

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Pruebas y Mantenimiento Eléctrico</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Eléctrica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ELF-1023</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3 - 2 - 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero electricista la capacidad de analizar, diagnosticar, evaluar y mantener las condiciones físicas, eléctricas y mecánicas del equipo, máquinas e instalaciones eléctricas requeridas para el manejo de la energía eléctrica, actividades que son necesarias para mantenerlas en condiciones de operación, seguras, eficientes y económicas.

Las funciones de mantenimiento y conservación, como parte esencial de la operación del equipo e instalaciones eléctricas, es campo de acción y responsabilidad del ingeniero electricista por contar con la correspondiente formación en el manejo de la energía y de las máquinas eléctricas, por lo que esta asignatura pretende complementar esta capacidad con los temas de mantenimiento eléctrico referentes a las pruebas, diagnósticos e interpretación de resultados, que conduzcan a la elaboración de planes y programas de mantenimiento adecuados para los objetivos indicados.

La responsabilidad del mantenimiento forma parte de las actividades laborales de todo ingeniero, por lo que esta asignatura agregará el correspondiente valor al perfil del mismo al despertarle el interés y proporcionarle las capacidades para desempeñarse profesionalmente en este campo, ya sea como integrante de una organización o bien, si es emprendedor, fundando su propia empresa de prestación de servicios de mantenimiento eléctrico.

### **Intención didáctica.**

El contenido está organizado en cinco unidades, con la primera dedicada a la introducción a las generalidades del mantenimiento eléctrico, sus actividades de planeación y administración, así como la conceptualización de las características y comportamientos de los aislamientos eléctricos bajo condiciones de trabajo, incluyendo sus pruebas, métodos de medición y los criterios de evaluación de los resultados obtenidos.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La segunda unidad está dedicada al estudio del mantenimiento eléctrico de transformadores de potencia y distribución, sus actividades preventivas, pruebas y diagnósticos a los aislamientos, así como los mantenimientos mayores. Las pruebas incluyen la metodología y protocolos para cada una, como las de resistencia de aislamientos, relación de devanados, polaridades, factores de potencia, aceites y dieléctricos.

En la tercera unidad se desarrolla la aplicación del mantenimiento de los equipos de distribución eléctrica, como los cables de media tensión, las subestaciones compactas y equipos primarios, los tableros de distribución de baja y media tensión, incluyendo los interruptores correspondientes así como sus componentes de protección.

La cuarta unidad cubre las actividades propias de las máquinas eléctricas, como los motores de C.A. y de C.D. de aplicaciones industriales y los grandes generadores y motores síncronos. En este tema se incluyen las actividades propias de la sección mecánica de estas máquinas, como el análisis de vibración, alineación y lubricación.

La última unidad está dedicada a la presentación de los aspectos de seguridad en el desarrollo de las actividades del mantenimiento eléctrico, factor importante para evitar accidentes por descarga eléctrica y procurar las medidas de prevención como los candados y accesos seguros a puntos energizados, la calidad de la puesta a tierra, la prevención del fuego por causa eléctrica, el choque eléctrico y los primeros auxilios. Conceptos básicos para que el egresado tome conciencia de los riesgos en la ejecución de estas actividades.

La impartición de la asignatura deberá ser tan dinámica como la experiencia profesional del profesor la determine, y deberá incluir visitas a empresas industriales o comerciales con suficientes equipos e instalaciones eléctricas que permitan poner en contacto al alumno con la importancia que estas actividades representan en toda organización, las rutinas y programas de mantenimiento, los equipos de prueba o diagnóstico, la organización de las libranzas o accesos para mantenimiento de los equipos en servicio, entre otras. Todo el curso deberá conducirlo por la vía de la aplicación práctica promoviendo la búsqueda de áreas de oportunidad reales o simuladas para la aplicación de los conceptos del mantenimiento eléctrico.

Es importante destacar que esta asignatura tiene un enorme potencial para desarrollar en el alumno las competencias y habilidades para elaborar proyectos de planeación de mantenimiento y pruebas eléctricas, por lo que, como producto de trabajo deberá ser uno o varios trabajos, asignados individualmente por alumno, tratando de que sean elaborados lo más integralmente posible con esta finalidad.



### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Conocer, aplicar y desarrollar las actividades de mantenimiento eléctrico (realizar pruebas, mediciones y diagnósticos del estado físico de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas) para mantener en operación y en condiciones de seguridad, eficiencia y economía a equipos, máquinas e instalaciones eléctricas</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.	Academias de Ingeniería Eléctrica de los Institutos Tecnológicos de: Durango, Cd. Juárez y Hermosillo	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.
Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer, aplicar y desarrollar las actividades de mantenimiento eléctrico (realizar pruebas, mediciones y diagnósticos del estado físico de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas) para mantener en operación y en condiciones de seguridad, eficiencia y economía a equipos, máquinas e instalaciones eléctricas.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Comprende el comportamiento de los fenómenos de conductividad, resistividad, permitividad y polarización de materiales conductores y aislantes.
- Conoce y analiza las características principales de los materiales aislantes utilizados en la construcción de equipos y máquinas eléctricas en general.
- Utiliza apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas.
- Conoce las generalidades de diseño, partes y características operativas de las máquinas de inducción y sincrónicas utilizadas en los sistemas eléctricos.
- Conoce las generalidades de diseño, partes y características operativas de los transformadores de potencia y distribución utilizados en los sistemas eléctricos.
- Conoce y describe las características del equipo mecánico asociado a los sistemas y equipos eléctricos de procesos industriales y de uso general.
- Proyecta instalaciones eléctricas de baja tensión de usos generales para carga ligera en edificios como iluminación, climatización, bombeo de agua, elevadores, entre otras para aplicaciones residenciales, comerciales y de servicios públicos.
- Proyecta instalaciones eléctricas de manejo y utilización de fuerza motriz en media y baja tensión para sistemas industriales y de aplicaciones generales de alto consumo.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Generalidades del Mantenimiento Eléctrico.	1.1 Clasificación del mantenimiento general. Características de: 1.1.1 Mantenimiento correctivo.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.2 Mantenimiento preventivo.</li> <li>1.1.3 Mantenimiento predictivo.</li> <li>1.2 Actividades del mantenimiento eléctrico (M.E.) Características de: <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 Servicios de conservación.</li> <li>1.2.2 Inspecciones y revisiones.</li> <li>1.2.3 Pruebas eléctricas.</li> <li>1.2.4 Mantenimientos mayores.</li> </ul> </li> <li>1.3 Planeación y control del M.E. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1 Hojas de inspección a equipos e instalaciones eléctricas.</li> <li>1.3.2 Manuales de inspección de equipos eléctricos.</li> <li>1.3.3 Programas de mantenimiento preventivo M.P.</li> </ul> </li> <li>1.4 Registros y estadísticas del M.E. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.1 Expedientes de equipos.</li> <li>1.4.2 Análisis evolutivos del estado del equipo.</li> <li>1.4.3 Predicción de la vida del equipo.</li> <li>1.4.4 Planificación de mantenimientos mayores.</li> </ul> </li> <li>1.5 Generalidades de los aislamientos eléctricos. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.5.1 Materiales aislantes y funciones.</li> <li>1.5.2 Características y propiedades dieléctricas.</li> <li>1.5.3 Clasificación IEEE de aislamientos.</li> <li>1.5.4 La temperatura y la humedad en los aislamientos.</li> </ul> </li> <li>1.6 Pruebas y comportamiento de los dieléctricos con C.D. Medición e indicadores de: <ul style="list-style-type: none"> <li>1.6.1 Resistencia de aislamiento.</li> <li>1.6.2 Absorción dieléctrica.</li> <li>1.6.3 Polarización.</li> <li>1.6.4 Influencia de la temperatura y humedad en las mediciones.</li> </ul> </li> <li>1.7 Pruebas y comportamiento de los dieléctricos con C.A.- Medición e indicadores de: <ul style="list-style-type: none"> <li>1.7.1 Pérdidas dieléctricas.</li> <li>1.7.2 Factor de potencia.</li> <li>1.7.3 Ionización y efecto corona.</li> <li>1.7.4 Influencia de la temperatura y humedad en las mediciones.</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---

<p><b>2</b></p>	<p>Mantenimiento Eléctrico de Transformadores.</p>	<p>2.1 Clasificación y características generales de transformadores.</p> <p>2.1.1 Rangos de capacidades y de tensiones primarias – secundarias.</p> <p>2.1.2 Clasificación general de tipos de enfriamiento.</p> <p>2.1.3 Construcción y partes principales.</p> <p>2.1.4 Componentes y accesorios de servicio y mantenimiento.</p> <p>2.2 Mantenimiento preventivo de transformadores.</p> <p>2.2.1 Actividades y guías de inspección con el transformador en servicio.</p> <p>2.2.2 Actividades y guías de inspección con el transformador fuera de servicio.</p> <p>2.2.3 Registros de resultados y estadísticos de pruebas y M.P.</p> <p>2.2.4 Frecuencias de inspección y programación de M.P. de transformadores.</p> <p>2.3 Pruebas de resistencia de aislamiento de los devanados.-</p> <p>2.3.1 Preparación del transformador para la prueba.</p> <p>2.3.2 Pruebas de 1 a 10 minutos de Alta Vs. Baja, Alta/Baja Vs. tierra, Alta Vs. Baja a tierra, Baja Vs. Alta, etc.</p> <p>2.3.3 Registros, ajustes de valores e interpretación de resultados.</p> <p>2.4 Pruebas de factor de potencia de los devanados.-</p> <p>2.4.1 Preparación del transformador para la prueba.</p> <p>2.4.2 Pruebas: Alta Vs. Baja a tierra, Alta Vs. Baja a guarda, Baja Vs. Alta a tierra, Baja Vs. Alta a guarda.</p> <p>2.4.3 Registros, comparación y evaluación de resultados.</p> <p>2.5 Pruebas de relación de transformación y de polaridad.-</p> <p>2.5.1 Ejecución de la prueba de TTR y</p>



		<p>determinación de la polaridad.</p> <p>2.5.2 Interpretación de resultados y diagnóstico.</p> <p>2.6 Pruebas al aceite aislante.-</p> <p>2.6.1 Criterios de tomas y preparación de la muestra.</p> <p>2.6.2 Prueba de rigidez dieléctrica, registro e interpretación de resultados.</p> <p>2.6.3 Prueba de factor de potencia, registro e interpretación de resultados.</p> <p>2.7 Mantenimientos mayores a transformadores.-</p> <p>2.7.1 Filtrado y regeneraciones del aceite aislante.</p> <p>2.7.2 Métodos de secado de devanados.</p> <p>2.7.3 Pruebas a boquillas de alta tensión.</p>
<p><b>3</b></p>	<p>Mantenimiento Eléctrico de Equipos de Distribución Eléctrica.</p>	<p>3.1 Cables de potencia de media tensión.-</p> <p>3.1.1 Construcción de cables y clasificación de aislamientos.</p> <p>3.1.2 Terminales, su construcción y características.</p> <p>3.1.3 Pruebas de resistencia de aislamiento en cables unipolares y tripolares: Línea Vs. tierra, L1 Vs. L2/L3 a tierra, L1 Vs. L2/L3 a guarda, etc.</p> <p>3.1.4 Pruebas de alto potencial, Hi-Pot a 5 minutos.</p> <p>3.1.5 Pruebas con equipo VLF a 5 minutos a 1.7 veces tensión de cresta.</p> <p>3.2 Subestaciones compactas y tableros de distribución de M.T.-</p> <p>3.2.1 Características generales, construcción y partes principales.</p> <p>3.2.2 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>3.2.3 Frecuencias de inspección y programación de M.P.</p>

		<p>3.3 Secciones primarias de subestaciones y tableros.-</p> <p>3.3.1 Pruebas de aislamiento a barras, aisladores de soporte, cuchillas y fusibles primarios.</p> <p>3.4 Tableros de distribución de baja tensión.-</p> <p>3.4.1 Características generales, construcción y partes principales.</p> <p>3.4.2 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>3.4.3 Frecuencias de inspección y programación de M.P.</p> <p>3.5 Interruptores de media y baja tensión, en aire y al vacío.-</p> <p>3.5.1 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>3.5.2 Pruebas de resistencia de aislamiento y de contacto, Ducter.</p> <p>3.5.3 Pruebas operacionales de disparo.</p> <p>3.6 Relevadores y dispositivos de protección.-</p> <p>3.6.1 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>3.6.2 Pruebas de verificación de calibraciones y ajustes.</p>
4	<p>Mantenimiento Electromecánico de Máquinas Eléctricas.</p>	<p>4.1 Motores de C.A.-</p> <p>4.1.1 Clasificación NEMA, capacidades y partes principales.</p> <p>4.1.2 Características de los aislamientos de motores de C.A.</p> <p>4.1.3 La temperatura y la vida de los aislamientos.</p> <p>4.1.4 Concepto de temperatura de operación de motores trifásicos.</p> <p>4.2 Pruebas y mantenimiento a motores de C.A.</p> <p>4.2.1 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>4.2.2 Pruebas de resistencia de aislamiento de devanados de estator y rotor..</p> <p>4.2.3 Pruebas y verificación de rotores en</p>

		<p>jaula de ardilla.</p> <p>4.2.4 Registro estadístico e interpretación de resultados.</p> <p>4.3 Pruebas y mantenimiento a motores de C.D.</p> <p>4.3.1 Características generales, construcción y partes principales.</p> <p>4.3.2 Actividades de inspección y guías de M.P.</p> <p>4.3.3 Procedimiento de servicio al conmutador y escobillas.</p> <p>4.3.4 Pruebas de resistencia de aislamiento a devanados de campo y armadura.</p> <p>4.3.5 Pruebas de espiras de la armadura, Ducter.</p> <p>4.5 Generadores y motores síncronos.-</p> <p>4.5.1 Características generales, construcción y partes principales.</p> <p>4.5.2 Sistemas de excitación, tipos y características.</p> <p>4.5.3 Actividades de inspección y servicio a anillos y escobillas de excitación.</p> <p>4.5.4 Actividades de inspección y servicio a sistemas tipo sin escobillas, brushless.</p> <p>4.6 Mantenimiento mecánico de máquinas eléctricas.</p> <p>4.6.1 Rodamientos, clasificación, tipos y su lubricación.</p> <p>4.6.2 Características de cojinetes, chumaceras y lubricación por aceite.</p> <p>4.6.3 Alineación de máquinas, conceptos generales.</p> <p>4.6.4 Análisis de vibración, causas y criterios de evaluación.</p>
5	Aspectos de Seguridad en el Mantenimiento Eléctrico.	<p>4.4 Aterrizaje de equipos eléctricos-</p> <p>4.4.1 Importancia y objetivos de la puesta a tierra.</p> <p>4.4.2 Componentes y continuidad eléctrica del circuito a tierra.</p> <p>4.4.3 Actividades de inspección y servicio a la puesta a tierra.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>5.2 Verificación de mantenimiento de la resistencia a tierra. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Método de los tres puntos e instrumentos de medición.</li> <li>5.2.2 Interpretación de resultados</li> <li>5.2.3 Normatividad de los valores de resistencia a tierra.</li> </ul> </li> <li>5.3 Mejoramiento de la resistencia a tierra. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Mantenimiento de electrodos y pozos de puesta a tierra.</li> <li>5.3.2 Mejoramiento del terreno con bentonita y otros materiales.</li> </ul> </li> <li>5.4 Seguridad en el mantenimiento eléctrico. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1 Maniobras eléctricas, candado y etiquetado.</li> <li>5.4.2 El riesgo eléctrico y su prevención.</li> <li>5.4.3 Shock eléctrico y primeros auxilios.</li> </ul> </li> <li>5.5 Fuego eléctrico y su prevención. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.5.1 Conceptos generales sobre el fuego.</li> <li>5.5.2 Causas eléctricas de incendio.</li> <li>5.5.3 Medios de combate contra incendio eléctrico.</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

El profesor deberá ser conocedor de esta disciplina, tanto en el campo académico, como en ejercicio de la profesión, para considerar este conocimiento al abordar los temas correspondientes de la asignatura de Pruebas y Mantenimiento Eléctrico. Deberá de desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrará flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciará la interacción entre sus alumnos.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Propiciar, 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, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

## 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:

- Elaboración de tablas y/o bases de datos para apoyo y consulta.
- Elaboración de tareas de recopilación de información de locales elegidos para aplicaciones de proyectos de estudio energéticos, con exposición de resultados.
- Elaboración de proyectos de iluminación de interiores de locales industriales, comerciales y de servicios.
- Trabajos de proyecto de instalaciones eléctricas y exposición de resultados.
- Exámenes en base al conocimiento y comprensión de las normas oficiales mexicanas.
- Presentación de trabajos de investigación y recopilación de información documental.
- Asistencia y participación general en clase.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: **Generalidades del Mantenimiento Eléctrico.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Comprender las generalidades de las actividades de mantenimiento, su función, clasificación y administración requeridas para el mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y clasificar las partes y equipos de que consta una instalación o sistema eléctrico que tenga disponible en su entorno y especificar el tipo de actividad de mantenimiento que requiere cada una de ellas.</li><li>• Especificar una lista de puntos de inspección a uno de los conjuntos o partes seleccionadas en el tema anterior.</li><li>• Diseñar un programa de M.P. para alguna de las instalaciones o sistemas eléctricos de los temas anteriores.</li><li>• Diseñar una guía o manual para la ejecución de las actividades de M.P. incluidas el tema anterior.</li><li>• Diseñar un sistema de registro para el control y estadística de las actividades de M.P. de los temas anteriores.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer las actividades de mantenimiento mayor que requieran las instalaciones eléctricas que se tengan bajo estudio.</li> <li>• Hacer una recopilación de las diversas propiedades y características dieléctricas que contienen los materiales aislantes, así como su comportamiento en los equipos y sistemas eléctricos de manejo de energía eléctrica.</li> <li>• Investigar y recopilar información de los diversos equipos e instrumentos de medición para pruebas y diagnósticos empleados en el mantenimiento eléctrico.</li> </ul>
--	---

## **Unidad 2: Mantenimiento Eléctrico de Transformadores.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender y aplicar las diversas técnicas y metodologías para realizar el mantenimiento eléctrico de transformadores de potencia y de distribución, así como de equipos afines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer un examen descriptivo y detallado de las partes y conjuntos que forman a los diversos transformadores de distribución y de potencia, identificando claramente los conjuntos de devanados, núcleos magnéticos, medios de enfriamiento, accesorios de conexión y de medición correspondientes.</li> <li>• Dependiendo del tipo de enfriamiento de un transformador, elaborar una guía para detallar las actividades de inspección a ser realizadas con el transformador en servicio y fuera de servicio.</li> <li>• Elaborar un formato de registro de resultados de las actividades de inspección y servicio realizadas en el paso anterior.</li> <li>• Elaborar un programa de M.P. a un transformador, incluyendo las fechas y períodos más aptos para cada actividad.</li> <li>• Realizar una serie de pruebas de resistencia de aislamiento de los devanados a un transformador de distribución típico, registrando sus valores y obteniendo un breve historial que muestre las tendencias e interpretación de sus resultados.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igual al anterior, con pruebas de factor de potencia de los devanados-</li> <li>• Igual al anterior, con pruebas de relación de transformación y de polaridad.</li> <li>• Igual al anterior, con pruebas de rigidez dieléctrica y de factor de potencia al aceite.</li> </ul>
--	--

### Unidad 3: Mantenimiento Eléctrico de Equipos de Distribución Eléctrica.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender y aplicar las diversas técnicas y metodologías para realizar el mantenimiento eléctrico de tableros, interruptores y cableado de distribución, así como de equipos y componentes accesorios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar cada una de las partes que conforman a los cables de potencia de media tensión y su función, incluyendo sus terminales y conexiones especiales de alivio de esfuerzos eléctricos, indicando sobre las mismas el tipo de atención que se les debe de brindar.</li> <li>• Realizar pruebas de resistencia de aislamiento de cables de potencia de media tensión con terminales de alivio, registrando e interpretando la información resultante.</li> <li>• Igual al anterior, con pruebas no destructivas de alto potencial Hi-Pot.</li> <li>• Hacer un reconocimiento detallado de las partes más importantes de los tableros primario y secundario que conforman una subestación compacta de distribución típica, identificando los componentes que requieren de inspección y servicio, proponiendo la guía de inspecciones y el programa de M.P.</li> <li>• Proponer un programa de M.P. para interruptores de potencia de baja tensión termomagnéticos y electromagnéticos, así como de cuchillas, portafusibles y accesorios de conexión primarios, incluyendo las guías de inspecciones, pruebas y servicios correspondientes.</li> <li>• Efectuar pruebas aislamiento y resistencia de contacto de interruptores de baja tensión convencionales, así como de puntos de contacto en barras, terminales,</li> </ul>



	<p>conectores, cuchillas y accesorios de conducción en general de tableros de distribución, registrando e interpretando la información resultante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recabar información y especificaciones de equipos comerciales de prueba y verificación de calibración de relevadores de protección y disparadores de baja tensión, analizando su empleo y aplicaciones en el mantenimiento de sistemas de protección eléctrica.</li> </ul>
--	--

#### **Unidad 4: Mantenimiento Electromecánico de Máquinas Eléctricas.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender y aplicar las diversas técnicas y metodologías para realizar el mantenimiento eléctrico de motores y generadores eléctricos de C.A, y C.D. de todas capacidades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la clasificación de los diversos materiales de aislamiento y su relación con las temperaturas de trabajo que se emplean en la fabricación de motores de C.A. y en general de máquinas eléctricas.</li> <li>• Identificar las partes y componentes de motores de C.A. que requieran actividades de inspección y servicio, para proponer un programa de M.P., incluyendo el diseño de las guías de inspección y documentos de registro de mantenimiento.</li> <li>• Realizar pruebas de resistencia de aislamiento a devanados estatóricos de máquinas de C.A. y C.D., registrar e interpretar los resultados.</li> <li>• Igual para rotores de armadura de C.D., incluyendo las de continuidad de espiras o de espira abierta Ducter.</li> <li>• Igual para rotores en jaula de ardilla de C.A. verificando resistencia de contacto de barras y tapas.</li> <li>• Efectuar un resumen de características y especificaciones de los rodamientos (baleros) y cojinetes empleados en maquinaria eléctrica, mostrando las correspondientes aplicaciones en baja, media y alta capacidad.</li> <li>• Investigar los diferentes sistemas de lubricación empleados en máquinas eléctricas, tanto naturales como forzados,</li> </ul>

	<p>así como los métodos de enfriamiento de los lubricantes, identificando las partes importantes de atención para mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilar información y especificaciones de equipos de medición de vibración, sus principios de medición e interpretación de resultados en el análisis de máquinas rotatorias eléctricas.</li> </ul>
--	--

### Unidad 5: Aspectos de Seguridad en el Mantenimiento Eléctrico.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer y demostrar las medidas de precaución y las condiciones de seguridad que se deben observar en las actividades del mantenimiento eléctrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un resumen documental de los sistemas de puesta a tierra de equipos e instalaciones eléctricas más comunes, identificando los componentes empleados en las mismas, proponiendo las actividades de mantenimiento requeridas mediante la elaboración de una guía de inspecciones y servicios.</li> <li>• Efectuar una práctica de revisión del estado y continuidad de una instalación de puesta a tierra convencional de un equipo eléctrico de fuerza (motores, tableros, estructura metálica, etc.).</li> <li>• Efectuar una práctica de medición de resistencia a tierra de una instalación o equipo eléctrico bajo las condiciones asignadas por el profesor, utilizando el Megger de tierras y el método de los tres puntos, evaluar los resultados y elaborar el informe correspondiente.</li> <li>• Hacer un resumen documental sobre los procedimientos recomendados para la libranza de un circuito o equipo eléctrico de utilización de la energía sujeto a mantenimiento, insistiendo sobre su observancia obligada.</li> <li>• Efectuar una práctica de primeros auxilios de atención a una persona bajo shock eléctrico.</li> <li>• Efectuar un resumen documental de los sistemas de extinción de incendios, su clasificación, tipos de extintores,</li> </ul>

	instalaciones portátiles y fijas, destacando en especial el conato de incendio por causas eléctricas.
--	---

Haga clic aquí para escribir texto.

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- Higgins, Lindley R., Mobley, K. R., Maintenance Engineering Handbook, McGraw-Hill Professional, 6a. Ed., 2001
- Gill, Paul, Electrical Power Equipment Maintenance and Testing, Marcel Dekker, Inc., 1998
- Enríquez Harper, G., Pruebas y Mantenimiento a Equipos Eléctricos, Edit. Limusa Wiley, 2005
- Fernández Cabañas, M., Técnicas para el Mantenimiento y Diagnóstico de Máquinas Eléctricas Rotativas, Edit. Marcombo. 1998.
- Crespo Márquez, Adolfo; Moreu de León, Pedro; Sánchez Herguedas, Antonio. Ingeniería de Mantenimiento. Técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. Edit. Aenor. Madrid 2004.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Visita a una planta industrial con equipamiento eléctrico de potencia o bien a una subestación de potencia de CFE para observar de cerca las características del equipo e instalaciones eléctricas, así como la realización de las pruebas de diagnóstico y el equipo de medición correspondiente que lleven a cabo en el sitio, las libranzas y maniobras correspondientes y presentar un informe a discusión en clase.
- Medición de potencia, factor de potencia y energía en sistema trifásico y monofásico con cargas R.L.C.
- Medición de resistencia de aislamiento de devanados de motores y transformadores y uso del medidor megger.
- Medición de rigidez dieléctrica para aceites de transformadores y uso del probador.
- Medición de factor de potencia en devanados y boquillas de transformadores y uso del probador.
- Medición de la resistencia de contacto de interruptores y uso de puentes de C.D. óhmetro.
- Prueba de corto circuito de espiras y uso del probador de vueltas TTR en devanados de transformadores y máquinas.
- Medición de resistencia de puesta a tierra y uso del medidor de resistencia a tierra en instalaciones y equipos.
- Verificación de alineación mecánica entre dos máquinas y verificación de vibración a velocidad plena con el uso de calibradores y medidores correspondientes.
- Maniobras de extinción de un mini-incendio de materiales eléctricos y uso del equipo de extintores correspondientes.

- Simulación de maniobras de primeros auxilios de resucitación con masaje cardiopulmonar y respiración artificial.