

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

2003

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

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

Aprobado:

Consejo Técnico de la Facultad

Consejo Académico del Área de las Ciencias

Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:

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

11 de agosto de 2005

Modalidad: Curso

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna.

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna.

Objetivo(s) del curso:

El alumno conocerá las características de los sistemas de distribución aéreos y subterráneos de la energía eléctrica y podrá calcular y analizar los diferentes estados de operación de los mismos. Podrá diseñar una red de distribución y el sistema de protección contra sobrecorrientes y sobretensiones. Conocerá las normas aplicables a los sistemas de distribución.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Características generales de los sistemas de distribución	4.5
2.	Características de la carga	4.5
3.	Cálculos fundamentales en redes de distribución	7.5
4.	Cables subterráneos en redes de distribución	4.5
5.	Transformadores de distribución	4.5
6.	Aplicación de capacitores	4.5
7.	Protección contra sobrecorrientes	4.5
8.	Protección contra sobretensiones	4.5
9.	Diseño económico de redes de distribución	4.5
10.	Sistema de tierra	4.5
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	48.0



1 Características generales de los sistemas de distribución

Objetivo: El alumno conocerá las características generales de las principales estructuras de los sistemas de distribución y los aspectos generales de operación de cada una de ellas.

Contenido:

- 1.1 Sistemas de distribución de energía eléctrica.
 - 1.1.1 Estructuras de media tensión.
 - 1.1.2 Estructuras de baja tensión.
 - 1.1.3 Alimentación de energía eléctrica a grandes concentraciones de carga: residencial, comercial e industrial.
 - 1.1.4 Principios de análisis de costo-confiabilidad de redes de distribución.

2 Características de la carga

Objetivo: El alumno conocerá las características de los diversos tipos de carga: residencial, industrial y comercial, y podrá calcular sus parámetros principales y su correcta aplicación para el diseño de una red de distribución, asimismo conocerá la normatividad aplicable.

Contenido:

- 2.1 Características de la carga.
 - 2.1.1 Clasificación de las cargas.
 - 2.1.2 Definición de los factores más importantes. Carga conectada.
- 2.2 Parámetros de la carga.
 - 2.2.1 Demanda.
 - 2.2.2 Demanda máxima.
 - 2.2.3 Demanda diversificada.
 - 2.2.4 Factor de demanda y factor de diversidad.
 - 2.2.5 Factor de utilización.
 - 2.2.6 Factor de distribución.
 - 2.2.7 Cálculo de la tasa de crecimiento de la carga, factor de pérdidas y su relación con el factor de crecimiento de la carga.
 - 2.2.8 Demanda máxima diversificada.
 - 2.2.9 Métodos para determinar las características de la carga.
 - 2.2.10 Control de carga.
 - 2.2.11 Normatividad aplicable.

3 Cálculos fundamentales en redes de distribución

Objetivo: El alumno calculará la caída de tensión, la regulación y las pérdidas en los sistemas de distribución, y conocerá y aplicará las ecuaciones generales para el análisis de las redes de distribución.

Contenido:

- 3.1 Cálculos fundamentales en redes de distribución.



- 3.1.1 Cálculos de caída de tensión y regulación.
- 3.1.2 Concepto de impedancia.
- 3.1.3 Aspectos generales de la geometría de la red.
- 3.1.4 Establecimiento de las ecuaciones generales del sistema.
- 3.1.5 Cálculo de pérdidas I^2R en alimentadores de distribución primarios y secundarios.
- 3.1.6 Optimización de la sección y longitud de alimentadores primarios y secundarios.

4 Cables subterráneos en redes de distribución

Objetivo: El alumno conocerá las características eléctricas y de aislamiento de los cables y accesorios empleados en los sistemas de distribución subterránea y la normatividad correspondiente.

Contenido:

- 4.1 Características de cables.
 - 4.1.1 Tipo de conductores, aislamientos. Pantallas.
 - 4.1.2 Cubiertas protectoras.
 - 4.1.3 Esfuerzos electrostáticos en cables aislados.
 - 4.1.4 Capacitancia.
 - 4.1.5 Tensiones inducidas en pantallas.
 - 4.1.6 Resistencia térmica del aislamiento.
 - 4.1.7 Cálculo de la capacidad de conducción de un cable.
 - 4.1.8 Comportamiento de un cable en pico de carga y en corto circuito.
 - 4.1.9 Uniones y terminales.
 - 4.1.10 Instalación de cables.
 - 4.1.11 Localización de fallas.
 - 4.1.12 Normatividad aplicable a los cables subterráneos.

5 Transformadores de distribución

Objetivo: El alumno conocerá las características principales de los transformadores empleados en los sistemas de distribución y sus aplicaciones en las diferentes estructuras.

Contenido:

- 5.1 Tipos de transformadores.
 - 5.1.1 Tipos de transformadores: Aéreos, autoprotegidos, subterráneos, sumergibles, núcleo de aire y de tipo pedestal.
 - 5.1.2 Transformadores tipo seco.
- 5.2 Análisis técnico y económico.
 - 5.2.1 Cálculo de pérdidas sin carga y análisis de ciclos de sobrecarga.
 - 5.2.2 Ferrorresonancia.
 - 5.2.3 Evaluación económica.



6 Aplicación de capacitores

Objetivo: El alumno conocerá las principales características, aplicaciones y el control de los capacitores en los sistemas de distribución.

Contenido:

- 6.1 Características de los capacitores.
 - 6.1.1 Aspectos constructivos y capacidades normalizadas.
 - 6.1.2 Bancos de capacitores.
- 6.2 Aplicación y control de capacitores.
 - 6.2.1 Capacitores en paralelo y en serie y sus aplicaciones en alimentadores primarios.
 - 6.2.2 Control y protección de capacitores.
 - 6.2.3 Capacitores en plantas industriales.

7 Protección contra sobrecorrientes

Objetivo: El alumno conocerá los detalles de los elementos empleados en la protección de sistemas de distribución contra sobrecorrientes, podrá diseñar esquemas de protección adecuados a las necesidades básicas de tales sistemas y conocerá la normatividad correspondiente.

Contenido:

- 7.1 Protección contra sobrecorrientes en sistemas de distribución.
 - 7.1.1 Protección con fusibles.
 - 7.1.2 Características constructivas.
 - 7.1.3 Tipos de fusibles y curvas de fusión.
 - 7.1.4 Selección y principios de coordinación.
 - 7.1.5 Restauradores.
 - 7.1.6 Normatividad aplicable a la protección de redes de distribución.

8 Protección contra sobretensiones

Objetivo: El alumno conocerá las diferentes causas de sobretensiones y los medios con los que se cuenta para proteger a los sistemas de distribución de los efectos de las mismas, así como la normatividad correspondiente.

Contenido:

- 8.1 Sobretensiones en los sistemas de distribución.
 - 8.1.1 Sobretensiones internas y externas.
 - 8.1.2 Clasificación de sistemas.
 - 8.1.3 Origen de las descargas atmosféricas.
 - 8.1.4 Efectos de las descargas atmosféricas en sistemas aéreos y subterráneos.
- 8.2 Protección contra sobretensiones.
 - 8.2.1 Protección con hilo de guarda.
 - 8.2.2 Apartarrayos y su aplicación en sistemas aéreos y subterráneos.
 - 8.2.3 Protección de transformadores y bancos de capacitores.



8.2.4 Coordinación de aislamiento.

8.2.5 Normatividad aplicable a la protección contra sobretensiones.

9 Diseño económico de redes de distribución

Objetivo: El alumno adquirirá los fundamentos para diseñar una red de distribución considerando tanto los aspectos técnicos como los económicos.

Contenido:

9.1 Análisis económico de las redes de distribución.

9.1.1 Desarrollo de las funciones fundamentales para la comparación económica de un sistema trifásico vs. un sistema monofásico.

9.1.2 Comparación económica entre sistemas aéreos y subterráneos.

9.1.3 Ley de Kelvin. Limitaciones prácticas del factor de potencia.

10 Sistema de tierra

Objetivo: El alumno conocerá la importancia del sistema de tierra en toda instalación eléctrica y tendrá los fundamentos para diseñarlo.

Contenido:

10.1 Sistema de tierra.

10.1.1 Características eléctricas de los suelos

10.1.2 Potenciales peligrosos.

10.1.3 Diseño del sistema de tierra.

Bibliografía básica:

Temas para los que se recomienda:

ESPINOSA Y LARA, Roberto

Sistemas de Distribución

México

Noriega Limusa, 1990

Todos

Distribution System

U.S.A.

Westinghouse Electric Corp., 1980

Todos

Underground Systems; Reference Book

U.S.A.

Edison Electric Institute., 1980

4

LÓPEZ MONROY, Guillermo

Sistemas de tierra

10

**Bibliografía complementaria:**

Transmission and Distribution; Reference Book
U.S.A.
Westinghouse Electric Corp., 1985

Todos

BARNES CHAPMAN, C. C. And HALL
Power Cables
Londres
LTD London, 1993

4

Manual de Cables CONDUMEX
México
2a edición
McGraw-Hill, 1984

4

BUCHAN M. F. Y ARNOLD E.
Electricity Suply
Londres
LTD London, 1993

Todos**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral
Exposición audiovisual
Ejercicios dentro de clase
Ejercicios fuera del aula
Seminarios

X
X
X
X

Lecturas obligatorias
Trabajos de investigación
Prácticas de taller o laboratorio
Prácticas de campo
Otras

X
X
X

Forma de evaluar:

Exámenes parciales
Exámenes finales
Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase
Asistencias a prácticas
Otras

X

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Los profesores que impartan esta asignatura deben tener un conocimiento amplio de circuitos eléctricos, transformadores y sistemas eléctricos de potencia. Tener experiencia en relación con el diseño y la operación de los sistemas de distribución eléctrica.