

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Subestaciones Eléctricas
Carrera: Ingeniería Electromecánica
Clave de la asignatura: EMM - 0534
Horas teoría-horas práctica-créditos 3 – 2 – 8

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Ocotlán del 23 al 27 agosto 2004.	Representante de las academias de ingeniería Electromecánica de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Electromecánica
Instituto Tecnológico de León	Academias de Ingeniería Electromecánica	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Acapulco del 14 al 18 febrero 2005	Comité de Consolidación de la carrera de Ingeniería Electromecánica.	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Máquinas eléctricas	Transformadores		
Mediciones mecánicas y eléctricas	Mediciones eléctricas. Normalización Nacional e internacional		
Circuitos eléctricos II	Circuitos Polifásicos.		
Instalaciones eléctricas	Aspectos Legales y Normas Vigentes Instalaciones Eléctricas Industriales		
Sistemas eléctricos de potencia	Parámetros de Líneas aéreas de transmisión. Protecciones eléctricas		

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Interpretar y aplicar normas, especificaciones, códigos, manuales, planos y diagramas de equipos para subestaciones eléctricas.
- Seleccionar, instalar y operar sistemas de control, protección y medición.
- Aplicar tecnología de vanguardia a la solución de problemas de su entorno.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Seleccionará, calculará, operará y mantendrá subestaciones eléctricas.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Equipos primarios de una subestación eléctrica	1.1. Definición, clasificación y elementos constitutivos de una subestación. 1.2. Transformadores de potencia. 1.1.1 Clasificación de transformadores 1.1.2 Tipos de enfriamiento en transformadores 1.3. Interruptores de potencia. 1.3.1 Definición y tipos de interruptores 1.3.2 Interruptores de gran volumen de aceite 1.3.3 Interruptores en aire 1.3.4 Interruptores de vacío 1.3.5 Interruptores de hexafluoruro de azufre 1.3.6 Especificación de interruptores de potencia 1.3.7 Selección de interruptores de potencia 1.4. Cuchillas y fusibles. 1.4.1 Definición y operación de cuchillas conectoras 1.4.2 Fusibles de potencia y sus curvas de operación 1.4.3 Especificaciones de cuchillas y fusibles 1.5. Apartarrayos. 1.5.1 Naturaleza de las sobretensiones y sus efectos en los sistemas eléctricos de potencia 1.5.2 Definición y operación de apartarrayos 1.5.2.1. Nivel básico al impulso maniobra 1.5.2.2. Nivel básico al impulso de descargas 1.5.2.3. Distancia de no flameo 1.5.2.4. Coordinación de aislamiento 1.6. Mantenimiento a equipo primario.
2	Equipos secundarios	2.1. Transformadores de instrumento. 2.1.1 Transformadores de corriente

		<p>(TCs)</p> <p>2.1.2 Transformadores de potencial (TPs)</p> <p>2.2. Bancos de baterías.</p> <p>2.3. Bancos de capacitores.</p> <p>2.4. Tableros de transferencia.</p> <p>2.5. Mantenimiento a equipo secundario.</p>
3	Estructuras, tierras y diagramas unifilares	<p>3.1. Clasificación de los diferentes tipos de estructuras</p> <p>3.1.1 Para subestaciones</p> <p>3.1.2 Para líneas de transmisión.</p> <p>3.2. Sistemas de tierras.</p> <p>3.2.1 Clasificación de sistemas de tierras.</p> <p>3.2.2 Calculo de tensiones de paso y de contacto.</p> <p>3.2.3 Calculo de la red de tierras.</p> <p>3.3. Diagramas unifilares.</p> <p>3.3.1 Simbología</p> <p>3.3.2 Diferentes tipos de subestaciones</p>
4	Pruebas de rutina a transformadores	<p>4.1. Pruebas de polaridad y relación de transformación</p> <p>4.2. Pruebas de rigidez dieléctrica del aceite.</p> <p>4.3. Pruebas de resistencia de aislamiento.</p> <p>4.4. Pruebas al sistema de tierras.</p> <p>4.5. Mantenimiento de transformadores.</p>
5	Proyecto de una subestación	<p>5.1. Elaboración de un proyecto de una subestación.</p> <p>5.2. Consideraciones económicas</p>

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Transformadores
- Mediciones eléctricas.
- Normalización Nacional e internacional
- Circuitos Polifásicos.
- Aspectos Legales y Normas Vigentes
- Instalaciones Eléctricas Industriales
- Parámetros de Líneas aéreas de transmisión.
- Protecciones eléctricas

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Reportes, trabajos, visitas y prácticas simuladas por computadora.
- Uso de software
- Visitas a empresas
- Trabajo en equipo
- Asistir a conferencias y exposiciones
- Investigación documental
- Sesiones de discusión de conceptos

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Examen diagnóstico
- Alternar exámenes escritos con exposiciones.
- Informes sobre las visitas a empresas.
- Reportes de las investigaciones.
- Participación individual y en equipo
- Desempeño en el aula.

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Equipos Primarios de una Subestación Eléctrica

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante conocerá y clasificará los componentes principales que forman una subestación eléctrica.	<ul style="list-style-type: none">• Definir y clasificar los elementos de una subestación por orden de importancia.• Investigar y clasificar los transformadores de potencia apoyados en catálogos de fabricantes.• Investigar, definir y clasificar los interruptores de potencia, con la ayuda de catalogo.• Clasificar y comentar la operación de cuchillas seccionadoras.• Investigar y clasificar los tipos de fusibles para proteger sistemas de potencia.• Investigar, relacionar y exponer los tipos de mantenimiento que se programan para una subestación eléctrica.	11,14, 16,23,24,25,26,27

Unidad 2.- Equipos Secundarios de una Subestación Eléctrica

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá los equipos eléctricos de los sistemas de control y de respaldo de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y discutir en clase el funcionamiento de transformadores de instrumento, sus • tipos de conexión y sus capacidades (Burden). • Investigar el funcionamiento y los componentes de un banco de baterías. • Discutir el funcionamiento y los componentes de un banco de capacitores. • Conocer el funcionamiento de los tableros de transferencia y su importancia. • Clasificar los tipos de tableros. • Programar el mantenimiento a equipo secundario. 	19,21,22,23,24,25,27

Unidad 3.- Estructuras, tierras y diagramas unifilares.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Conocerá y clasificará los diferentes tipos de estructura.</p> <p>Calculará y medirá redes de tierras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un cuadro sinóptico con las diferentes estructuras para subestaciones y para líneas de transmisión de acuerdo a los niveles de voltaje. • Investigar las clasificaciones de los sistemas de tierra y calcular valores de paso y de contacto. • Ejemplificar los tipos de diagramas unifilares. 	17,18,22,23,24,25,26,27

Unidad 4.- Pruebas de Rutina a Transformadores

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Establecerá las pruebas de rutina para los transformadores y sus procedimientos.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar y utilizar los métodos de prueba para medir la polaridad y la relación de transformación de acuerdo con las normas.• Investigar y utilizar los métodos de prueba para medir la rigidez dieléctrica del aceite de acuerdo con las normas..• Investigar y utilizar los métodos de prueba para medir la resistencia de aislamiento de acuerdo con las normas.• Investigar y utilizar los métodos de prueba para medir la resistencia de tierras de acuerdo con las normas.• Programar los tipos de mantenimiento mayor, menor y de rutina aplicados a los transformadores.	1,2,3, 4,5,6, 7,8,10, 11, 23, 25,27

UNIDAD 5.- Proyecto de una Subestación

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Elaborará el proyecto de una subestación	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar los conceptos aprendidos para la elaboración de un proyecto.• Presentar los resultados del proyecto en un documento escrito	23,24,27

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Chapman, Stephen J. *Máquinas Eléctricas*. Editorial Mc Graw Hill.
2. Garik – Whiplple. *Máquinas de corriente alterna*. Editorial C.E.C.S.A.
3. Kosow, Irvin L. *Máquinas Eléctricas y Transformadores*. Editorial Reverte.
4. Siskind, Charles. *Máquinas Eléctricas*. Editorial Mc Graw Hill.
5. Gingrich, Harold W. *Máquinas Eléctricas, Transformadores y Controles*. Editorial Prentice Hall.
6. Snajurjo, Rafael. *Máquinas Eléctricas*. Editorial Mc Graw Hill.
7. *Máquinas electromagnéticas y electromecánicas*. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería. México Tomos 1,2,3.
8. Harper, Gilberto Enríquez. *El ABC de las máquinas eléctricas*.

9. Resnick. *Física II*. Editorial Continental.
10. Wildi y De Vito. *Experimentos con equipo eléctrico*. Editorial Limusa.
11. C.F.E. *Manual de Proced. de Pruebas a Eq. Eléctrico*.
12. Harper, Gilberto Enríquez. *Subestaciones*.
13. Fitzgerald; Kusko; Kinsley. *Maquinas Eléctricas*.
14. C.F.E. *Procedimiento de pruebas a instalaciones de potencia*.
15. Stevenson, W. D. *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Editorial Mc Graw Hill. 2ª edición.
16. *Manuales de fabricantes de cuchillas y fusibles*
17. Landa, Viqueira. *Líneas de Transporte de Energía*.
18. Harper, Gilberto Enríquez. *Líneas de Transmisión Tomos 1 y 2*.
19. Mason, C. *El Arte y la ciencia de la protección por relevadores*.
20. Mulukutla Sarma.
21. CFE. *Manual de Coordinación de Protecciones*.
22. C.F.E. – I.I.E. *Manual de Cálculo de Sistemas de Tierra*.
23. Martin, Jose Raúl. *Diseño de subestaciones eléctricas*. México: Editorial Mc Graw Hill. 1992.
24. Harper, Enríquez. *Elementos de diseño de subestaciones eléctricas*. Editorial Limusa Noriega. 2002. 2ª edición.
25. Espinosa, Roberto y Lara. *Sistemas de distribución*. México: Editorial Limusa Noriega. 1990.
26. Harper, Enríquez. *Curso de transformadores y Motores de inducción*. Editorial Limusa Noriega. 4ª edición.
27. G Zoppetti. *Estaciones Transformadoras y de distribución*. Barcelona: Editorial GG. 1982.

11. PRÁCTICAS PROPUESTAS.

1. Pruebas de polaridad y relación de transformación
2. Pruebas de rigidez dieléctrica del aceite
3. Pruebas de resistencia de aislamiento
4. Pruebas al sistema de tierra.

