



Carrera: Ingeniería Eléctrica				
Unidad Curricular: REDES DE MEDIA TENSIÓN				Código: R13
Prelación: Mecánica de las Estructuras Flujo de Carga y Fallos Trifásicos				Condición: Obligatoria
HT: 3	HP: 2	HL: 0	HTI: 6	Créditos: 3
Ubicación: Décimo Tercer Trimestre		Componente: Formación Profesional Específica		Fecha de Aprobación:

HT: Horas teóricas; HP: Horas Prácticas; HL: Horas de Laboratorio; HTI: Horas de Trabajo Independiente

I. JUSTIFICACIÓN

Dentro de las etapas de la transmisión de la energía eléctrica, los sistemas de distribución juegan un papel muy importante. El proceso de distribución de la energía eléctrica tiene tres niveles: Subtransmisión, distribución en media tensión y distribución en baja tensión para que la energía llegue a todos los usuarios. En virtud de ello el futuro Ingeniero Electricista debe conocer los criterios de diseño de la distribución de la energía eléctrica.

La unidad curricular Diseño de Redes de Media Tensión, le permite al egresado recopilar los conocimientos necesarios para desempeñarse en el área de proyectos, planificación, ejecución, operación y mantenimientos de los sistemas de distribución de media tensión. Esta unidad curricular se encuentra relacionada con las unidades curriculares: Modulo de Redes de Baja Tensión II y Modulo de Redes de Baja Tensión I, las cuales representan la distribución de la energía a nivel del usuario final.

II. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y GENÉRICAS A DESARROLLAR SEGÚN EL PERFIL

La unidad curricular contribuirá al desarrollo de las competencias genéricas y específicas del perfil de egreso que se indican a continuación.

GENÉRICAS	ESPECÍFICAS
-----------	-------------

G2. Comunicación eficaz oral y escrita: Comunica de manera clara y correcta ideas y opiniones en el idioma castellano, mediante la expresión oral, la escritura y los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos. G3. Aprendizaje, desarrollo personal y profesional: Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida, en función de sus objetivos y sobre la base de	E1. Realiza, ejecuta y evalúa proyectos de instalaciones eléctricas residenciales (uni y multifamiliares), industriales y comerciales, sistemas de distribución, subestaciones y líneas de transmisión de potencia eléctrica manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros, las normas del sector eléctrico nacional y de la empresa, y preservando el medio ambiente. E11. Dirige o supervisa la instalación apropiada de un sistema eléctrico, así como
--	--

la formación adquirida, para adaptarse e impulsar nuevas situaciones y alcanzar la realización personal y profesional. G4. Ética, responsabilidad profesional y compromiso social: Actúa con conciencia ética y cívica, en el contexto local, nacional y global, sustentado en principios y valores de justicia y defensa de los derechos fundamentales del hombre para dar respuesta oportuna a las necesidades que la sociedad le demanda como persona, ciudadano y profesional, estimando el impacto económico, social y ambiental de las soluciones propuestas. G6. Liderazgo y trabajo en equipo : Integra equipos de trabajo, con adecuado desempeño de las relaciones interpersonales, en los que fomenta valores como el respeto, la responsabilidad, la unidad y la cooperación, con el propósito de desarrollar proyectos que motiven y conduzcan hacia metas comunes. G7. Gestión tecnológica: Utiliza con idoneidad las tecnologías de la información y la comunicación, requeridas para desempeñarse en el contexto académico y profesional. G8 Resolución de problemas: Identifica y plantea problemas para resolverlos con criterio y de forma efectiva, utilizando la lógica, los saberes adquiridos y herramientas organizadas adecuadamente G11. Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.	configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, cumpliendo con los procedimientos, instructivos y documentos asociados al sistema de gestión de calidad y seguridad, la optimización de los procesos y la racionalización de costos. E13. Diseña, simula, monta y realiza las pruebas del prototipo de los equipos y sistemas atendiendo las normas y estándares eléctricos vigentes, o se integra a equipos de trabajo interdisciplinarios para diseños más especializados, aplicando conocimientos del área y metodologías apropiadas, con el propósito de garantizar su correcto funcionamiento E14. Selecciona apropiadamente los elementos y equipos a utilizar tanto en un sistema eléctrico, como en las configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, para asegurar su efectividad.
--	--

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Identifica las características generales de un sistema de Distribución y de la carga eléctrica de dicho sistema para realizar su adecuada planificación.

RA2. Calcula la demanda eléctrica y los circuitos ramales de distribución primaria y secundaria que alimenten los urbanismos y desarrollos habitacionales para garantizar el correcto suministro de la energía eléctrica.

RA3. Identifica los tipos y características de los transformadores de potencia y de distribución para alimentar las redes de media tensión conforme a las normas del sector eléctrico nacional.

RA4. Identifica los materiales utilizados en las redes de distribución conforme a las normas del sector eléctrico nacional.

RA5. Realiza los cálculos mecánicos de conductores, apoyos y herrajes utilizados en las redes aéreas de distribución para garantizar que los esfuerzos mecánicos no produzcan daños en esos elementos.

RA6. Realiza los cálculos métricos de las redes de distribución de energía eléctrica para garantizar la procura de presupuesto y realizar la posterior compra de los materiales y equipos involucrados.

IV. CONTENIDOS

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
----------------------------------	-------------------

RA1. Identifica las características generales de un sistema de Distribución y de la carga eléctrica de dicho sistema para realizar su adecuada planificación.	Conceptuales: Definición. Partes del Sistema de Potencia. Requisitos. Tensiones normalizadas. Esquemas de subestaciones de distribución. Comparación de alternativas Tipos de carga. Gráficos de carga. Factores de: carga, demanda, pérdida, de utilización, de saturación y de contribución horaria. Relación entre el factor de pérdidas y el factor de carga. Procedimentales: Elabora esquemas de configuraciones de los sistemas de distribución. Compara alternativas entre las diferentes configuraciones. Identifica los diferentes tipos de carga que existen en un sistema de distribución Calcula los diferentes factores asociados a la carga Elabora los gráficos de carga de cada suscriptor a partir de la data registrada. Actitudinales: Toma conciencia de la necesidad de planificar sistemas de distribución. Reconoce la importancia que tiene la buena planificación de los sistemas de distribución. Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema eléctrico. Respeto las normativas que debe cumplir cuando planifica un sistema.
RA2. Calcula la demanda eléctrica y los circuitos	Conceptuales:

ramales de distribución primaria y secundaria que alimenten los urbanismos y desarrollos habitacionales para garantizar el correcto suministro de la energía eléctrica.	Cálculo de demanda máxima, demanda coincidente, demanda diversificada: Método Westinghouse para urbanismos residenciales, comercios, áreas sociales y áreas industriales. Métodos de proyección de demanda: mínimos cuadrados para proyección lineal, exponencial, cuadrática. Demandas cíclicas o periódicas. Gráfico de carga térmico. Caída de tensión. Capacidad de corriente. Cortocircuito. Método de cálculo para circuitos radiales, en anillo, en malla y complejo. Optimización para menor volumen de conductores y para menor pérdida de potencia. Procedimentales: Realiza cálculos de demanda para la distribución de la energía en urbanismos. Realiza ejercicios de proyección de demanda aplicando el método de mínimos cuadrados para las distintas aproximaciones. Elabora los gráficos de carga térmica de cada suscriptor a partir de la data registrada. Realiza cálculos eléctricos para la distribución de la energía en circuitos radiales, en anillo, en malla y complejo. Realiza cálculos para optimizar el material utilizado en los sistemas de distribución así como para disminuir las pérdidas de potencia. Actitudinales: Toma conciencia de la necesidad de planificar sistemas de distribución. Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica y diseña el sistema eléctrico de un urbanismo.
RA3. Identifica los tipos y características de los transformadores de potencia y de distribución para alimentar las redes de media tensión conforme a las normas del sector eléctrico nacional.	Conceptuales: Tipos. Capacidades normalizadas. Conexiones y montajes normalizados. Régimen de sobrecarga. Transformadores auto protegidos. Procedimentales: Identifica los tipos y características de los transformadores de potencia y de distribución Elabora esquemas de conexiones de los transformadores de distribución. Actitudinales: Respeto las normativas que debe cumplir cuando planifica un sistema.

RA4. Identifica los materiales utilizados en las redes de distribución conforme a las normas del sector eléctrico nacional.	Conceptuales: Materiales de construcción para las redes aéreas. Tipos de cables y sus recubrimientos especiales (pantallas, forros, chaquetas, armaduras). Canalizaciones subterráneas. Normas sobre construcción de zanjas, tanquillas, sótanos y casetas de transmisión. Procedimentales:
	Elabora esquemas de las canalizaciones y de los montajes a realizar en las redes aéreas de distribución conforme a la normativa. Actitudinales: Respeta las normativas que debe cumplir cuando planifica un sistema.
RA5. Realiza los cálculos mecánicos de conductores, apoyos y herrajes utilizados en las redes de distribución para garantizar que los esfuerzos mecánicos no produzcan daños en esos elementos.	Conceptuales: Cálculos mecánicos de los conductores, los apoyos y los herrajes. Cálculos de vientos. Cálculos de pandeo. Angulo de oscilación de las cadenas de osciladores. Normas sobre reparaciones horizontales y verticales entre conductores y entre circuitos. Diseño de apoyos de alineación, de ángulo, de cruce, con alta y baja tensión, etc. Procedimentales: Realiza cálculos mecánicos de los conductores y apoyos. Realiza cálculos de vientos y cálculos para verificación de pandeo. Actitudinales: Respeta las normativas que debe cumplir cuando planifica un sistema. Reconoce la importancia que tiene la rigurosidad en el cálculo de los sistemas de distribución.
RA6. Realiza los cálculos métricos de las redes de distribución de energía eléctrica para garantizar la procura de presupuesto y realizar la posterior compra de los materiales y equipos involucrados	Conceptuales: Simbología. Elaboración de planos. Memoria descriptiva. Lista de materiales. Presupuesto. Procedimentales: Elabora planos del diseño de los sistemas de distribución de energía eléctrica en los distintos urbanismos, comercios, áreas sociales e industriales. Elabora cálculos métricos y plantea los costos directos de un proyecto. Actitudinales: Asume el rol que debe jugar un ingeniero que diseña un sistema eléctrico.

b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
UNIDAD I CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Tema 1. <i>Generalidades de los Sistemas de Distribución</i>	Definición. Partes del Sistema de Potencia. Requisitos. Tensiones normalizadas. Esquemas de subestaciones de distribución. Comparación de alternativas. Impacto ambiental causado por las redes de distribución.	5
UNIDAD II CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA Tema 2. <i>Características generales de la carga</i>	Tipos de carga. Gráficos de carga. Factores de: carga, de demanda, de pérdida, de utilización, de saturación y de contribución horaria. Relación entre el factor de pérdidas y el factor de carga.	5
UNIDAD III MÉTODOS DE CÁLCULOS DE DEMANDA Tema 3. <i>Cálculo de demanda</i>	Cálculo de demanda máxima, demanda coincidente, demanda diversificada: Método Westinghouse para urbanismos residenciales, comercios, áreas sociales y áreas industriales.	7
Tema 4. <i>Proyección de la demanda eléctrica.</i>	Métodos de proyección de demanda: mínimos cuadrados para proyección lineal, exponencial, cuadrática. Demandas cíclicas o periódicas. Gráfico de carga térmico.	5
UNIDAD IV CÁLCULOS ELÉCTRICOS Tema 5. <i>Cálculo eléctricos de alimentadores primarios y circuitos de distribución en alta y baja tensión</i>	Caída de tensión. Capacidad de corriente. Cortocircuito. Método de cálculo para circuitos radiales, en anillo, en malla y complejo.	5

Tema 6. <i>Cálculos de optimización para mínimo volumen y mínimas pérdidas en alimentadores primarios.</i>	Optimización para menor volumen de conductores y para menor pérdida de potencia.	5
UNIDAD V TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Tema 7. <i>Generalidades y Tipos de Transformadores de distribución.</i>	Tipos. Capacidades normalizadas. Conexiones y montajes normalizados. Régimen de sobrecarga. Transformadores auto protegidos. Impacto ambiental causado por las subestaciones de Distribución.	3
UNIDAD VI MATERIALES UTILIZADOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.	Materiales de construcción para las redes aéreas; conductores, apoyos y herrajes. Tipos de cables y sus recubrimientos especiales (pantallas, forros, chaquetas, armaduras). Canalizaciones subterráneas. Normas sobre separaciones horizontales y verticales entre conductores y entre circuitos.	5
Tema 8. <i>Normas para el diseño de redes aéreas y subterráneas de distribución.</i>	Normas para la construcción de zanjas, tanquillas, sótanos y casetas de transformación.	
UNIDAD VII. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LAS REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN. Tema 9. <i>Cálculos Mecánicos de Conductores, apoyos y estructuras.</i>	Cálculos mecánicos de las redes aéreas. Cálculos de vientos o retenidas. Angulo de oscilación de las cadenas de aisladores. Cálculos de pandeo. Diseño de apoyos de alineación, de ángulo, de cruce, con alta y baja tensión, etc. Verificación de bases para apoyos.	10

UNIDAD VIII PROYECTO Tema 10. <i>Memoria Descriptiva</i>	Simbología. Elaboración de planos. Memoria descriptiva.	3
Tema 11. <i>Cómputos Métricos y Análisis de precios.</i>	Cómputos Métricos: Lista de materiales, creación de partidas. Presupuesto: costos directos e indirectos de un proyecto	7

c. Contenidos transversales

Compromiso con la preservación del ambiente. La contribución al desarrollo de la competencia genérica Compromiso con la preservación del ambiente, se hace utilizando la transversalidad, mediante la evaluación del impacto que tiene la construcción de los sistemas de distribución así como los transformadores utilizados en los sistemas de distribución sobre el medio ambiente.

V. REQUERIMIENTOS

Para el éxito en el desempeño de esta Unidad Curricular, el estudiante:

Verifica las capacidades térmicas y dinámicas de equipos Verifica las capacidades térmicas de los conductores.

Realiza cálculos básicos de circuitos eléctricos

Aplica las propiedades de los materiales

Realiza cálculos básicos de optimización.

Realiza cálculos de demanda eléctrica

Realiza cálculos de cortocircuito de sistemas de potencia simplificados.

Realiza diagramas de instalaciones eléctricas

Elabora planos de conjunto de instalaciones eléctricas

Maneja programas CAD y otras herramientas computacionales como Lenguajes de programación.

VI. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se utiliza una metodología de aprendizaje grupal inductiva-deductiva que requiere de la participación activa y constante de los estudiantes en la búsqueda, lectura y análisis de la información que facilite la integración de los aspectos teórico-prácticos de la unidad curricular.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS
-----------	----------

<i>Clases de Teoría</i>	Se impartirán en el aula, siendo la presencia del alumno necesaria para un aprendizaje adecuado y una formación óptima. La metodología se basa en clase expositiva centrada en el estudiante, con discusión socializada.
<i>Clases de Problemas</i>	Estas clases se intercalarán en el desarrollo de la asignatura de la forma más conveniente para el aprendizaje, no habrá días previamente asignados para ello. La metodología se fundamenta en el trabajo colaborativo para la resolución de problemas. El estudiante utilizará lógica deductiva, con la cual a partir de principios y leyes fundamentales puede solucionar teórica y experimentalmente problemas relacionados con el estudio de las propiedades más relevantes.
<i>Tutorías</i>	Atención personalizada al alumno, presencial y a distancia. Son opcionales y recomendables para el aprendizaje de los alumnos que cursan regularmente la asignatura y asistan a las clases.
<i>Prácticas</i>	En equipo o individualmente, los estudiantes realizarán: resoluciones de problemas contextualizados con la realidad, diseño y elaboración de programas con computador para la solución de problemas, diseño y/o construcción de prototipos de los montajes realizados en los sistemas de distribución con carácter didáctico.

VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

<i>Tema</i>	<i>Criterio de Evaluación</i>	<i>Resultado de Aprendizaje</i>	<i>Evidencias de Aprendizaje</i>
1	Enumera las necesidades de la Instalación Eléctrica. Identifica las Partes de la instalación. Explica los Criterios que se deben seguir en el diseño. Establece la diferencia existente entre los Sistemas de distribución y lo asocia con las tensiones normalizadas para cada caso. Demuestra que sabe utilizar adecuadamente los Materiales y Simbología para representar los diferentes elementos presentes en un proyecto de instalaciones eléctricas.	RA1	Prueba escrita
	los principios generales para realizar el cómputo, tomando en cuenta errores y unidades de medición		

	Demuestra que sabe aplicar correctamente los criterios sobre ubicación de salidas y las características de la carga.		
2	Define que es un sistema de iluminación y aplica adecuadamente las leyes básicas que se tienen. Identifica y diferencia todas las fuentes de luz existentes. Aplica adecuadamente los diferentes tipos de luminarias en el Cálculo de iluminación de interiores. Aplica adecuadamente los diferentes métodos para el cálculo de alumbrado y los criterios sobre distribución de luminarias y sistema de control de alumbrado	RA2	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo
3	Realiza el cálculo de los circuitos ramales por capacidad de corriente dependiendo del tipo de circuito. Aplica adecuadamente las normas del código eléctrico para cada tipo de circuito ramal en cuanto al calibre de los conductores, carga máxima, carga permitida, números de circuitos y circuitos especiales. Verifica los circuitos ramales por caída de tensión. Selecciona la protección del circuito ramal, el calibre del conductor de puesta a tierra y el diámetro de la tubería a utilizar.	RA3 Y RA4	Prueba escrita Desarrollo de software Procedimiento técnico Exposición
4	Realiza el cálculo adecuado del alimentador (capacidad de corriente y caída de tensión).	RA4 Y RA5	Prueba escrita Desarrollo de software

VIII. RECURSOS

Recursos didácticos requeridos son: computador portátil, video beam, pizarrón, marcadores.

Recursos de infraestructura: aula con facilidades para la proyección y presentación de demostraciones prácticas

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN**Básicas**

5	Demuestra que sabe seleccionar adecuadamente un tablero de distribución de energía eléctrica para una unidad de vivienda unifamiliar y pequeño local comercial, considerando los elementos que lo constituyen, el número de polos, protecciones Realiza adecuadamente la distribución de cargas en el tablero, aplicando los criterios de balance de cargas para garantizar un tablero completamente balanceado. Realiza adecuadamente los esquemas de tableros seleccionados.	RA5	Prueba escrita Procedimiento técnico Exposición
6	Realiza los cálculos métricos de los materiales y equipos utilizados en una instalación eléctrica de unidad de vivienda unifamiliar y pequeño local comercial, aplicando de manera adecuada	RA6	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo

Burke, James J. (1999). *Power Distribution Engineering: Fundamentals and Applications*. 1ª edición, Editorial Marcel Dekker, Inc., Nueva York.

Central Station Engineers of the Westinghouse Electric Corporation. (1964). *Electrical Transmission and Distribution Reference Book*. (Fourth edition) USA: Westinghouse

Central Station Engineers of the Westinghouse Electric Corporation. (1964). *Distribution Reference Book*. (Fourth edition) USA: Westinghouse

Espinoza & Lara (). *Sistemas de Distribución*. México: Limusa

Complementarias

AEG-TELEFUNKEN. (1967). *Manual AEG*, 9ª edición, Berlín.

CADAFE. (1987). *Normas para Redes de Distribución Subterránea*. Caracas.

CADAFE. *Normas para Redes Aéreas y Alimentadores Primarios*. Caracas.

CADAFE. *Normas sobre Presentación de Proyectos*. Caracas.

CADAFE. *Métodos de cálculos eléctricos*. Caracas.

CADAFE. *Especificaciones*. Caracas.

Knowlton, A. E. (1982). *Manual Standard del Ingeniero Electricista*. 3ª revisión, Editorial LABOR, España.

Ramírez, S. *Redes de Distribución de Energía*. Universidad Nacional de Colombia. Tercera Edición. Manizales.

Spitta, Albert F. y Seip, Günter G. (1975). *Manual SIEMENS. Tomo 1: Instalaciones Normales de Corriente Industrial*. 1ª edición, Editorial Dossat, Madrid.

VanBommel, W. J. M. y de Boer, J. B. (1980). *Road Lighting*. 1ª edición, PHILIPS Technical Library, Deventer, Holanda.

Westinghouse Electric Corporation. *Electric Utility Engineering Reference Book. Volume 3: Distribution Systems*, East Pittsburgh, USA.

Willis, H. Lee. (1999). *Power Distribution Planning Reference Book*. 1ª edición, Editorial Marcel Dekker, Inc., Nueva York.

Zoppetti, (1972). *Redes Eléctricas De Alta Y Baja Tensión*. España: Editorial Española G. Gili

Zoppetti, (1979). *Estaciones Transformadoras y de Distribución*. España: Editorial Española, G. Gil S.A.

X. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Normas de Seguridad

Resultados de Aprendizaje.

- Aplica adecuadamente las normas de seguridad para realizar cualquier instalación de redes eléctricas de media tensión

Práctica 2. Identificación de Materiales

Resultados de Aprendizaje.

- Identifica y aplica adecuadamente todos los materiales utilizados para realizar cualquier instalación de redes eléctricas de media tensión

Práctica 3. Realización de Montajes Resultados

de Aprendizaje.

- Realiza diferentes montajes de un sistema eléctrico de media tensión