

**Asignatura: Distribución de Energía Eléctrica**

Código: 10-09111	RTF	7
Semestre: 8vo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrotecnia

**Correlativas:**

- Correlativa 1. Máquinas Eléctricas
- Correlativa 2: Sistemas de Medición

**Programa Sintético:**

1. Distribución de energía eléctrica
2. Red eléctrica en baja tensión
3. Red eléctrica en media tensión
4. Subestaciones transformadoras de media/baja tensión
5. Redes inteligentes de Distribución

**Competencias Genéricas:**

- **CG 1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG 2.** Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería
- **CG 6.** Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- **CG 7.** Competencia para comunicarse con efectividad.
- **CG 8.** Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- **CG 9.** Competencia para aprender en forma continua y autónoma

Aprobado por HCD: 847-HCD-2023

RES: Fecha: 2/11/2023

Competencias Específicas:

- **CE 1.3.1** Realizar proyectos y cálculos de sistemas y redes de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, de acuerdo a las normas y reglamentaciones de aplicación en la región.

## Presentación

Distribución de Energía Eléctrica, se cursa en el cuarto año, octavo semestre, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, formando parte del bloque de tecnologías aplicadas. La asignatura aporta conocimientos al futuro Ingeniero Electromecánico para el proyecto, diseño, cálculo, ejecución, operación y mantenimiento de sistemas de Distribución de energía eléctrica en baja tensión y media tensión. El conocimiento de la Distribución de Energía Eléctrica, ubicará al profesional en un ámbito de la prestación de dicho servicio de actualidad, permitiéndole desempeñarse en el campo específico con solvencia.

La asignatura aborda una temática integradora de elementos, equipos y tecnología específicos del rubro para una finalidad determinada.

Objetivos de la asignatura

- Conocer el encuadre normativo y reglamentario aplicable sobre sistemas de distribución de energía eléctrica.
- Ser capaz de proyectar, diseñar y calcular los sistemas de distribución de energía eléctrica.
- Conocer los aspectos fundamentales de la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución de energía eléctrica

## Contenidos

### **UNIDAD I) DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA – NIVELES COMERCIALES**

Introducción al estudio de los sistemas de potencia, normas, unidades, símbolos gráficos. Pautas básicas sobre los eslabones del sistema electro-energético, etapas de conversión de las fuentes primarias de energía eléctrica. La energía eléctrica desde las barras del generador al punto de suministro del usuario (breve descripción). Niveles de tensión normalizados en la República Argentina. Normas y reglamentos: breve referencia a las Normas más utilizadas en el país y la región en los sistemas de distribución de energía eléctrica. Unidades y Símbolos gráficos: breve referencia a las unidades y símbolos gráficos más usados.

### **UNIDAD II) RED ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**

II.1) Distribución en baja tensión. Cálculo a sección constante y variable.  
Centro de cargas.: Distribución a sección constante y a sección variable con la carga Centro de cargas, distribución alrededor del centro de carga. Distribución radial o abierta y en anillo.

## II.2) Sistemas aéreos y subterráneos.

Descripción, selección, ventajas y desventajas de las alternativas técnicas de distribución en baja tensión usuales en la región (aéreos y subterráneos)

## II.3) Proyecto de red de distribución eléctrica de un loteo

Generalidades. Determinación de la potencia requerida y del centro de carga. Trazado tentativo eléctrico de la red. Cálculo eléctrico de conductores, verificación de caídas de tensión y selección de la sección de conductores. Cálculo mecánico de conductores, determinación de tiros y flechas, tablas de tesado. Cálculo mecánico de apoyos, alineación, cambio de sección, desvío, terminal, etc. Altura libre, geometría del apoyo, selección de postes. Cálculo de fundaciones. Planos generales y de detalle, cómputo métrico y presupuesto. Memoria técnico descriptiva, determinación de los honorarios profesionales. Distribución subterránea en baja tensión. Esquema de operación de circuitos subterráneos en baja tensión. Construcción y montaje de la obra, reglas del buen arte, interpretación de pliegos, normas y reglamentaciones de las empresas distribuidoras. Tramitación y visación del proyecto y aprobación de las obras.

## **UNIDAD III) RED ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN**

III.1) Objetivo de la obra: Distribución de energía eléctrica urbana o rural.

### III.2) Fijación de la traza (urbana y rural), trabajos en el terreno

Definición de puntos fijos, gestión de los permisos de paso, levantamiento topográfico

III.3) Trabajos de gabinete, cálculos mecánicos y eléctricos: Interpretación del relevamiento planialtimétrico. Cálculo de caída de tensión, selección de los conductores. Cálculo mecánico de conductores e hilo de guardia. Ecuación de cambio de estado, vano crítico, vano ficticio de regulación. Determinación de tiros y flechas, tablas de tesado. Vano desnivelado. Dimensionamiento geométrico, verificación de estructuras y fundaciones (alineación, desvío, retención, cruce, terminal, Subestación transformadora MT/BT, con y sin hilo de guardia). Vano económico, criterios de selección. Distribución de apoyos, plantilla de altura libre y pie de poste. Planos generales de detalle. Vibraciones, análisis global del problema, registradores, elementos antivibradores, criterios de selección y montaje. Distribución de energía eléctrica subterránea en media tensión. Esquemas de operación y reserva. Construcción y montaje de la obra, reglas del buen arte, interpretación de pliegos, normas y reglamentaciones de las empresas distribuidoras. Tramitación y visación del proyecto y aprobación de las obras.

## **UNIDAD IV) SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS MEDIA/BAJA TENSIÓN**

IV.1) Distintos tipos: rurales y urbanas: Distintos tipos (aéreas de uso público y privado). Elementos componentes y su ubicación física, criterios de diseño.

IV.2) Cámaras subterráneas y a nivel: Criterios de diseño. Componentes electromecánicos

## **UNIDAD V) REDES INTELIGENTES DE DISTRIBUCIÓN**

V.1) Redes Inteligentes de Distribución: Diseño de redes inteligentes

V.2) Recursos electro energéticos distribuidos  
Incorporación de recursos electro energéticos distribuidos (DER) en la red de Distribución de energía eléctrica

### **Metodología de enseñanza**

La metodología de enseñanza está orientada a un aprendizaje activo y participativo donde el docente y los alumnos constituyen un equipo de aprendizaje; empleando diferentes técnicas de comunicación en la que el alumno recibe información, la internaliza y produce el nuevo conocimiento; mientras el docente asume el rol de guía, orientador en el proceso de aprendizaje. En el dictado de las clases el docente contribuye en el proceso de aprendizaje, mediante diferentes técnicas y estrategias, exponiendo los contenidos soportados en la aplicación real de lo expuesto; integrando contenidos de la asignatura con otras asignaturas del plan de estudio de la carrera; utilizando disparadores relacionados e incentivando la participación de los alumnos en las clases. Los contenidos que se dictan, se basan en las técnicas y las normativas vigentes, aplicadas en los proyectos técnicos y los trabajos prácticos. En la exposición de las clases el docente utiliza la proyección de presentaciones y videos, y paralelamente se amplían los conceptos y desarrollos analíticos en el pizarrón. Los alumnos desarrollan dos proyectos técnicos: un proyecto de una red de distribución aérea con conductores preensamblados de baja tensión y un proyecto de una línea aérea de media tensión con conductores desnudos. Para el desarrollo de los proyectos técnicos el docente emplea exposiciones en la pizarra realizando análisis, gráficos y desarrollos para facilitar la comprensión de los contenidos requeridos, y los alumnos presentan sus proyectos empleando gráficos asistidos por CAD junto a cálculos y presupuestos en planilla de cálculo. Se realizan dos visitas técnicas en cada período académico: Visita a un loteo residencial con distribución aérea con cable preensamblado de baja tensión y la visita a una línea aérea de media tensión.

### **Evaluación**

Las metodologías y estrategias de evaluación que se emplearán, considerando los resultados de aprendizaje y los diferentes temas de las unidades desarrolladas en clases; comprende asistencia a clases, exámenes parciales en forma individual, elaborar proyectos eléctricos en forma grupal, evaluados mediante el empleo del instrumento rúbrica.

#### **Evaluaciones parciales**

Parciales teórico-prácticos: Se realizarán 4 (cuatro) parciales teórico-prácticos a lo largo del cuatrimestre. La nota mínima de aprobación es 4 (cuatro). Para alcanzar la calificación mínima se debe aprobar al menos el 60% del contenido del parcial.

## Trabajo Grupal - Proyectos eléctricos

La elaboración de cada proyecto eléctrico se realiza en forma grupal. Cada grupo de alumnos no superior a tres, deberá presentar explicar y aprobar un proyecto que contemple el desarrollo de los sistemas de distribución de energía eléctrica en dos etapas: un proyecto eléctrico de un loteo residencial con distribución aérea con cable preensamblado de baja tensión y un proyecto de línea aérea de media tensión con conductores desnudos.

Para aprobar los proyectos eléctricos el alumno deberá cumplimentar con la actividad en los plazos previstos por la Cátedra y reunir los requisitos exigidos para la presentación de los proyectos: es decir análisis con planilla de redacción estándar, planillas de cálculo para presupuestos y diseño de tipos constructivos, plantillas de apoyos y planialtimetría conforme a diseño asistido por computadora.

Los proyectos eléctricos grupales se aprueban con el 70% de los contenidos exigidos en el proyecto escrito, presentación oral y cumplimiento de los plazos de presentación.

## Condiciones de aprobación

La nota final corresponderá al promedio de los exámenes parciales y proyectos eléctricos. Pueden recuperarse 2 (dos) exámenes parciales.

El sistema de evaluación posee un sistema de promoción de la materia sin examen final: comprende la asistencia al 80% de las actividades programadas, aprobar los exámenes parciales teóricos y prácticos y aprobar los dos proyectos eléctricos.

## Actividades prácticas

El alcance y características de las actividades prácticas se han descrito en la sección Evaluación

## Competencias y resultados de aprendizaje

Durante el desarrollo de las clases el estudiante adquirirá competencias que se verifican en los resultados de aprendizaje, en concordancia con los ejes conceptuales de los contenidos de la asignatura.

### Competencias Genéricas

**CG1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

**RA1.-** Aplica criterios profesionales para la evaluación de alternativas en el diseño redes de distribución de baja y media tensión, en un contexto particular

**RA2.-** Utiliza métodos de selección de materiales tecnológicos disponibles para el diseño de redes de distribución de baja y media tensión, en diversas situaciones

**CG2.** Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

**RA3.-** Identifica los parámetros de diseño necesarios para ejecutar el proyecto de redes de baja y media tensión.

**RA4.-** Diseña un proyecto electromecánico en base a una necesidad, aplicando normativas y reglamentaciones vigentes.

**RA5.-** Especifica las características técnicas de los elementos que componen redes de baja y media tensión en un proyecto, de acuerdo a las normas correspondientes.

**CG4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería

**RA6.-** Selecciona de manera efectiva las técnicas y herramientas a aplicar en la resolución del proyecto de redes de baja y media tensión

**RA7.-** Comprende el alcance del proyecto para ser capaz de terminarlo en tiempo y forma con las técnicas y herramientas disponibles.

**RA8.-** Utiliza adecuadamente estándares, normas aplicables, seguridad, medioambiente, etc., en la ejecución del proyecto de una red de baja y media tensión.

**CG6.** Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

**RA9.-** Propone metodologías de trabajo acordes a los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.

**RA10.-** Respeta los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el cuerpo docente.

**RA11.-** Expresa con claridad las ideas cuando se realicen exposiciones al cuerpo docente, entendiendo las diferencias y proponiendo alternativas de resolución a las recomendaciones solicitadas y negociar para alcanzar consensos.

**RA12.-** Comprende la dinámica de los debates que surjan de la exposición de avances de proyecto, efectuar intervenciones y tomar decisiones que integren distintas opiniones, perspectivas y puntos de vista.

**CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad.

**RA13.-** Expresa de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita los avances del proyecto.

**RA14.-** Produce textos técnicos (descriptivos, de verificación) que documenten las distintas etapas del proyecto.

**CG8.** Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

**RA15.-** Diseña proyectos ajustándose a los estándares de calidad con honestidad intelectual, rigor científico, con pensamiento reflexivo sobre la responsabilidad individual y colectiva del uso en el ámbito académico y profesional.

**CG9.** Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

**RA 16.-** Detecta aquellas áreas del conocimiento de la ciencia de ingeniería en las que se requiera actualizar o profundizar los conocimientos para una mejora continua.

## Competencias específicas

**CE 1.3.1** Realizar proyectos y cálculos de sistemas y redes de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, de acuerdo a las normas y reglamentaciones de aplicación en la región.

**RA1.-** Diseña un sistema de distribución en baja tensión de un loteo según especificaciones y normas vigentes{

**RA2.-** Diseña una red aérea de media tensión urbano-rural y subestación media/baja tensión según especificaciones y normas vigentes{

**RA3.-** Define las técnicas de construcción y montaje de las obras electromecánicas, en el diseño de una red de distribución.

**RA4.-** Interpreta pliegos, normas y reglamentaciones de las empresas distribuidoras, para la realización de redes de energía eléctrica.

**RA5.-** Realiza cálculos prácticos empleando software especializado en redes de distribución.

**RA6.-** Calcula flujos de carga de un sistema de distribución en media tensión .

**RA7.-** Emplea los distintos tipos de protecciones para los sistemas de distribución

baja y media tensión.

**RA8.-** Diseña redes inteligentes de distribución de baja y media tensión, para la gestión de energía.

**RA9.-** Evalúa el comportamiento de la red inteligente de distribución con la incorporación de recursos electro energéticos distribuidos

## Bibliografía

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Pliego general de especificaciones y Cartas técnicas de EPEC.
- Legislación nacional y provincial de Generación Distribuida
- Publicaciones de la Cátedra con separatas de los profesores Olivero, Perez Solares, Pedroni.
- “Modelo de demanda de potencia eléctrica desagregada de acuerdo a categoría de usuarios” de Héctor Meyer
- “Análisis de tecnología y equipamiento de las Estaciones de Recarga Eléctrica en la República Argentina” de Héctor Meyer
- “Redes eléctricas” de G. Zopetti
- “Centrales y redes eléctricas” de Th. Buchold y H. Happoldt
- “Estaciones transformadoras y de distribución” de G. Zopetti
- “Manual de Ingeniero Electricista” de Knowlton (2 tomos)
- “Líneas aéreas de transporte de la energía eléctrica” de A. Checca

- “Instalaciones Electricas” de A. Mauduit (3 tomos)
- “Manual AEG”
- “Transmission and Distribution: reference Book” de Ed. Westinghouse.
- Técnica de la Alta Tensión de A. Roth

#### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- “Instalaciones eléctricas generales” por enciclopedia CEAC de Electricidad (España)
- “Estaciones de transformación y distribución. Protección de sistemas eléctricos” por enciclopedia CEAC de Electricidad.(España)
- “Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica” de G.E. Harper (2 tomos)
- “Técnicas de Altas Tensiones” de G.E. Harper
- “Redes eléctricas” de Viqueira Landa (2 tomos)