



Carrera: Ingeniería Eléctrica				
Unidad Curricular: INGENIERÍA DE LA ALTA TENSIÓN				Código: EIA
Prelación: Fallos Asimétricos y Estabilidad				Condición: Electiva
HT: 3	HP: 2	HL: 2	HTI: 6	Créditos: 3
Ubicación: Décimo tercero, cuarto o quinto trimestre		Componente: Formación Profesional Específica		Fecha de Aprobación:

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

I. JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de potencia están sometidos a esfuerzos que pueden dañar el aislamiento de los equipos, provocar la interrupción del servicio y ocasionar grandes pérdidas económicas. En la unidad curricular Ingeniería de la Alta Tensión se imparten los conocimientos básicos para predecir el origen de estos esfuerzos, así como seleccionar la protección adecuada contra los mismos, además, en esta unidad el futuro ingeniero electricista aprende a caracterizar un material dieléctrico y un sistema de aislamiento eléctrico, a operar todos los equipos utilizados en alta tensión tanto en AC como en DC, y aplicar las técnicas relativas a los diferentes ensayos de aceptación y mantenimiento para la determinación del estado de operación del aislamiento eléctrico que permiten certificar la calidad mínima de un equipo eléctrico que vaya a estar sometido a AT mediante la elaboración y aplicación de protocolos de pruebas.

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>G2. 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>G3. Aprendizaje, desarrollo personal y profesional: Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida, en función de sus objetivos y sobre la base de la formación adquirida, para adaptarse e</p>	<p>E1. Realiza, ejecuta y evalúa proyectos de instalaciones eléctricas residenciales (uni y multifamiliares), industriales y comerciales, sistemas de distribución, subestaciones y líneas de transmisión de potencia eléctrica manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros, las normas del sector eléctrico nacional y de la empresa, y preservando el medio ambiente.</p> <p>E11. Dirige o supervisa la instalación apropiada de un sistema eléctrico, así como configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, cumpliendo con los procedimientos, instructivos</p>

<p>impulsar nuevas situaciones y alcanzar la realización personal y profesional.</p> <p>G4. 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>G7. Gestión tecnológica: Utiliza con idoneidad las tecnologías de la información y la comunicación, requeridas para desempeñarse en el contexto académico y profesional.</p> <p>G8. 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>G11. Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.</p>	<p>y documentos asociados al sistema de gestión de calidad y seguridad, la optimización de los procesos y la racionalización de costos.</p> <p>E14. 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. Explica y Caracteriza un material dieléctrico considerando sus parámetros fundamentales con el fin de verificar su comportamiento bajo la acción de un campo eléctrico

RA2. Explica el fenómeno de ruptura dieléctrica en gases, líquidos y sólidos y así poder caracterizarlos de acuerdo a su estado

RA3. Explica y Caracteriza un sistema de aislamiento eléctrico y los principales aspectos que condicionan su diseño y funcionamiento mediante pruebas

RA4. Analiza las propiedades esenciales de los materiales aislantes así como los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico para determinar los mecanismos de degradación a que están sometidos estos.

RA5. Analiza y selecciona los sistemas de protección contra sobretensiones externas e internas más adecuado para garantizar el buen funcionamiento de los equipos del sistema de potencia

RA6. Opera las fuentes de generación de alta tensión AC, DC e impulso para Comprender su funcionamiento

RA7. Maneja y aplica las técnicas relativas a los diferentes ensayos de aceptación y mantenimiento para la determinación del estado de operación del aislamiento eléctrico que permiten certificar la

calidad mínima de un equipo eléctrico que vaya a estar sometido a AT mediante la elaboración y aplicación de protocolos de pruebas.

IV. CONTENIDOS

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
<p>RA1. Explica y Caracteriza un material dieléctrico considerando sus parámetros fundamentales con el fin de verificar su comportamiento bajo la acción de un campo eléctrico</p>	<p>Conceptuales: Distribución de campo eléctrico y rigidez dieléctrica de los materiales. Campo Eléctrico en materiales homogéneos isotrópicos. Campos en materiales multidieléctricos isotrópicos. Comportamiento general de los dieléctricos en presencia de un campo eléctrico. Procedimentales: Explica y Caracteriza un material dieléctrico considerando sus parámetros fundamentales Actitudinales: Reconoce la importancia que tienen los materiales dieléctricos en el diseño de equipos que se utilizan en alta tensión</p>
<p>RA2. Explica el fenómeno de ruptura dieléctrica en gases, líquidos y sólidos y así poder caracterizarlos de acuerdo a su estado</p>	<p>Conceptuales: Características generales de los gases, líquidos y sólidos como aislantes. Características generales de los como aislantes. Aislantes de origen inorgánico. Descargas parciales, capacidad y tangente de delta ($\tan \delta$). Circuito equivalente. Procedimentales: Explica el fenómeno de ruptura dieléctrica en gases, líquidos y sólidos Actitudinales: Reconoce la importancia que tiene el proceso de ruptura dieléctrica en los diferentes tipos de estados de la materia gaseoso, líquido y sólido.</p>
<p>RA3. Explica y Caracteriza un sistema de aislamiento eléctrico y los principales aspectos que condicionan su diseño y funcionamiento mediante pruebas</p>	<p>Conceptuales: Definición del Aislamiento Externo y aislamiento interno. Características fundamentales, materiales utilizados. Procedimentales: Explica y Caracteriza un sistema de aislamiento eléctrico Actitudinales: Reconoce la importancia que tienen la selección de un buen sistema de aislamiento en el diseño de equipos que se utilizan en alta tensión</p>

<p>RA4. Analiza las propiedades esenciales de los materiales aislantes así como los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico para determinar los mecanismos de degradación a que están sometidos estos.</p>	<p>Conceptuales: Análisis elemental de esfuerzos dieléctricos en geometrías sencillas. Rigidez dieléctrica de materiales más comunes. Aisladores; Aislamientos combinados; Impregnación de papel en transformadores y Tratamiento VPI en máquinas rotativas. Mecanismos de degradación en equipos eléctricos</p> <p>Procedimentales: Analiza las propiedades esenciales de los materiales aislantes así como los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico</p> <p>Actitudinales: Reconoce la importancia que tienen la selección de un buen sistema de aislamiento en el diseño de equipos que se utilizan en alta tensión Toma consciencia de los esfuerzos a que están sometidos los equipos de alta tensión</p>
<p>RA5. Analiza y selecciona los sistemas de protección contra sobretensiones externas e internas más adecuado para garantizar el buen funcionamiento de los equipos del sistema de potencia</p>	<p>Conceptuales: Sobretensiones Externas: Descargas atmosféricas. Sobretensiones internas: Maniobra y Temporales. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones y Coordinación de Aislamiento.</p> <p>Procedimentales: Analiza y selecciona los sistemas de protección contra sobretensiones externas e internas Realiza coordinación aislamiento de los elementos que componen un sistema de potencia</p> <p>Actitudinales: Reconoce la necesidad de proteger un sistema de Potencia eléctrica contra sobretensiones tanto externas como internas Asume el rol que debe jugar un ingeniero que trabaja en un sistema de Alta Tensión</p>
<p>RA6. Opera las fuentes de generación de alta tensión AC, DC e impulso para Comprender su funcionamiento</p>	<p>Conceptuales: Equipos eléctricos utilizados en Alta Tensión. Esfuerzos eléctricos, térmicos y mecánicos aplicados sobre los equipos eléctricos. Circuitos de generación de AT en AC, DC e impulsos</p>
	<p>Dispositivos para ensayos de materiales aislantes. Medida de resistencia de aislamiento. Índice de polarización. Aplicaciones a los diferentes equipos. Tensión soportada AC y DC.</p> <p>Procedimentales: Opera las fuentes de generación de alta tensión AC, DC e impulso</p> <p>Actitudinales: Toma consciencia de la importancia de saber manejar y operar equipos de alta tensión Asume el rol que debe jugar un ingeniero que trabaja en un sistema eléctrico de alta tensión</p>

<p>RA7. Maneja y aplica las técnicas relativas a los diferentes ensayos de aceptación y mantenimiento para la determinación del estado de operación del aislamiento eléctrico que permiten certificar la calidad mínima de un equipo eléctrico que vaya a estar sometido a AT mediante la elaboración y aplicación de protocolos de pruebas.</p>	<p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ensayos de impulso tipo rayo y maniobra. Medida de capacidad, tangente de delta y de descargas parciales. Aplicaciones a los diferentes equipos. Técnicas específicas de evaluación de diferentes equipos de potencia. Localización de fallas en cables. Mecanismos de degradación en equipos eléctricos <p>Procedimentales:</p> <p>Maneja y aplica las técnicas relativas a los diferentes ensayos de aceptación y mantenimiento</p> <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Toma consciencia de la importancia de saber manejar y operar equipos de alta tensión Toma consciencia de la importancia de conocer y respetar los protocolos de prueba que se tienen que hacer a equipos de alta tensión Asume el compromiso que tiene el personal que certifica la operatividad de un equipo de alta tensión Asume el rol que debe jugar un ingeniero que trabaja en un sistema eléctrico de alta tensión
---	--

b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
<p>UNIDAD I: AISLAMIENTO Y CAMPO ELÉCTRICO <i>Tema I.</i> <i>Introducción</i></p>	<p>Distribución de campo eléctrico y rigidez dieléctrica de los materiales.</p> <p>Campo Eléctrico en materiales homogéneos isotrópicos: Campos uniformes, cilíndricos, coaxiales, esferas concéntricas, esfera-esfera, esfera-plano, conductores cilíndricos paralelos.</p> <p>Campos en materiales multidieléctricos isotrópicos configuraciones simples.</p>	6
<p><i>Tema II.</i> <i>Comportamiento General de los Dieléctricos.</i></p>	<p>Comportamiento general de los dieléctricos en presencia de un campo eléctrico. Fenómenos de conducción. Resistencia superficial volumétrica. Fenómenos de Polarización. Permitividad absoluta y relativa. Tangente del ángulo de pérdidas. Efecto de la temperatura, frecuencia y presión. Pérdidas en los dieléctricos. Representación de un dieléctrico mediante un circuito serie y paralelo.</p>	6
<p>UNIDAD II MATERIALES AISLANTES EMPLEADOS EN ALTA TENSIÓN <i>Tema III.</i> <i>Aislantes gaseosos</i></p>	<p>Características generales de los gases como aislantes. El proceso de ionización. Aire. SF6 y otros gases.</p> <p>Características de voltaje contra corriente. Ruptura en campo. Aplicaciones. Procesos de degradación</p>	6
<p><i>Tema IV.</i> <i>Aislantes líquidos.</i></p>	<p>Características generales de los líquidos como aislantes. Características de voltaje contra corriente. Fenómeno de ruptura, diferentes formas Aceites aislantes; composición, características generales y aplicaciones, envejecimiento y degradación., factores fundamentales y recupera</p>	4

<p>Tema V. <i>Aislantes sólidos</i></p>	<p>Características generales de los sólidos como aislantes. Fenómenos de ruptura; diferentes tipos y características fundamentales. Ruptura electrotérmica; desarrollo, características y factores que la afectan. Aislantes de origen orgánico.; características fundamentales y aplicaciones. Aislantes de origen inorgánico; características fundamentales y aplicaciones. Mecanismos de degradación. Descargas parciales, capacidad y tangente de delta ($\tan \delta$). Circuito equivalente.</p>	4
<p>UNIDAD III. DISEÑO DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO. Tema VI. <i>Aislamiento Externo.</i></p>	<p>Definición del Aislamiento Externo. Características fundamentales, materiales utilizados. Análisis elemental de esfuerzos dieléctricos en geometrías sencillas. Rigidez dieléctrica de materiales más comunes. Aisladores para exteriores; diferentes tipos, aplicaciones y selección. Aisladores en cadena, aplicaciones y selección. Distribución de potencial en cadenas de aisladores.</p>	4
<p>Tema VII. <i>Aislamiento Interno.</i></p>	<p>Definición de Aislamiento Interno. Características fundamentales; materiales utilizados. Aislamientos combinados; aplicaciones fundamentales. Distribución de potencial en los aislamientos combinados. Impregnación de papel en transformadores y Tratamiento VPI en máquinas rotativas.</p>	4
<p>Tema VIII. <i>Sobretensiones</i></p>	<p>Sobretensiones Externas: Descargas atmosféricas: directas, indirectas e inducidas. Sobre-tensiones inducidas en conductores de fase y guarda. Nube de tormenta, Teorías de formación del rayo. Teoría de Simpson, Elster, Geitel y Wilson. Gradiente eléctrico. Tormenta eléctrica, nivel isoceraunico. Teoría de Schonland, efectos del rayo. Sobre-tensiones inducidas, descarga retroactiva. Desempeño de sistemas de transmisión ante descargas de rayo. Principios de apantallamiento de líneas de transmisión. Sobretensiones Internas: Maniobra y Temporales: Transitorios de maniobra simple: transitorio de cierre de un circuito,</p>	17
	<p>transitorio de recuperación iniciado por el despeje de un cortocircuito, transitorios de doble frecuencia. Amortiguamiento. Resistencia de maniobra. Maniobra de carga, otras formas de amortiguamiento. Transitorios de maniobra anormales: Extinción de corriente, maniobra de capacitores, otros fenómenos: reencendido, energización de circuitos inductivos (transformadores), corriente inrush. Importancia del tipo de conexión del neutro. Sistemas trifásicos: índice de severidad de una falla, falla kilométrica, ferresonancia, fallas simétricas y asimétricas. Efecto de la impedancia de la fuente, parámetros de la línea, elementos del sistema, carga atrapada y recierre. Energización de líneas. Pérdida de carga. Sobretensiones por falla.</p>	

<p>Tema IX. <i>Dispositivos de Protección contra Sobretensiones y Coordinación de Aislamiento</i></p>	<p>Ideas básicas acerca de protección. Dispositivos para limitar los efectos de las sobretensiones: Descargadores de sobretensiones (lightning arrester, surge arrester, pararrayos). Conductores de Guarda, Punta Franklin. Nuevas tendencias en Pararrayos. Método electro-geométrico. Mecanismos para reducir los efectos de las sobretensiones en los sistemas de potencia. Coordinación de aislamiento. Sobretensiones normalizadas. Diseño del aislamiento. Tendencias actuales. Coordinación de Aislamiento según la Norma IEC. Principios básicos de diseño en líneas aéreas. Elementos de protección contra sobre-tensiones y sus características en subestaciones. Principios de coordinación de aislamiento en subestaciones. Comportamiento de los transformadores frente a sobretensiones transitorias.</p>	17
<p>UNIDAD IV. PRUEBAS A LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN Tema X. <i>Equipo eléctrico de Alta Tensión.</i></p>	<p>Equipos eléctricos utilizados en Alta Tensión. Esfuerzos eléctricos, térmicos y mecánicos aplicados sobre los equipos eléctricos. Circuitos de generación de AT en AC, DC e impulsos. Circuitos para medidas en Alta Tensión</p>	4
<p>Tema XI. Ensayos normalizados de evaluación del estado de aislamiento de un equipo eléctrico.</p>	<p>Dispositivos para ensayos de materiales aislantes. Medida de resistencia de aislamiento. Índice de polarización. Aplicaciones a los diferentes equipos. Tensión soportada AC y DC. Ensayos de impulso tipo rayo y maniobra. Impulsos de frente de onda rápido. Medida de capacidad y tangente de delta. Aplicaciones a los diferentes equipos. Medida de descargas parciales. Aplicaciones a los diferentes equipos. Técnicas específicas de evaluación de transformadores. Técnicas específicas de evaluación de generadores. Localización de fallas en cables.</p>	12
	<p>Mecanismos de degradación en equipos eléctricos: Generalidades. Cables aislados. Pasatapas y aisladores. Líneas aéreas. Interruptores. Transformadores de potencia. Máquinas rotativas.</p>	

V. REQUERIMIENTOS

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

Verifica las capacidades térmicas y dinámicas de equipos Verifica las capacidades térmicas de los conductores.

Realiza cálculos básicos de circuitos eléctricos

Aplica las propiedades de los materiales

Maneja programas CAD y otras herramientas computacionales como Lenguajes de programación

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 teórica 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 asistan 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.

V. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Tema	Criterio de Evaluación	Resultado de Aprendizaje	Evidencias de Aprendizaje
1 y 2	Explica y Caracteriza un material dieléctrico considerando sus parámetros fundamentales Explica el fenómeno de ruptura dieléctrica en gases, líquidos y sólidos	RA1	Prueba escrita Entrega de Tareas asignadas
3, 4 y 5	Explica y Caracteriza un sistema de aislamiento eléctrico Analiza las propiedades esenciales de los materiales aislantes así como los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico	RA2	Prueba escrita Entrega de Tareas asignadas

6,7,8 y 9	<p>Explica y Caracteriza un sistema de aislamiento eléctrico</p> <p>Analiza las propiedades esenciales de los materiales aislantes así como los esfuerzos eléctricos a que está sometido un aislante eléctrico Analiza y selecciona los sistemas de protección contra sobretensiones externas e internas</p> <p>Realiza coordinación aislamiento de los elementos que componen un sistema de potencia</p>	<p>RA3, RA4 y RA5</p>	<p>Prueba escrita Entrega de Tareas asignadas</p>
10 y 11	<p>Opera las fuentes de generación de alta tensión AC, DC e impulso</p> <p>Maneja y aplica las técnicas relativas a los diferentes ensayos de aceptación y mantenimiento</p>	<p>RA6 y RA7</p>	<p>Prueba escrita Entrega de Tareas asignadas Informe de visitas técnicas</p>

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 de Mediciones Dieléctricas. Universidad de los Andes.

Laboratorio de Alta Tensión. ULA-UNEXPO. Universidad Politécnica “Antonio José de Sucre”. Barquisimeto, Venezuela.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

Básicas

Kuffel and Zaengl (1988). *High Voltage Engineering*. Pergamon Press. Oxford Grain Britain Khalifa,

M (1990). *High Voltage Engineering. Theory and Practice*. Marcel Dekker. New York.

Bradwell, A (1983). *Electrical Insulation*. Peter Peregrinus.

Siegert, L.A. (1989). *Alta Tensión y Sistemas de Transmisión*. Limusa, México

CADAFE. *Normas de Subestaciones*.

Looms, J.S (1988). *Insulators for High Voltage*, Peregrinus,. London.

Complementarias

Almiral, J (1984). *Técnicas de Alto Voltaje*. IPSJAE. Cuba.

Gill P. (1997). *Electrical Power Equipment Maintenance and Testing*, Marcel Dekker, New York.

Kind D. and H. Kärner. (1985). *High-voltage insulation technology : textbook for electrical engineers*, Braunschweig : Vieweg.

Kreuger F.H. (1990). *Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment*, ButterworthHeinemann, New York.

Machín, A (1986). *Materiales Electrotécnicos*. IPSJAE. Cuba.

Martínez Velasco J.A. (2007). *Coordinación de aislamiento en redes eléctricas de Alta Tensión*, McGraw Hill Latinoamérica, España.

N.H. Malik. (). *Electrical Insulation in Power Systems*, Marcel Dekker.

R. Bartnikas and E. J. McMahon; *Engineering Dielectrics*, ASTM American Society for Testing and Materials.

R.E. James, Q. Su (2008). *Condition assessment of High Voltage Insulation in Power System Equipment*, Institution of Engineering and Technology.

R.W. Sillars. (1973). *Electrical Insulating Materials and their Applications*, Ann Arbor, University Microfilms International.

Ryan H.M.. (2013). *High Voltage Engineering and Testing*, Institution of Electrical Engineers.

Stone G., Boutler E.A., Culbert I., and Dhirani H.; *Electrical Insulation for Rotating Machines: Design, Evaluation, Aging, Testing and Repair*, IEEE Press Series on Power Engineering, Wiley

T.J. Gallagher and A.J. Pearmain. (1984). *High voltage: measurement, testing, and design*, Wiley.

Sitios web

<https://www.dnvgl.com/publications/index.html>

[http://www.eee.manchester.ac.uk/our-](http://www.eee.manchester.ac.uk/our-research/publications/)

[research/publications/ http://www.neetrac.gatech.edu/](http://www.neetrac.gatech.edu/)

<http://www.hvinc.com/>

X. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Generalidades del laboratorio y medidas de seguridad Resultado de Aprendizaje:

- Aplica adecuadamente las reglas del laboratorio de AT y cumple con las medidas de seguridad

Práctica 2: Estudio y operación de una fuente de prueba de tensión alterna. Calibración de los sistemas de medición Resultado de Aprendizaje:

- Estudia y opera de manera adecuada las fuentes de prueba de tensión alterna, calibrando adecuadamente los sistemas de medición

Práctica 3: Estudio y operación de una fuente de prueba de tensión continua. Calibración de los sistemas de medición Resultado de Aprendizaje:

- Estudia y opera de manera adecuada las fuentes de prueba de tensión continua, calibrando adecuadamente los sistemas de medición

Práctica 4: Estudio y operación de una fuente de prueba de tensión de onda de impulso tipo rayo. Sistemas de medición Resultado de Aprendizaje:

- Estudia y opera de manera adecuada las fuentes de prueba de tensión de onda de impulso tipo rayo, calibrando adecuadamente los sistemas de medición

Práctica 5: Determinación de la resistencia superficial y volumétrica en aislantes sólidos laminares. Determinación de la permitividad y la Tan δ en materiales aislantes Resultado de Aprendizaje:

- Determina la resistencia superficial y volumétrica en aislantes sólidos laminares, así como la permitividad y la Tan δ en materiales aislantes

Práctica 6: Determinación de la $\tan \delta$ y la capacitancia en transformadores Resultado de Aprendizaje:

- Determina la $\tan \delta$ y la capacitancia en transformadores

Práctica 7: Determinación de la rigidez dieléctrica del aire y el efecto de la configuración del campo Resultado de Aprendizaje:

- Determina la rigidez dieléctrica del aire y el efecto de la configuración del campo

Práctica 8: Determinación de la rigidez dieléctrica en aislantes sólidos laminares Resultado de Aprendizaje:

- Determina la rigidez dieléctrica en aislantes sólidos laminares

Práctica 9: Determinación de la tensión de descarga en seco y en húmedos de elementos aisladores para exteriores. Evaluación de resultados

- Resultado de Aprendizaje:

Determina la tensión de descarga en seco y en húmedos de elementos aisladores para exteriores

Práctica 10: Pruebas de tensión de un dispositivo aislante. Normas de prueba Resultado de Aprendizaje:

- Realiza pruebas de tensión de un dispositivo aislante siguiendo todas las normas para este tipo de prueba

