdida de excitación. Protección contra potencia inversa. Protección contra fallo a tierra de la excitación. Protección	<b>14</b>

## V. REQUERIMIENTOS

Para el éxito en el desempeño de esta Unidad Curricular, el estudiante:

Realiza cálculos básicos de circuitos eléctricos

Verifica las capacidades térmicas y dinámicas de equipos

<i>Protección para Generadores</i>	contra alta velocidad protección a bajas frecuencias. Protección contra sobretensiones. Protección de respaldo.	
<b>Tema 8.</b> <i>Protección para Transformadores</i>	Protección diferencial. Protección de relés Buchholz. Protección de respaldo protección de autotransformadores. Protección de transformadores de puesta a tierra. Calibración de los relés para la protección diferencial.	4
<b>Tema 9.</b> <i>Protección para Barras</i>	Protección de barras con acopladores lineales. Protección diferencia de alta impedancia. Protección diferencial de sobrecorriente. Protección con relés de respaldo	4
<b>Tema10.</b> <i>Protección para Líneas de Transmisión</i>	Protección con relés de inducción de sobrecorriente. Calibración de los relés para protección contra fallos entre fases y fallos a tierra. Conexiones de los transformadores de corriente. Protección de las líneas con relés instantáneos. Protección de circuitos en paralelo. Protección direccional. Recierre automático. Protección con relés de distancia. Calibración de los relés para protección contra fallos entre fases y fallos a tierra. Conexión los transformadores de medida de las protecciones de distancia. Efectos de la resistencia de falla. Efecto de las fuentes de alimentación .intermedia. Determinación de las impedancias medidas por los relés durante los diferentes tipos de fallas. Efecto de los transformadores de potencia conectados en estrella-triangulo o viceversa. Efecto de las oscilaciones del sistema de potencia en relés de distancia. Sistema de Protección Piloto: Clasificación de los sistemas piloto. Protección con hilo piloto. Método de circulación de corriente. Método de los voltajes opuestos. Piloto de la corriente portadora. Método de comparación de fases. Comparación direccional. Disparo transferido directo con sub-alcance. Disparo transferido permitido con sub-alcance. Disparo transferido permitido con sobre-alcance.	13

Realiza la representación fasorial de tensiones y corrientes.

Realiza la Representación de impedancias en el plano complejo.

Aplica las propiedades de los materiales

Realiza cálculos de flujos de carga en un sistema de potencia eléctrica

Realiza cálculos de tensiones y corrientes transitorias y de régimen estacionario durante los principales tipos de cortocircuitos o fallas de sistemas de potencia.

Realiza diagramas básicos de circuitos de control

Maneja programas de simulación que involucren los dispositivos de protección

Tiene conocimiento del Principio de operación de un electroimán, Ley de Faraday, Ley de Lenz, concepto del campo magnético de un conductor, fuerza entre conductores, Principio de operación de amplificadores con transistores. Amplificadores operacionales, conformadores de onda, temporizadores, integradores, sumadores, compuertas lógicas. Principios de funcionamiento de un alternador. Calculo de las tensiones y corrientes de un alternador en condiciones normales y en condiciones de fallo. Principio de funcionamiento de los transformadores electromagnéticos. Corrientes y tensiones en un transformador monofásico en régimen normal y de fallo. Conexión de transformadores monofásicos para formar grupos trifásicos. Calculo de tensiones y corrientes en líneas de transmisión en condiciones normales.

## **VI. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se utiliza una metodología de aprendizaje grupal inductiva-deductiva que requiere de la participación activa y constante de los estudiantes en la búsqueda, lectura y análisis de la información que facilite la integración de los aspectos teórico-prácticos de la unidad curricular.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS
-----------	----------

<i>Clases de Teoría</i>	Se impartirán en el aula, siendo la presencia del alumno necesaria para un aprendizaje adecuado y una formación óptima. La metodología se basa en clase expositiva centrada en el estudiante, con discusión socializada.
<i>Clases de Problemas</i>	Estas clases se intercalarán en el desarrollo de la asignatura de la forma más conveniente para el aprendizaje, no habrá días previamente asignados para ello. La metodología se fundamenta en el trabajo colaborativo para la resolución de problemas. El estudiante utilizará lógica deductiva, con la cual a partir de principios y leyes fundamentales puede solucionar teóricamente y experimentalmente problemas relacionados con el estudio de las propiedades más relevantes.
<i>Tutorías</i>	Atención personalizada al alumno, presencial y a distancia. Son opcionales y recomendables para el aprendizaje de los alumnos que cursan regularmente la asignatura y asisten a las clases.
<i>Prácticas</i>	En equipo o individualmente, los estudiantes realizarán: problemas, trabajos escritos y prácticos, diseño y elaboración de programas con computador para la solución de problemas.

#### VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

<i>Tema</i>	<i>Criterio de Evaluación</i>	<i>Resultado de Aprendizaje</i>	<i>Evidencias de Aprendizaje</i>
<b>1 y 2</b>	Explica cuáles son los diferentes tipos de fallas que pueden presentarse en un sistema de	RA1, RA2, RA3 y RA4	Prueba escrita
	Determina la calibración de las protecciones de un generador.		

	<p>potencia en AT, cuáles son sus causas, consecuencias, cómo prevenirlas y cómo disminuir su efecto en el sistema.</p> <p>Explica cuáles son las principales propiedades que tienen que cumplir un dispositivo de protección.</p> <p>Describe cada uno de los criterios de diseño que deben tenerse en cuenta a la hora de elaborar un diseño de protección a un sistema eléctrico en AT</p> <p>Explica la importancia que tienen los relés en los sistemas de potencia.</p> <p>Define y aplica los conceptos de zonas de protección y protección principal y de respaldo</p> <p>Interpreta circuitos básicos de control de disyuntores mediante relés</p> <p>Explica el principio de operación de los relés de atracción y de inducción.</p> <p>Obtiene las curvas de operación de los relés de atracción y los relés de inducción y no direccionales.</p> <p>Explica el principio de operación de la protección diferencial.</p>		Prácticas de Laboratorio Informe de trabajo autónomo
<b>3 y 4</b>	<p>Explica el significado del plano R-X</p> <p>Representa las impedancias aparentes en un plano R-X</p> <p>Deduca las ecuaciones de los relés electromecánicos de distancia.</p> <p>Representa en el plano R-X las curvas características de los relés de distancia.</p> <p>Explica el principio de operación de los relés estáticos de impedancias, MHO, reactancia, resistencia, OHM, direccionales, frecuencia y corriente.</p>	RA3 y RA4	Prueba escrita Prácticas de Laboratorio Informe de trabajo autónomo
<b>5 y 6</b>	<p>Explica el principio de funcionamiento de los transformadores de corriente y de potencial</p> <p>Selecciona adecuadamente los TC y TP que alimentan equipos de medición y protección, aplicando las normas ANSI y las IEC</p>	RA3, RA5 y RA6	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo Simulaciones para verificar el comportamiento de TC y TP
<b>7</b>	<p>Explica el principio de funcionamiento de las protecciones utilizadas para proteger un generador contra fallas de origen eléctrico.</p> <p>Poder conectar las protecciones de un generador.</p>	RA5, RA6 y RA7	Prueba escrita Exposiciones Informe de trabajo autónomo
<b>8 y 9</b>	<p>Explica el principio de funcionamiento de los diferentes sistemas para proteger los transformadores y las barras contra cortocircuitos.</p> <p>Calibrar los relés para la protección de transformadores y barras.</p>	RA5, RA6 y RA7	Prueba escrita Exposiciones Informe de trabajo autónomo

<b>10</b>	<p>Conecta, calibra y coordina relés de sobrecorriente y de distancia para proteger líneas de transmisión.</p> <p>Hace conexiones de los relés de sobrecorriente y de distancia para las protecciones de líneas. Explica el principio de funcionamiento de los principales sistemas de protección piloto que existen actualmente y la utilidad de estos sistemas y sus ventajas sobre los sistemas de protección con relés de sobrecorriente y con relés de distancia simples.</p> <p>Aplica los criterios de coordinación para planificar el las protecciones a un sistema en AT, Aplica el conocimiento de herramientas computacionales para la simulación del sistema planificado y comprueba la adecuada coordinación entre los diferentes dispositivos de protección presentes en el sistema.</p> <p>Aplica el uso de herramientas de dibujo adecuadas para elaborar los planos esquemáticos de los Sistemas de protección planificados</p>	RA5, RA6 y RA7	Prueba escrita Exposiciones Informe de trabajo autónomo
-----------	--	----------------	--

### VIII. RECURSOS

Recursos didácticos requeridos son: computador portátil, video beam, pizarrón, marcadores.

Recursos de infraestructura: aula con facilidades para la proyección y presentación de demostraciones prácticas, laboratorio con equipos adecuados para hacer las pruebas a los equipos.

### IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

#### Básicas

Romero T., Carlos & Stephens L., Ricardo. (1995) Sistemas de Protección. Publicaciones Universidad de Los Andes, Mérida.

Mason, C. Russel,. (1956) "The Art and Science of Protective Relaying", Ed. John Wiley and Sons, New York.

#### Complementarias

AREVA, (2004), Network Protection & Automation Guide, Edition 2.1.

Arun G. Pradke & James S. Thorp, (2009), "Computer Relaying for Power Systems", Second Edition, A John Wiley and Sons, Ltd.

L.G Hewitson, Mark Brown, Ramesh Balakrishnan, (2004), "Practical Power Systems Protection", Newnes, Elsevier,

Margil S, Ramírez Alanis, (2005), "Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia", Univeridad Autónoma de Nuevo León, FIME, México

Paper prepared jointly by the emerging Technologies Working Group, Power Instrumentation and Measurements Committee and the Fiber Optic Sensors Working Group, Fiber Optics SubCommittee, Power Systems Communications Committee Optical Current Transucers for

Power Systems. A Review, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 4, N° 4, Oct 1994, pags-17781788.

Robles Muñoz Guillermo, "Nuevas Tendencias en las Medidas de Intensidades" Anales de Mecánica y Electricidad, Enero-Febrero 2002, México.

Schweitzer Engineering Laboratories, (2003), "9º Curso Avanzado de Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia", Univeridad Autónoma de Nuevo León, FIME, México.

#### Sitios web

"Catálogos de Relés de Protección General Electric" disponible en <http://www.geindustrial.com/cwc/products?famid=31>

"Catálogos de Productos de Cooper PowerSystems". disponible en <http://www.cooperpower.com/Library/Literature/>,

## X. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Práctica 1: Pruebas a Relés de Sobrecorriente Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé de sobrecorriente y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 2: Pruebas a Relés de Sobrecorriente restringido por Voltaje Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé de sobrecorriente restringido por y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 3: Pruebas a Relés de Sobretensión y subtensión Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé de sobretensión y subtension, y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 4: Pruebas a Relés Direccional de Sobrecorriente Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé dirección de sobrecorriente y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 5: Pruebas a Relés Diferencial para Generadores Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé diferencial para generadores y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 6: Pruebas a Relés Diferencial para Transformadores Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé diferencial para transformadores y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 7: Pruebas a Relés Diferencial de alta impedancia Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé diferencial de alta impedancia y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

### Práctica 8: Pruebas a Relés Diferencial de línea Resultado de Aprendizaje:

- Distingue las características del relé diferencial de línea y realiza pruebas del dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

**Práctica 9: Pruebas a Relés Distancia Resultado**

**de Aprendizaje:**

- Distingue las características del relé de distancia y realiza pruebas de los dispositivos utilizando las herramientas adecuadas

**Práctica 10: Pruebas al Panel de Protecciones Resultado**

**de Aprendizaje:**

- Realiza pruebas en el panel de protecciones y comprueba su correcto funcionamiento