



UNIVERSIDAD FERMIN TORO
VICE RECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

PROGRAMA INSTRUCCIONAL

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (ELECTIVA)

CÓDIGO		SEMESTRE	U.C.	DENSIDAD HORARIA				PRE - REQUISITO
ASIGNADO	EQUIVALENTE			H.T	H.P/H.L	H.A	THS/SEM	
ELE - 833		VIII	3	3	0	0	3/48	S/P

Especialista en contenido:	ING. MIGUEL SÁNCHEZ ING. JAVIER NIETO	AUTORIZADO POR VICE RECTORADO ACADÉMICO (FIRMA Y SELLO)
Fecha de elaboración:	MAYO 2001	
Elaborado por:	ING. CARLOS ESPINOSA ING. NELIS LUCENA	

FUNDAMENTACIÓN

Este programa busca preparar al futuro Ingeniero en conocimientos sobre la distribución de energía Eléctrica para los distintos usos de los cuales se beneficia el hombre.

Este programa está estructurado en diez unidades:

I	Unidad:	Aspectos generales de la distribución de la Energía Eléctrica.
II	Unidad:	La carga eléctrica y sus características fundamentales.
III	Unidad:	Criterios de diseño del sistema de distribución eléctrica.
IV	Unidad:	Diseño del sistema primario de distribución eléctrica.
V	Unidad:	Diseño del sistema secundario de distribución eléctrica.
VI	Unidad:	Diseño del alumbrado eléctrico.
VII	Unidad:	Equipos de sistema de distribución de Energía Eléctrica.
VIII	Unidad:	Puestas a tierra de un sistema de distribución de Energía Eléctrica.
IX	Unidad:	Normalizaciones y especificaciones.
X	Unidad:	Trabajo Especial.

Se utilizará los métodos didácticos más actualizados a fin de hallar la mayor interacción estudiante-docente. El profesor buscará la mayor información bibliográfica para que el estudiante esté debidamente informado. Las evaluaciones se harán en base a trabajos de investigación, evaluaciones y la elaboración de un trabajo (proyecto) especial. El estudiante deberá asistir a las clases teóricas, efectuar las investigaciones encomendadas y resolver los problemas que se le asignen.

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Analizar los componentes de los sistemas de distribución eléctrica: Planificación, proyecto, construcción, inspección, operación y mantenimiento.

UNIDAD I		OBJETIVO TERMINAL	
ASPECTOS GENERALES		ANALIZAR LOS DISTINTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, LOS ASPECTOS DE DISEÑO Y LA FORMA DE PLANIFICAR UN SISTEMA.	
DURACION			
1 SEMANA			
EVALUACION			
5 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Identificar los componentes de un sistema de Energía Eléctrica. 2. Describir los factores de diseño. 3. Explicar los métodos de planificación para diferentes tipos de sistemas eléctricos.	• Componentes de un sistema de energía eléctrica: Generación, transmisión, distribución. • Factores básicos del diseño del sistema de distribución, voltajes y calidad de servicio. • Planificación del Sistema de Distribución.: - Predicción de carga. - Sistema aéreo. - Sistema subterráneo. - Tamaño y ubicación de subestaciones.	• Exposición de conceptos. • Proyección de transparencias. • Asignación de investigaciones particularizadas a la región. • Exposición del alumno de sus investigaciones.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD II		OBJETIVO TERMINAL	
CARGA ELÉCTRICA		IDENTIFICAR LOS DIFERENTES TIPOS DE CARGAS ELÉCTRICAS Y VARIEDAD DE DEMANDAS ELÉCTRICAS.	
DURACION			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
10 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Definir conceptos básicos. 2. Clasificación de las cargas de acuerdo a: - Uso. - Magnitud. - Número de fases. - Frecuencia del uso. 3. Describir los diferentes tipos de carga y demanda. 4. Estimar la demanda eléctrica.	- Tipos de carga: - Urbanas y rurales. - Monofásicas y trifásicas. - Residenciales. - Comerciales. - Industriales. - Institucionales. - Continuas. - Intermitentes. - La demanda: Definición, demanda máxima. Factor de carga. Factor de diversidad. Factor de perdida. Calculo de la demanda diversificada. - Estimación de la demanda.	- Exposición de conceptos. - Proyección de transparencias. - Planteamiento de problemas de estimación y calculo de demanda eléctrica. - Asignaciones por grupos y exposiciones de métodos utilizados.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
- Formativa. Aplicación pruebas cortas. - Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD III		OBJETIVO TERMINAL	
CRITERIOS DE DISEÑO		ESTABLECER LOS CRITERIOS BÁSICOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.	
DURACION			
1 SEMANAS			
EVALUACION			
5 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Utilizar los criterios relacionados con el voltaje, aislamiento, los límites impuestos por la operación de los componentes del sistema, y la protección y confiabilidad de todo el sistema.	• Criterios relacionados con el voltaje: - Límites operativos del voltaje de servicios. - Fluctuaciones de voltaje. - Caídas de voltaje. • Criterios relacionados con el aislamiento: - Clase de aislamiento. - Nivel de impulso. • Límites Térmicos. • Otros factores de diseño. - Protección contra fallas. - Protección contra sobre corrientes. - Protección contra sobre voltajes. - Ruta de la línea, poda de árboles. • Confiabilidad del sistema.	▪ Exposición de conceptos. ▪ Proyección de transparencia. ▪ Asignación de Investigación particularizadas a la región. ▪ Exposición del alumno de sus investigaciones.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD IV		OBJETIVO TERMINAL	
DISEÑO DEL SISTEMA PRIMARIO		ANALIZAR ESQUEMAS DE DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	
DURACIÓN			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
10 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Comparar las distintas configuraciones de un sistema de distribución primario de energía eléctrica. 2. realizar estudios comparativos y diferenciales entre las distintas configuraciones. 3. Establecer ventajas y desventajas de las configuraciones más usadas. 4. Identificar problemas de los voltajes en los sistemas de distribución primaria. 5. Utilizar criterios para la elección del conductor.	• Configuración de los circuitos primarios: Radial simple, Anillo, Radial con interconexión, Primario selectivo, Fuentes paralelas (Spot Network), Secundario Selectivo, Secundario Mallado. • Circuitos urbanos y rurales. • Corrientes disruptivas y corrientes trifásicas. • Anomalías del voltaje: Ferroresonancia, Sobrevoltajes en sistemas primarios trifásicos, Sobrevoltajes en sistemas de 14,4 / 24,9 kv. Sobrevoltajes en transformadores trifásicos de 19,9 / 34,5 kv, Inversión de la rotación de fases, Efecto corona.	• Exposición de conceptos. • Proyección de transparencias. • Asignación de investigaciones particularizadas a la región. • Exposición del estudiante de sus investigaciones.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD V		OBJETIVO TERMINAL	
DISEÑO DEL SISTEMA SECUNDARIO		DISEÑAR UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO	
DURACION			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
10 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Analizar los diferentes voltajes utilizados en un sistema de distribución secundario. 2. Conocer las tolerancias de los voltajes normalizados. 3. Clasificar los esquemas del diseño. 4. Establecer los tipos de Construcción. 5. Analizar Caída del voltaje en un sistema de distribución secundario.	• Voltajes de utilización: Valores nominales, Tolerancias. • Diseño del secundario: Radial simple, Radial Ramificado, Radial Mallado, Secundario en “Bahking”, Secundario Mallado, Secundario Selectivo. • Tipos de Construcción: Aéreo, Subterráneo, Mixto, Normas de Construcción. • Caída de voltaje: Método de cálculo. Uso de gráficos. Perfil del voltaje. • Elección económica del sistema secundario: Caso N°. 1: Tamaños Normalizados, Conductor, Transformador. Caso N° 2. Tamaño no normalizados, Conductor, Transformador.	• Exposición de conceptos. • Proyección de transferencias.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD VI		OBJETIVO TERMINAL	
ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO		DISEÑAR UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	
DURACION			
1 SEMANA			
EVALUACION			
5%			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Analizar los diferentes métodos de iluminación. 2. Analizar los diferentes tipos de luminarias y bombillos. 3. Estudiar Método de Control.	• Elementos que conforman un sistema de alumbrado público: Fotocélula: Concepto, Características, Funcionamiento, Montaje y Lugar de Instalación, Normas. • Caja de Control de Alumbrado Público. (Aéreo y Subterráneo): Equipos que lo conforman, Funcionamiento, Montaje e Instalación. • Postes, Fusibles y Portafusibles. • Circuitos y Diagrama unifilar. • Alumbrado en Túneles.	• Exposición de conceptos. • Proyección de transferencias. • Asignación de investigaciones particularizadas a la región. • Exposición del estudiante de sus investigaciones. • Discusión de prácticas de diferentes empresas.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD VII		OBJETIVO TERMINAL	
EQUIPOS DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		ANALIZAR LOS DIFERENTES COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
DURACION			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
10 %			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Identificar cada uno de los componentes de un sistema de distribución: Conductor, Transformadores, Condensadores, Equipos de protección. 2. Describir sus características. 3. Explicar la función de c/u de ellos.	- Conductor Primario: Aspectos Generales y Económicos, Tipos de Conductores: Aéreos – Subterráneos. Pérdidas: Factor de perdidas, perdidas futuras, relación entre perdidas y caídas de voltaje, curvas de cargas. Calentamiento en conductores aéreos. Ubicación de conductores en ductos. - Transformadores: Características eléctricas y mecánicas, Tipos de transformadores, Guía de carga de transformadores, administración de transformadores (TLM), Clase de aislamiento de transformadores en aceite, nivel de ruido, protección de transformadores. - Condensadores: Características, Tipos, Cálculos reactivos. - Protección: Contra sobrevoltajes, contra sobrecarga, contra corriente. - Conductores Secundarios: Aspectos generales y económicos, tipos de conductores.	- Exposición de Conceptos. - Proyección de transferencias. - Inspección visual de algunos componentes y montajes más utilizados.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
- Formativa. Aplicación pruebas cortas. - Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD VIII		OBJETIVO TERMINAL	
PUESTA A TIERRA		ESTABLECER LOS CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE PUESTA A TIERRA EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.	
DURACION			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
10%			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Explicar las razones impuestas por las normas de seguridad de disponer de una buena conexión a tierra. 2. Determinar las dimensiones y características eléctricas del conductor de “puesta a tierra”. 3. Describir el tamaño y configuración de un sistema de puesta a tierra.	• Fin y propósito de la puesta a tierra. • Reglas y prácticas. • Neutro secundario y maya de neutro. • Sistemas multiterrados. • Dimensiones del conductor y electrodo: Neutro, puesta a tierra. Resistencias de electrodo. • Resistividad del terreno. • Puesta a tierra de sistemas con neutro concéntrico.	• Exposición de Conceptos. • Proyección de transparencias. • Asignación de investigaciones particularizadas a la región. • Exposición del alumno de sus investigaciones.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD IX		OBJETIVO TERMINAL	
NORMAS Y ESPECÍFICACIONES		INTERPRETAR LAS NORMAS SOBRE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS, CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS Y ELABORAR UNA ESPECIFICACIÓN DE UN MATERIAL O PROYECTO. ELABORAR UNA ESPECIFICACIÓN DE UN PROYECTO UTILIZANDO LAS NORMAS RESPECTIVAS.	
DURACION			
1 SEMANAS			
EVALUACION			
5%			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Discutir una normalización de materiales, su objetivo e importancia. 2. Asignar investigaciones particularizadas a la región.	- Normalizaciones y especificaciones de: Conductores primarios, Conductores secundarios, Conductores de acometidas, Transformadores, Condensadores, Equipos de Protección, Herrajes, Equipos de soportes de línea, Luminarias y bombillos, etc. - Normas de Construcción: Líneas aéreas, Líneas Subterráneas, Acometidas, Alumbrado Público.	- Exposición de conceptos. - Proyección de transparencias. - Asignar investigaciones particularizadas a la región. - Exposición del estudiante de sus investigaciones.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
- Formativa. Aplicación pruebas cortas. - Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

UNIDAD X		OBJETIVO TERMINAL	
TRABAJO ESPECIAL		DISEÑAR UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
DURACION			
2 SEMANAS			
EVALUACION			
25%			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDO	ESTRATEGIAS DE INSTRUCCION	
1. Efectuar inspecciones de Campo. 2. Definir un proyecto piloto. 3. Efectuar Cálculos. 4. Elaborar un estudio de demanda. 5. Hacer especificaciones. 6. Elaborar la memoria descriptiva de un proyecto de un sistema de Distribución de Energía Eléctrica.	• Estudio de demanda eléctrica a corto, mediano y largo plazo. • Aplicación de criterios económicos. • Aplicación de normas de diseño. • Aplicación de criterios técnicos de distribución eléctrica. • Especificaciones técnicas de materiales y equipos a utilizar en el Proyecto. • Cómputos Métricos. • Memoria descriptiva del proyecto.	• Establecer contacto con Ingenieros de proyectos de distribución. • Definir un proyecto piloto. • Dividir el proyecto piloto para asignar a varios equipos. • Efectuar inspecciones de campo. • Desarrollar el proyecto. • Efectuar los cálculos de costos.	
ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:			
• Formativa. Aplicación pruebas cortas. • Sumativa. Pruebas largas y trabajos especiales.			

BIBLIOGRAFIA

CADAFE **Reglamento y Normas Generales para redes de Distribución y Líneas de Alimentación.** 1988.

Codeletra: **Código Eléctrico Nacional** 1999.

Colección CEAC: **Instalaciones Eléctricas en alta y baja Tensión.** Tomo I, II, III. 3era Edición. Ediciones CEAC. Barcelona. España. 1977.

De la Vega. **Ingeniería de Puesta a Tierra.** Noriega Editores. 1996.

Díaz. **Soluciones Prácticas para la Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos de Distribución.** Mc. Graw Hill. 1ª Edición. 2001.

Harper Gilberto Enríquez. **El ABC de la Calidad de Energía Eléctrica.** Noriega Editores. España. 1998.

Manual de Ingeniería Eléctrica. Fink. Mc. Graw Hill. 13ª Edición. México. 1996.

M.O.P. **Manual de Normas y Criterios para Proyectos de Instalaciones Eléctricas.** Editorial Arte. 1967.

Vittorio Re. **Instalaciones de Puesta a Tierra.** Macombo Editores. 1989.

Zoppetti G. **Redes Eléctricas.** Tomo I y III. Edotorial Gustavos Gili, S.A. Barcelona. España. 1972.