



PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO
Departamento de desarrollo y diseño curricular

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		5	Quinto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80070	MTYATREDES		
ASIGNATURA		35451	Redes Eléctricas de Potencia I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº	Res. Nº	Acta Nº	Fecha __/__/____

OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

En esta asignatura se abordan los conocimientos fundamentales de Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) en redes trifásicas de corriente alterna. Se trabajará sobre fundamentos de la distribución de energía eléctrica, métodos de cálculo de transferencia de potencia en funcionamiento normal. Los temas referentes a componentes simétricas, y cálculos de fallas asimétricas son tratados en la asignatura *Circuitos de Protección y Medida*.

PROGRAMA SINTÉTICO

- Tema 1: Introducción. Conceptos básicos.
- Tema 2: Componentes de los SEP (Sistemas Eléctricos de Potencia).
- Tema 3: Abordaje tecnológico de las líneas aéreas.
- Tema 4: Impedancia serie en líneas de transmisión.
- Tema 5: Admitancia en derivación en líneas de transmisión.
- Tema 6: Cuadripolos de potencia.
- Tema 7: Características y desempeño de las líneas de transmisión.
- Tema 8: Diseño físico, topologías y operación de una red de potencia.
- Tema 9: Diseño de una línea y cálculos mecánicos.
- Tema 10: Cables subterráneos.

PROGRAMA ANÁLITICO

TEMA 1 [12 hs]

1. Introducción. Conceptos básicos.
 - 1.1. Introducción.
 - 1.1.1. Topología de una red de potencia desde generación hasta receptor.
 - 1.1.2. Transmisión, Subtransmisión, Distribución Primaria, Distribución Secundaria.
 - 1.1.3. Estudio y reconocimiento del sistema de transmisión y distribución nacional.
 - 1.2. Conceptos básicos.
 - 1.2.1. Notaciones, nomenclaturas y buenas prácticas recomendadas para el curso.

- 1.2.2. Potencia compleja.
- 1.2.3. Potencia trifásica.
- 1.2.4. Dirección del flujo de potencia. Convenciones.
- 1.2.5. Sistema por unidad.
- 1.2.6. Diagramas y representación de sistemas eléctricos de potencia.
- 1.2.7. Niveles de tensión normalizados.

TEMA 2 [9 hs]

- 2. Conceptos generales sobre componentes de los SEP.
 - 2.1. Impedancias síncronas de los elementos de la red.
 - 2.2. Transformador: Circuito equivalente y modelado.
 - 2.2.1. Cambios de base de tensión y potencia.
 - 2.2.2. Características y valores de partida.
 - 2.3. Máquinas rotativas: circuito equivalente y modelado.
 - 2.3.1. Cambios de base de tensión y potencia.
 - 2.3.2. Características y valores de partida.
 - 2.3.3. Conceptos generales sobre máquinas síncronas y modelado en SEP.
 - 2.4. Modelado de una línea y de un cable.
 - 2.5. Modelado de receptores.

COMENTARIOS TEMAS 1 y 2: Se trabaja en 6 hs de práctico con ejercicios sobre representación de SEP, cambios de base y ejercicios básicos de circuitos eléctricos en sistema por unidad.

TEMA 3 [3 hs]

- 3. Abordaje tecnológico de las líneas aéreas.
 - 3.1. Partes constitutivas de una línea aérea
 - 3.2. Líneas trifásicas de distribución
 - 3.2.1. Línea aérea monofásica MRT y bifilar.
 - 3.2.2. Líneas convencionales
 - 3.2.3. Líneas de cable protegido
 - 3.2.4. Líneas de tipo spacer
 - 3.2.5. Configuraciones geométricas
 - 3.3. Líneas de transmisión
 - 3.3.1. Configuraciones geométricas

3.3.2. Conductores compuestos (spacer)

COMENTARIOS TEMA 3: El abordaje de este tema pretende acercar al estudiante al conocimiento de los principales tipos de líneas utilizadas para distribución y transmisión, desde una perspectiva meramente tecnológica. Será retomado y ampliado en profundidad en el Tema 9 de la presente asignatura.

TEMA 4 [9 hs]

4. Impedancia serie en líneas de transmisión.

4.1. Resistencia.

4.1.1. Modelado de la resistencia.

4.1.2. Variaciones por temperatura.

4.1.3. Efectos Kelvin y proximidad.

4.1.4. Otros efectos.

4.2. Inductancia.

4.2.1. Inductancia en línea monofásica.

4.2.2. Radio medio geométrico e inductancia media.

4.2.3. Inductancia en líneas trifásicas con espaciamiento equilátero, asimétrico y con conductores agrupados (spacer).

4.2.4. Valores tabulados y normalizados.

TEMA 5 [6 hs]

5. Admitancia en derivación en líneas de transmisión.

5.1. Capacitancia.

5.1.1. Capacitancia de línea monofásica de 2 conductores.

5.1.2. Capacitancia en líneas trifásicas con espaciamiento equilátero, asimétrico y con conductores agrupados (spacer).

5.1.3. Efecto suelo.

5.2. Conductancia en derivación.

5.2.1. Naturaleza y análisis de los fenómenos asociados a la conductancia.

5.2.2. Estimaciones de cálculo para pérdidas y criterios de evaluación.

TEMA 6 [6 hs]

6. Cuadripolos de potencia.

6.1. El cuadripolo pasivo como herramienta de cálculo.

- 6.2. Álgebra de cuadripolos.
- 6.3. Modelos.
 - 6.3.1. nominal.
 - 6.3.2. T nominal.
- 6.4. Flujo de potencia a través de un cuadripolo.

TEMA 7 [12 hs]

- 7. Características y desempeño de las líneas de transmisión.
 - 7.1. La línea de transmisión corta.
 - 7.2. La línea de longitud media.
 - 7.2.1. nominal.
 - 7.2.2. T nominal.
 - 7.3. La línea de transmisión larga.
 - 7.3.1. Solución rigurosa (a partir de las ecuaciones diferenciales).
 - 7.3.2. Evaluación de constantes.
 - 7.3.3. Interpretación de las ecuaciones para líneas largas.
 - 7.3.4. Ondas incidentes y reflejadas. Velocidad de propagación, línea infinita.
 - 7.3.5. Impedancia de sobretensión y potencia natural (SIL).
 - 7.3.6. Efectos asociados.
 - 7.4. Circuitos equivalentes.
 - 7.5. Flujo de potencia a través de una línea de transmisión.
 - 7.6. Métodos de control de voltaje en líneas de transmisión.

COMENTARIOS TEMA 7: Este tema será retomado y ampliado en profundidad en la asignatura *Redes Eléctricas de Potencia II*, donde se encarará desde una perspectiva del transporte de energía y estabilidad. Se sugiere trabajar 6 hs de resolución de ejercicios prácticos sobre determinación de parámetros y cálculos de corriente, tensiones y flujo de potencia en líneas modeladas como cortas, medias y largas.

TEMA 8 [6 hs]

8. Diseño físico, topologías y operación de una red de potencia.
 - 8.1. Concepto de campo.
 - 8.2. Configuración de Subestaciones de Transmisión y Distribución.
 - 8.3. Operación y mantenimiento.
 - 8.4. Configuraciones habituales.
 - 8.4.1. Radiales.
 - 8.4.2. Anillos.
 - 8.4.3. Mallas.
 - 8.4.4. Otros.
 - 8.5. Regímenes de explotación normal y de contingencia.

TEMA 9 [9 hs]

9. Diseño de una línea y cálculos mecánicos.
 - 9.1. Bases para diseño de líneas.
 - 9.1.1. Protección y coordinación de la aislación.
 - 9.1.2. Dimensionado de la conducción AC.
 - 9.1.3. Efectos relacionados con la tensión y corriente.
 - 9.2. Estudio de componentes.
 - 9.2.1. Estructuras. Tipos, clasificación.
 - 9.2.2. Soportes. Tipos, clasificación.
 - 9.2.3. Conductores. Tipos, clasificación.
 - 9.2.4. Aisladores. Tipos, clasificación.
 - 9.2.5. Morsetería. Tipos, clasificación.
 - 9.3. Cálculos mecánicos
 - 9.3.1. Del conductor
 - 9.3.1.1. Ecuación de la flecha.
 - 9.3.1.2. Longitud de un conductor por vano.
 - 9.3.1.3. Ecuación del cambio de condiciones.
 - 9.3.1.4. Vano crítico.
 - 9.3.1.5. Tablas de tendido.
 - 9.3.1.6. Formas de control de tensión y flecha.
 - 9.3.2. Del soporte
 - 9.3.2.1. Dimensionado del cabezal.

9.3.2.2. Elección y verificación del soporte.

9.3.3. Asistencia en el cálculo de fundaciones.

TEMA 10 [6 hs]

10. Cables.

10.1. Abordaje tecnológico.

10.1.1. Partes componentes de los cables.

10.1.2. Clasificación.

10.1.2.1. Cables para media y alta tensión.

10.1.2.2. Cables de aislación seca y papel-aceite.

10.1.2.3. Cables unipolares y tripolares.

10.1.3. Formas de enterrado y marco normativo.

10.1.4. Terminales, empalmes, y transiciones.

10.1.5. Corriente admisible.

10.2. Parámetros de un cable.

10.2.1. Esfuerzo eléctrico en un cable monoconductor.

10.2.2. Capacitancia del cable.

10.2.3. Nivelación de la capacitancia en cables.

10.2.4. Inductancia del cable.

10.2.5. Pérdidas dieléctricas y calentamiento.

10.3. Ensayos sobre cables subterráneos.

METODOLOGÍA

Redes Eléctricas de Potencia I, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al estudio de las redes eléctricas de potencia en Alta Tensión y Media Tensión, brindando criterios teóricos y prácticos para su diseño.

La asignatura *Redes Eléctricas de Potencia I*, es un curso teórico que cuenta con diez temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y

explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 44 horas

Horas de clase práctico: 28 horas

Horas de consulta: 12 horas

Horas de evaluación: 12 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el *reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria* que se halle vigente, así como sus *anexos*.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

BIBLIOGRAFÍA

Grainger-Stevenson, *Análisis de los sistemas eléctricos de potencia*, 2º Ed., McGraw-Hill.

Kothari-Nagrath, *Sistemas Eléctricos de Potencia*, 3º Ed., McGraw-Hill.

Mujal, *Cálculo de líneas y redes eléctricas*, UPC Ediciones, 2002.

Mujal, *Protección de los sistemas eléctricos de potencia*, UPC Ediciones, 2002.

Glover-Overbye-Sarma, *Power System Analysis and Design*, 6° Ed.

Nasar, *Sistemas Eléctricos de Potencia*, 1° Ed., McGraw-Hill.

Cheng, *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*, 1° Ed. Pearson.

Narro-Cenoz, *Cálculo mecánico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión*, UPN (Universidad Pública de Navarra).

Bacigalupe, *Líneas aéreas de media y baja tensión cálculo mecánico*, 1° Ed., Paraninfo