



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICISTA

ASIGNATURA: DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

CÓDIGO: 0432

AÑO ACADÉMICO: 2019

PLAN DE ESTUDIO: 2004

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1er. CUATRIMESTRE de 5to. AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Dr. Claudio Reineri – Profesor Asociado Exclusivo

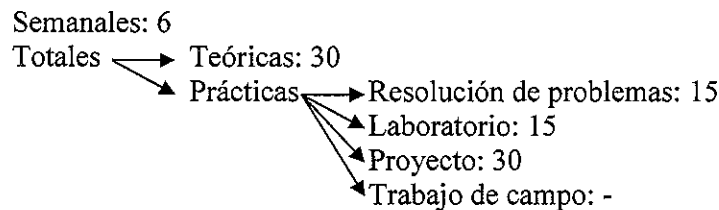
EQUIPO DOCENTE: Dr. Claudio Reineri – Profesor Asociado Exclusivo
Ing. Germán Zamanillo – Profesor Asociado Exclusivo
Ing. Marino Pugliese – Jefe de Trabajos Prácticos Semi-Exclusivo
Ing. Hernán Rovere – Ayudante de Primera Exclusivo

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS: (*)

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0422	0431
0418	-
0460	-

() Para cursar asignaturas de cuarto año en adelante se debe haber rendido Inglés Nivel I y II*

ASIGNACIÓN DE HORAS:



CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

Que el alumno sea capaz de resolver problemas relacionados a los Sistemas de Distribución de la Energía Eléctrica. Que sea capaz de manejar los conceptos empleados en la planificación, diseño y cálculo un sistema de Distribución. Que sea capaz de manejar los conceptos de regulación de tensión para mejorar el perfil de tensiones de cualquier Sistema de Distribución. Que sea capaz de ubicar adecuadamente, tanto técnica como económicamente, la compensación capacitiva de un Sistema de Distribución. Que sea capaz de diseñar mecánicamente una red de distribución de media y baja tensión. Que reconozca las causas y los tipos de sobretensiones. Que reconozca y sepa aplicar los conceptos de aislamiento, su coordinación y nivel de protección. Identifique y seleccione un descargador de sobretensiones. Manejar los conceptos para realizar adecuadamente la protección contra sobretensiones de los distintos componentes de un sistema de distribución y de baja tensión.

CONTENIDOS:

Parte I.- Aspectos de diseño eléctrico

1.- ASPECTOS ELEMENTALES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN:

Configuraciones de las redes de distribución primaria. Redes urbanas. Niveles de tensión primaria. Subestaciones de distribución. Sistemas de Subtransmisión
Tendencias: Europeas y Norteamericanas. Evolución

2.- LÍNEAS AÉREAS Y DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA:

Líneas Aéreas: Construcciones típicas. Datos de conductores. Impedancias de líneas
Cálculo simplificado de impedancias de líneas. Dimensionamiento de los conductores Capacidad térmica del conductor. Dimensionamiento del conductor de neutro
Capacidad de soportar cortocircuitos: recalentamiento y fusión. Conectores y empalmes.
Distribución Subterránea: Aplicaciones: Distribución residencial subterránea. Alimentadores principales, Sistemas urbanos, tendidos aéreos Vs subterráneos.

3.- DISEÑOS DE LINEAS DE SUBTRANSMISION Y SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION

Subtransmisión. Subestaciones de Distribución. Esquemas de barras de Subestaciones y localización. Dimensionamiento de una subestación de distribución
Área de servicio de una subestación con n alimentadores primarios. Derivación de la constante K .
Caída de tensión porcentual

4.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE SISTEMAS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

Primarios: Introducción. Alimentadores primarios radiales. Alimentadores primarios anillados. Redes primarias. Niveles de tensión de alimentadores primarios. Capacidad de carga de alimentadores primarios. Alimentaciones alternativas. Desarrollo tipo rectangular y tipo radial. Alimentadores radiales con carga uniformemente distribuida. Alimentadores radiales con carga no



uniformemente distribuida. Aplicación de las constantes generalizadas a alimentadores radiales.
Diseño de sistemas de distribución primaria radial.
Secundarios: Introducción. Niveles secundarios de tensión. Redes secundarias
Diseño económico de redes secundarias.

5.- REGULACIÓN DE TENSIÓN

Definiciones. Caída de tensión

Técnicas de control de tensión: caída de tensión y límites de tensión, modelos de flujo de carga, problemas de tensión, reducción de tensión

Reguladores: Aspectos de funcionamiento. Tipos de reguladores. Cambiadores de toma. Compensación de caída de tensión, compensación en el centro de carga, compensación por banda de tensión. Disposición del regulador. Regulación de estación: operación paralelo, ajuste de regulación de barra. Relación entre pérdidas en línea y caída de tensión

6.- APLICACIÓN DE CONDENSADORES EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Introducción. Aplicaciones paralelo. Valores nominales. Alivio en la capacidad del sistema. Efecto en la tensión. Reducción de pérdidas. Bancos fijos y variables, principios de control, controles automáticos. Justificación económica. Confiabilidad.

Modos de falla y ruptura. Protección. Condensadores y armónicos

7.- CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Definiciones. Asignación histórica y predictiva de confiabilidad. Índices básicos

Índices de interrupción sostenida: SAIFI, SAIDI, CAIDI, CAIFI, etc.; Aplicaciones y cálculos. Predicción de confiabilidad. Función general de confiabilidad

Conceptos básicos de componente simple. Sistemas serie: Componentes no reparables en serie, componentes reparables en serie. Sistemas paralelo: Componentes no reparables en paralelo, componentes reparables en paralelo. Modos de falla y análisis de efectos: Aplicaciones.

8.- CALIDAD DE POTENCIA

Introducción general y clasificación de los problemas de Calidad de Potencia.

Huecos de tensión e Interrupciones momentáneas. Caracterización general. Equipos y procesos sensibles, industriales y domésticos.

Opciones de soluciones: soluciones por parte de la distribuidora, por parte del usuario, por parte del fabricante de equipos.

Sobretensiones: causas, efectos y propagación. Armónicos: causas, efectos. Resonancias.

Flicker: Descripción, causas y efectos, mitigación.

Desequilibrios en sistemas trifásicos.

Parte II.- Aspectos de diseño mecánico

9.- DISEÑO Y CÁLCULO MECÁNICO DE LINEAS AÉREAS

Introducción al proyecto de líneas aéreas. Reconocimiento de materiales que la componen. Nociones sobre el trazado de líneas aéreas. Tipos de postes. Disposición de los cables. Diferentes



niveles de tensión. Cálculo mecánico de los cables. Cargas específicas. Tablas de tensiones mecánicas y flechas. Ecuación de cambio de estados. Altura libre de los cables. Distancias mínimas de seguridad. Dimensionamiento del cabezal del poste. Hipótesis de cargas para la verificación de los postes. Fundaciones.

Realización de proyectos de línea de B.T y M.T. Cálculo eléctrico y mecánico. Planos generales y de tipos constructivos respectivos

Parte III.- Protecciones contra sobretensiones

10.- PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Causa y tipos de sobretensiones: Generalidades. Descargas atmosféricas. Formación y tipos de descargas. Nivel Isocerámico. Densidad Cerámica. Curvas de Distribución Estadística de Corrientes de Rayos. Curvas de Distribución Estadística de Pendientes de Rayos. Determinación del número de descargas esperadas en Líneas de Distribución.

Sobretensiones de maniobra. Interrupción de pequeñas corrientes inductivas

Sobretensiones debido a la maniobra de una unidad transformador - cable

Maniobra de Capacitores. Sobretensión debida al arco en fusibles limitadores.

Sobretensiones Temporales. Ferromonancia. Sobretensiones temporarias por fallas en líneas.

11.- AISLAMIENTO

Esfuerzos Dieléctricos Aplicados Sobre los Materiales. La Coordinación del Aislamiento. Principios Generales. Impulsos Tipos Atmosféricos. Impulso Del Tipo Maniobra. Tensión Alterna de Frecuencia Industrial y Tensión Continua.

Nivel de Protección. Características Tensión - Tiempo. Característica Tensión - Tiempo Compuesta. Aislamiento en Paralelo. Dispositivos de "Protección". Coordinación de Aislamiento en Líneas de Transmisión Aéreas. Coordinación de Aislamiento en Redes de Distribución. Coordinación de Aislamiento en Subestaciones.

12.- DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

Descargadores: Características. Datos técnicos de los descargadores.

Parámetros para seleccionar los descargadores de carburo de silicio y óxido metálicos. Sobretensiones temporarias de frecuencia red. Capacidad energética de los descargadores. Elección de la Tensión Nominal del Descargador. Eficacia de la Puesta a Tierra del Neutro en las Redes Aéreas de Distribución. Verificación del Descargador por el Margen de Protección.

Ejemplos de Cálculos para la Selección de Descargadores.

13.- ONDAS VIAJERAS

Propagación de las Sobretensiones en las Líneas. Causas y características. Impedancia de onda. Ondas de tensión y corriente. Velocidad de propagación.

Comportamiento de la onda viajera en la línea. Terminación con fin de línea abierta.

Terminación con fin de línea en Cortocircuito. Terminación con impedancia característica. Con líneas en paralelo. Terminación con capacidades o inductancias.



Terminación con fin de línea abierta con descargadores de CSi.
Terminación con fin de línea abierta con descargadores de OZn.

14.- PROTECCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN Y DE EQUIPAMIENTO EN BAJA TENSIÓN

Criterios de Protección. Reconectores y Seccionalizadores. Protección de Transformadores. Protección de cables. Protección de Líneas. Protección de Capacitares. Localización del Fusible en la Conexión del Descargador.

Baja Tensión: Introducción. Descripción al problema. Protección de la Acometida de los Usuarios. Descargadores De Baja Tensión. Características. Datos técnicos de los descargadores. Capacidad de los descargadores. Coordinación del Aislamiento en Redes de Baja Tensión. Niveles de tensión. Margen de Protección en la Coordinación del aislamiento. Esquema de Protección Recomendada. Ubicación de los descargadores.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

La modalidad de dictado es teórico-práctico. Para la Parte I y III, luego de la exposición teórica se resuelven problemas. La parte II se culmina con dos proyectos, uno de media y otro de baja tensión. En general se hace una presentación del tema seguida de planteamiento de situaciones problemáticas que involucren los conceptos teóricos introducidos.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

La regularidad se alcanza con la aprobación de los proyectos derivados de la Parte II, de la resolución de problemas y de dos parciales. En tales condiciones el examen final es de tipo coloquial donde se analizan los distintos temas abordados en la asignatura.

Los alumnos libres deben aprobar, antes de la instancia coloquial, un examen basado en la resolución de problemas además de los proyectos de la Parte II.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Día	Temas
11/03 y 14/03	Cap. 1 y 2.- Parte II
18/03	Cap. 2 y 3.- Parte II
21/03	Cap. 2 y 3.-
25/03	Cap. 4 - Parte II
28/04	Cap. 5 - Parte II
1 y 4/04	Cap. 6 - Parte II
8/04 y 11/04	Cap. 7
15/04	Cap. 7 y 8 - Parte II
22/04, 25/04 y 29/04	Cap. 8 - Parte II
2/05	Eval. Parc. I
6/05 y 9/05	Cap. 9 - Parte II
13/05 y 16/05	Cap. 10 - Parte II



20/05	Cap. 11
23/05 y 27/05	Cap. 12 - Parte II
30/05 y 3/06	Cap. 13
6/06, 10/06	Cap. 14
13/06	Eval. Parc. II
24/06	Recup. Eval. Parc

HORARIOS DE CLASES:

Lunes de 13 a 16 h.
Jueves de 14 a 17 h.

HORARIOS DE CONSULTA:

Lunes de 10 a 12 h.
Martes de 10 a 12 h.

BIBLIOGRAFÍA:

Parte I:

Material de la Cátedra basado en:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
<i>Electric Power Distribution Handbook</i>	T.A. Short	CRC Press	2004	Versión digital
<i>Electric Power Transformer Engineering</i>	J. H. Harlow	CRC Press	2004	Versión digital
<i>IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants</i>	IEEE	IEEE	1993	Una copia Biblioteca IPSEP
<i>Electric Power Distribution System Engineering</i>	T. Gonen	McGraw-Hill, Inc	1986	Dos copias Biblioteca Central
<i>Power Quality</i>	Antonio Moreno Muñoz	Springer	2007	Una copia Biblioteca IPSEP

Parte II:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Líneas de transporte de energía	Luis Maria CHECA	Ed. Boixareu - Marcombo		1 copia, 1era edición, 1973; 1 copia 2da edición, 1979; 1 copia de La 3era edición, 1988 en Biblioteca central



Estaciones transformadoras y de distribución	G. ZOPPETTI	Ed. Gili	1970	1 copia en biblioteca central de la 4ta edición, 1970
Redes eléctricas	G. ZOPPETTI	Ed. Gili	1 copia en biblioteca central de la 5ta edición,	1972
Normas de EPEC ET 1001; 1005; 1002 y 1003				

Parte III:

Apuntes de la Cátedra:

Protecciones contra sobretensiones en sistemas de distribución en media y baja tensión. Guía de selección de descargadores de sobretensión.

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Lightning protection manual for rural electric systems	National Rural Electric Cooperative Associaton	National Rural Electric Cooperative Associaton	1993	Una copia Biblioteca IPSEP
Insulation coordination for power systems	Andrew R. Hileman	CRC Press-Taylor and Francis	1999	Una copia Biblioteca IPSEP

Se destaca el acceso a bibliográfico a normativa, congresos y revistas especializadas (IEEE, ScienceDirect, SpringerLink, etc.) a través de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología): <http://www.biblioteca.mincyt.gob.ar/>

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico