

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

1894

8° ó 9°

06

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería Eléctrica

Ingeniería Eléctrica de Potencia

Ingeniería Eléctrica Electrónica

División

Departamento

Carrera en que se imparte

Asignatura:

Obligatoria

Optativa
de elección

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

Modalidad: Curso

Aprobado:
Consejo Técnico de la Facultad

Fecha:
25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

Consejo Académico del Área de las Ciencias
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

11 de agosto de 2005

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna.

Seriación obligatoria consecuyente: Ninguna.

Objetivo(s) del curso:

El alumno tendrá los conocimientos necesarios para proyectar y diseñar subestaciones eléctricas, analizando diferentes criterios de diseño, tanto para la parte física, como para la protección. Tendrá la capacidad para seleccionar el equipo necesario, así como para efectuar las pruebas para la puesta en operación de las subestaciones y conocerá la normatividad correspondiente.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Generalidades y diagramas unifilares.	3.0
2.	Equipo principal y especificaciones.	4.5
3.	Equipo de barras colectoras, diseño y materiales.	4.5
4.	Diseño de la red de tierra y materiales.	4.5
5.	Proyecto físico de la subestación.	7.5
6.	Sistemas auxiliares.	4.5
7.	Control, medición, aparatos y diagramas.	7.5
8.	Protección, relevadores y diagramas.	6.0
9.	Tableros, aparatos y alambrados.	3.0
10.	Pruebas, puesta en servicio y memoria del proyecto.	3.0
		48.0
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	48.0



1 Generalidades y diagramas unifilares.

Objetivo: El alumno conocerá las características de una subestación eléctrica (SE.) y seleccionará el arreglo más adecuado de acuerdo con la tensión y potencia requerida para la misma.

Contenido:

- 1.1 Características generales de una subestación eléctrica.
 - 1.1.1 Generalidades.
 - 1.1.2 Localización.
 - 1.1.3 Tensiones normalizadas.
 - 1.1.4 Nomenclatura y simbología.
 - 1.1.5 La SE. como parte de una red eléctrica.
- 1.2 Arreglos de subestaciones. Diagramas unifilares.
 - 1.2.1 Evaluación de los diferentes arreglos.
 - 1.2.2 Selección del arreglo según las tensiones de la SE.
 - 1.2.3 Consideraciones económicas.

2 Equipo principal y especificaciones.

Objetivo: El alumno conocerá las características y especificaciones del equipo principal de una SE., así como la normatividad relativa al tema de subestaciones.

Contenido:

- 2.1 Cálculos necesarios para el diseño de una SE.
 - 2.1.1 Coordinación de aislamiento, efecto corona, descargas parciales y corrientes de corto circuito.
 - 2.1.2 Normatividad relativa a la coordinación de aislamiento en las subestaciones.
- 2.2 Equipo principal de una subestación: descripción y especificaciones
 - 2.2.1 Transformadores de potencia y bancos de tierra.
 - 2.2.2 Transformadores de potencial y de corriente.
 - 2.2.3 Interruptores, fusibles y cuchillas.
 - 2.2.4 Dispositivos de potencial.
 - 2.2.5 Apartarrayos.
 - 2.2.6 Tableros.
 - 2.2.7 Subestaciones en hexafluoruro de azufre (SF₆)
 - 2.2.8 Reactores y capacitores.
 - 2.2.9 Baterías y cargadores.

3 Equipo de barras colectoras, diseño y materiales.

Objetivo: El alumno conocerá los métodos para dimensionar y diseñar los diferentes tipos de barras colectoras que se pueden instalar en una subestación eléctrica y la normatividad correspondiente.

Contenido:

- 3.1 Consideraciones generales.
 - 3.1.1 Cargas estáticas y dinámicas que actúan sobre las barras de una SE.
 - 3.1.2 Factores que intervienen en el diseño de las barras colectoras.



- 3.1.3 Factores secundarios en el diseño de barras colectoras.
- 3.1.4 Efecto superficial y térmico, vibraciones, corrosión y salinidad.
- 3.2 Métodos de cálculo y materiales de las barras colectoras.
 - 3.2.1 Métodos de cálculo.
 - 3.2.2 Cálculo de distancias de fase a tierra y entre fases.
 - 3.2.3 Selección de materiales.
 - 3.2.4 Barras colectoras en gas.
 - 3.2.5 Barras de fase aislada.
 - 3.2.6 Normatividad relativa a la construcción de barras colectoras.

4 Diseño de la red de tierra y materiales.

Objetivo: El alumno conocerá el método para diseñar la red de tierra de una SE y los materiales necesarios para su construcción, así como la normatividad correspondiente.

Contenido:

- 4.1 Consideraciones generales.
 - 4.1.1 Consideraciones para el diseño de redes de tierra, resistividad del terreno.
 - 4.1.2 Factores que intervienen en el diseño de la red.
 - 4.1.3 Normatividad relativa a la construcción de redes de tierra.
- 4.2 Métodos de cálculo y selección de materiales para las redes de tierra.
 - 4.2.1 Métodos de cálculo.
 - 4.2.2 Elementos de la red de tierra.
 - 4.2.3 Selección de materiales.
 - 4.2.4 Conexión a tierra del equipo.
 - 4.2.5 Conexión a tierra de: tuberías, rejillas, tanques, estructuras, etc.

5 Proyecto físico de la subestación.

Objetivo: El alumno dimensionará las distancias entre los equipos de la subestación, de acuerdo con los niveles de tensión usados y las distancias de seguridad consideradas de acuerdo con las normas correspondientes.

Contenido:

- 5.1 Proyecto de la subestación eléctrica.
 - 5.1.1 Arreglo físico.
 - 5.1.2 Niveles de tensión.
 - 5.1.3 Características.
 - 5.1.4 Diagrama unifilar.
 - 5.1.5 Protección contra sobretensiones.
 - 5.1.6 Selección y localización de pararrayos.
 - 5.1.7 Distancias de seguridad. Normas relacionadas.
 - 5.1.8 Faseo de transformadores.
 - 5.1.9 Proyecto de planta y elevaciones.
 - 5.1.10 Tableros y diseño de edificio de tableros.
 - 5.1.11 Cables de control, características y problemas en la iluminación.
 - 5.1.12 Trincheras, ruta de cables y lista de cables.
 - 5.1.13 Tipos de contaminación en la subestación.
 - 5.1.14 Subestaciones en hexafluoruro de azufre (SF₆)



5.1.15 Comparación económica de las subestaciones convencionales con las de gas.

5.1.16 Duración de un proyecto de una subestación.

6 Sistemas auxiliares.

Objetivo: El alumno conocerá y podrá seleccionar el equipo auxiliar de respaldo para la operación correcta de la subestación.

Contenido:

- 6.1 Sistemas auxiliares de una SE.
 - 6.1.1 Diagrama unifilar de los servicios propios.
 - 6.1.2 Transformadores del servicio de estación.
 - 6.1.3 Tableros de CA y CD y alumbrado.
 - 6.1.4 Plantas de emergencia.
 - 6.1.5 Baterías y cargadores. Alumbrados.
 - 6.1.6 Tipos de alumbrado, normal y de emergencia.
 - 6.1.7 Distribución de cargas, servicios, baños, bodegas, etc.
 - 6.1.8 Sistema contra incendio.
 - 6.1.9 Aire acondicionado.

7 Control, medición, aparatos y diagramas.

Objetivo: El alumno analizará y evaluará los diagramas de control de los sistemas de CD y CA para los mecanismos de los interruptores y las cuchillas, así como de las alarmas de los diferentes equipos. Conocerá y seleccionará los aparatos de medición y los lugares adecuados para su instalación.

Contenido:

- 7.1 Control, aparatos y diagramas.
 - 7.1.1 Tipos de control.
 - 7.1.2 Diagramas.
 - 7.1.3 Dispositivos y elementos de control.
 - 7.1.4 Tipos de elementos de control.
 - 7.1.5 Descripción de los dispositivos de control.
 - 7.1.6 Sistemas automáticos de control.
 - 7.1.7 Dispositivos de alarma.
 - 7.1.8 Aparatos registradores.
 - 7.1.9 Sistemas de control remoto.
 - 7.1.10 Sistemas modernos de control.
- 7.2 Medición, aparatos y diagramas.
 - 7.2.1 Generalidades.
 - 7.2.2 Magnitudes eléctricas.
 - 7.2.3 Aparatos de medición.
 - 7.2.4 Montaje de los aparatos.
 - 7.2.5 Sistemas de medición.
 - 7.2.6 Zonas de medición en las subestaciones.
 - 7.2.7 Transformadores de medición.



8 Protección, relevadores y diagramas.

Objetivo: El alumno calculará los corto circuitos en los lugares críticos de una subestación y deberá saber aplicar los relevadores adecuados según el tipo de protección de que se trate, así como trazar los diagramas correspondientes.

Contenido:

- 8.1 Protección, relevadores y diagramas.
 - 8.1.1 Diagrama esquemático de protección.
 - 8.1.2 Partes de una protección.
 - 8.1.3 Relevadores usados en subestaciones.
 - 8.1.4 Nomenclatura.
 - 8.1.5 Sistemas de protección.
 - 8.1.6 Diagramas principales en subestaciones.
 - 8.1.7 Protecciones principales en subestaciones.
 - 8.1.8 Coordinación de las protecciones.
 - 8.1.9 Diagramas elementales de protección y trifilares.

9 Tableros, aparatos y alambrados.

Objetivo: El alumno conocerá la forma de los distintos tipos de tableros que se usan en las subestaciones y sabrá distribuir dentro de éstos los aparatos, relevadores y el alambrado correspondiente, asimismo conocerá la normatividad aplicable.

Contenido:

- 9.1 Tableros, aparatos y alambrados.
 - 9.1.1 Tipos de tableros.
 - 9.1.2 Disposición física de los aparatos y perforaciones.
 - 9.1.3 Disposición física de los alambrados.
 - 9.1.4 Descripción física de los tableros y singularidades.
 - 9.1.5 Normatividad relativa de la construcción de tableros.

10 Pruebas, puesta en servicio y memoria del proyecto.

Objetivo: El alumno conocerá las pruebas que es necesario realizar a una subestación antes de ponerla en servicio y las normas correspondientes.

Contenido:

- 10.1 Pruebas y puesta en servicio.
 - 10.1.1 Prueba de la resistencia de la red de tierra.
 - 10.1.2 Prueba de aislamiento a cada aparato.
 - 10.1.3 Prueba del equipo auxiliar.
 - 10.1.4 Prueba de todos los circuitos de control-medición y protección.
 - 10.1.5 Ajuste de protecciones.
 - 10.1.6 Normatividad relativa a la puesta en servicio de una subestación.
 - 10.1.7 Reporte de construcción: Recopilación de estudios, memoria de cálculos y diagramas.

**Bibliografía básica:****Temas para los que se recomienda:**

RAULL MARTÍN, José
Diseño de Subestaciones
 2a. edición.
 México
 McGraw Hill, 1995

Todos

RAULL MARTÍN, José
Diseño de Subestaciones
 2a. edición
 México
 UNAM, 2000

Todos

Relaciones Industriales LYF.
Manual de Diseño de Subestaciones
 México
 Cia. De Luz y Fuerza del Centro, S.A, 1974

Todos

ENRIQUEZ HARPER, G
Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas
 México
 Limusa, 1990

Todos

Applied Protective Relaying
 USA
 Westinghouse Electric Corp., 1991

8

Electrical Transmission and Distribution
 USA
 Westinghouse Electric Corp., 1980

Todos

MASON, C.R.
The Art and Science of Protective Relays
 USA
 Wiley ,1990

8

ZOPPETTI G.
Estaciones Transformadoras y de Distribución
 México
 G. Gili, S.A. , 1981

Todos



RAULL MARTÍN, José
Problemática en los Cables de Control en Subestaciones de Alta y muy Alta Tensión.

7

México

Conferencia presentada en MEXICON 76, 1976

Bibliografía complementaria:

VIQUEIRA LANDA, J

Redes Eléctricas

México

Todos

Representaciones y Servicios de Ingeniería, 1990

Vol. I y II

Especificaciones de Coordinación de Aislamiento

México

Todos

C.F.E.1980

CÁRDENAS LOAEZA, Antonio

Fundamentos de Teoría y Selección de Transformadores para Medición

México

7

Electrónica Balteau, 1982

Sugerencias didácticas:

Exposición oral

Lecturas obligatorias

Exposición audiovisual

Trabajos de investigación

Ejercicios dentro de clase

Prácticas de taller o laboratorio

Ejercicios fuera del aula

Prácticas de campo

Seminarios

Otras

Forma de evaluar:

Exámenes parciales

Participación en clase

Exámenes finales

Asistencias a prácticas

Trabajos y tareas fuera del aula

Otras

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

El profesor de esta asignatura debe tener conocimientos de sistemas eléctricos de potencia, de protección de sistemas eléctricos, de transformadores, así como tener experiencia en el diseño y construcción de subestaciones y de la normatividad correspondiente.