



**PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO**  
**Departamento de Desarrollo y Diseño Curricular**

		<b>PROGRAMA</b>			
		<b>Código en SIPE</b>	<b>Descripción en SIPE</b>		
<b>TIPO DE CURSO</b>		063	Ingeniería Tecnológica		
<b>PLAN</b>		2020			
<b>ORIENTACIÓN</b>		344	Electrotecnia		
<b>MODALIDAD</b>		---	---		
<b>AÑO</b>		---	---		
<b>TRAYECTO</b>		---	---		
<b>SEMESTRE/ MÓDULO</b>		2	2		
<b>ÁREA DE ASIGNATURA</b>		80000	IYBT		
<b>ASIGNATURA</b>		20681	Instalaciones Eléctricas I		
<b>CRÉDITOS ACADÉMICOS</b>		9			
<b>DURACIÓN DEL CURSO</b>		<b>Horas totales:</b> 96	<b>Horas semanales:</b> 6	<b>Cantidad de semanas:</b> 16	
<b>Fecha de Presentación:</b> 10/10/2019	<b>Nº Resolución del CETP</b>	<b>Exp. Nº</b>	<b>Res. Nº</b>	<b>Acta Nº</b>	<b>Fecha</b> __/__/__

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

Para el ingeniero, el rol de proyectar, controlar, y ejecutar instalaciones de potencia en baja tensión se destaca como una de las actividades más críticas y que se encuentran en mayor cercanía a usuarios finales.

El avance de la tecnología, en conjunto con necesidades ambientales, económicas, de seguridad y de diseño, así como marcos normativos cada vez más exigentes, implica la necesidad de ingenieros con niveles de conocimiento en constante superación.

Esta materia se centra en adquirir los conocimientos necesarios para la correcta elección de conductores eléctricos, canalizaciones y envolventes, así como de los medios de protección de los sistemas eléctricos en instalaciones de baja tensión.

La presente materia, en conjunto con su complemento *Instalaciones Eléctricas II* dictada en el semestre número 3 de la carrera, contribuyen a la formación de un ingeniero con sólidos conocimientos en el diseño e implementación de sistemas eléctricos de gran porte, y especialmente orientado a aquellas instalaciones con un perfil industrial. Le brinda al futuro ingeniero las herramientas necesarias para un correcto diseño de la distribución de la energía eléctrica, así como los medios de protección necesarios para la operación segura y confiable de los sistemas.

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante adquiriera los conocimientos para el correcto cálculo de líneas de distribución de energía en instalaciones finales, su canalización y confinamiento, además de la elección de protecciones eléctricas contra sobrecargas, cortocircuitos, y contactos directos e indirectos. Se abordará la metodología de cálculo de cortocircuitos en baja tensión, así como fundamentos sobre sistemas de protección y arranque de máquinas eléctricas. El curso enfatiza en la confiabilidad a la hora de operar los sistemas eléctricos, con foco en la seguridad de personas y bienes.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Marco normativo eléctrico nacional, regional y mundial.

Tema 2: Censo de carga.

Tema 3: Tipos de suministros y puestos de enlace.

Tema 4: Canalizaciones eléctricas y accesorios.

Tema 5: Conductores eléctricos.

Tema 6: Cortocircuito.

Tema 7: Protecciones contra sobrecorrientes y aparamenta en BT.

Tema 8: Arquitectura y topologías en redes eléctricas de interior.

Tema 9: Comando y protección para motores y otras cargas.

Tema 10: Diagramas y simbología eléctrica de referencia.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1 [5 hs]

1. Marco normativo eléctrico nacional, regional y mundial.
  - 1.1. Normalización técnica en el Uruguay.
  - 1.2. Normas de referencia utilizadas en el curso.
  - 1.3. Organismos reguladores de energía eléctrica.
  - 1.4. Marco normativo regional.
  - 1.5. Marco normativo de referencia internacional: IEC, IEEE y ANSI.

### TEMA 2 [10 hs]

2. Censo de carga.
  - 2.1. Metodologías para determinar la potencia instalada.
  - 2.2. Tipos de cargas.
    - 2.2.1. Motores.
    - 2.2.2. Cargas resistivas.
    - 2.2.3. Iluminación.
    - 2.2.4. Tomacorrientes.
    - 2.2.5. Otras cargas.
  - 2.3. Factores de utilización y factores de simultaneidad.
  - 2.4. Censo en edificios de viviendas.

2.5. Criterios finales y buenas prácticas.

TEMA 3 [10 hs]

3. Tipos de suministros y puestos de enlace.
  - 3.1. Esquemas de distribución eléctrico en BT (IT, TT, TN).
  - 3.2. Suministros comerciales de energía: potencias y tensiones normalizadas.
  - 3.3. Partes integrantes de una instalación de enlace.
  - 3.4. Subestaciones eléctricas transformación MT/BT.
    - 3.4.1. Planos normalizados (aéreas y de piso).
    - 3.4.2. Lineamientos para el diseño de la MPAT-MT<sup>1</sup>.
    - 3.4.3. Trámites y gestiones especiales.
    - 3.4.4. Conceptos básicos de celdas modulares.
    - 3.4.5. El transformador de potencia.
    - 3.4.6. El tablero de BT.

La CGP y caja de distribución.
  - 3.5. El ICP.
  - 3.6. Tipos de acometida.
  - 3.7. Suministros únicos centralizados.
  - 3.8. Suministros colectivos.
  - 3.9. Medida indirecta.
  - 3.10. Planos normalizados para puestos de medida.

TEMA 4 [5 hs]

4. Canalizaciones eléctricas y accesorios.
  - 4.1. Diferenciación entre cable y conductor.
  - 4.2. Canalizaciones a la intemperie.
  - 4.3. Canalizaciones bajo techo.
    - 4.3.1. Bandejas portacables.
    - 4.3.2. Canalización en ducto aparente (metálicos y plásticos).
  - 4.4. Canalizaciones embutidas.
  - 4.5. Canalizaciones subterráneas.
    - 4.5.1. Criterios reglamentarios para canalizaciones subterráneas.

---

<sup>1</sup> Malla de Puesta a Tierra en Media Tensión

- 4.5.2. Cables armados.
- 4.6. Topología de las canalizaciones.
  - 4.6.1. La montante o *backbone*.
  - 4.6.2. Cableado vertical y horizontal.
- 4.7. Registros, cajas y cámaras.
- 4.8. Accesorios de montaje aparente en bandejas y conductos.
- 4.9. Cálculos y proyecciones de confinamiento de conductores.

## TEMA 5 [10 hs]

- 5. Conductores eléctricos y cables.
  - 5.1. Introducción: definición tecnológica de conductor.
  - 5.2. Aislaciones comerciales disponibles.
    - 5.2.1. Propiedades físico-químicas.
  - 5.3. Metales comerciales disponibles.
    - 5.3.1. Propiedades físico-químicas.
  - 5.4. Conductores aislados y cables.
  - 5.5. Clases y secciones de conductores según UNIT-NM 280 (IEC 60228).
  - 5.6. Presentaciones comerciales de cables.
    - 5.6.1. Multipolares de aislación simple (gemelos).
    - 5.6.2. Multipolares de doble aislación (superplástico).
    - 5.6.3. Preensamblados.
    - 5.6.4. Armados.
    - 5.6.5. Otras presentaciones.
  - 5.7. Cables antillama según UNIT-IEC 60332 (cap. 3 inciso 23).  
(o norma que se halle vigente).
  - 5.8. Criterios de determinación de la corriente máxima admisible.
    - 5.8.1. Para cables y conductores.
      - 5.8.1.1. Factores de corrección.
    - 5.8.2. Barras.
      - 5.8.2.1. Elección y verificación de barras .
      - 5.8.2.2. Factores de corrección.
      - 5.8.2.3. Elección y verificación de aisladores.
  - 5.9. Caída de tensión en un conductor.
    - 5.9.1. Caídas máximas admisibles.

- 5.10. Criterios de selección por solicitud mecánica.
- 5.11. Elevación de la temperatura en un conductor: cálculos y criterios.
- 5.12. Introducción a los cables en media tensión. Abordaje tecnológico.

## TEMA 6 [15 hs]

- 6. Cortocircuito.
  - 6.1. Definición de sobrecarga y cortocircuito.
  - 6.2. Componente de corriente continua en los cortocircuitos.
  - 6.3. Etapas de un cortocircuito.
  - 6.4. Efectos térmicos, electrodinámicos y distorsivos de un cortocircuito.
  - 6.5. Criterios de cálculo simplificado.
    - 6.5.1. Modelado de la red de alimentación.
    - 6.5.2. Modelado de motores (cargas activas).
    - 6.5.3. Modelado de generadores (cargas activas).
    - 6.5.4. Modelado de una línea.
    - 6.5.5. Modelado de un transformador.
  - 6.6. Tipos de cortocircuito y sus cálculos simplificados.
    - 6.6.1. Modelo de Thévenin simplificado.
    - 6.6.2. Cálculo de un cortocircuito trifásico (simétrico).
    - 6.6.3. Cálculo de un cortocircuito monofásico a tierra.
    - 6.6.4. Cálculo de un cortocircuito bifásico.
  - 6.7. Poderes de corte de un interruptor (Icu, Ics, Icm).
  - 6.8. Elevación de la temperatura de un conductor durante un cortocircuito.
    - 6.8.1. Criterios de selección de conductores por su sección.
    - 6.8.2. Tiempos mínimos de despeje de faltas.
  - 6.9. Métodos de determinación de cortocircuitos por tablas normalizadas.

COMENTARIOS TEMA 6: En este curso se analiza el cortocircuito a través del modelo de Thévenin simplificado (tensión pre-falta es la tensión plena). Se modela una red síncrona y se realizan cálculos por modelo de Thévenin simplificado.

## TEMA 7 [10 hs]

- 7. Protecciones contra sobrecorrientes y aparamenta en BT.
  - 7.1. Fusibles.
    - 7.1.1. Diazed.

- 7.1.2. NH.
- 7.1.3. FC.
- 7.2. Interruptores.
  - 7.2.1. Principios de funcionamiento.
  - 7.2.2. Región térmica (curva de tiempo inverso).
  - 7.2.3. Región magnética (región instantánea).
  - 7.2.4. Pequeños interruptores automáticos según IEC 60898 .  
(o norma vigente de referencia).
    - 7.2.4.1. Características.
    - 7.2.4.2. Curvas de disparo.
  - 7.2.5. Interruptores automáticos según IEC 60947-2.  
(o norma vigente de referencia).
    - 7.2.5.1. Aptitud para el seccionamiento.
    - 7.2.5.2. Categorías de empleo según selectividad en cortocircuito.
    - 7.2.5.3. Características y regulaciones.
    - 7.2.5.4. Funciones y relés asociables.
- 7.3. Seccionadores bajo carga.
- 7.4. Interruptores de doble vía.

## TEMA 8 [5 hs]

- 8. Arquitectura y topologías en redes eléctricas de interior.
  - 8.1. Tipos de distribución.
    - 8.1.1. Disposición centralizada.
    - 8.1.2. Disposición distribuida.
  - 8.2. Configuraciones.
    - 8.2.1 Configuración de una sola unidad de alimentación radial.
    - 8.2.2 Configuración bipolar.
    - 8.2.3 Configuración bipolar con 2 fuentes al 50%.
  
    - 8.2.4 Cuadro de distribución desacoplado.
    - 8.2.5 Cuadros de distribución interconectados.
    - 8.2.6 Configuración en anillo.
    - 8.2.7 Fuente de alimentación de doble extremo.

- 8.2.8 Combinaciones.
- 8.3 Generadores de reserva.
  - 8.3.1 El grupo electrógeno
    - 8.3.1.1 Elección de un grupo electrógeno.
    - 8.3.1.2 Sala de grupo electrógeno (condiciones).
    - 8.3.1.3 Prescripciones para la conexión de un grupo electrógeno.
  - 8.3.2 Respaldo total o parcial.
- 8.4 Servicios ininterrumpidos y/o estabilizados (SAI).
  - 8.4.1 El UPS.
  - 8.4.2 Tableros de UPS (by-pass).

## TEMA 9 [10 hs]

- 9 Comando y protección para motores y otras cargas.
  - 9.1 Introducción y generalidades.
  - 9.2 Contactor.
  - 9.3 Relé Térmico.
    - 9.3.1 Bimetálico y electrónico.
    - 9.3.2 Otras funciones.
  - 9.4 Guardamotor.
    - 9.4.1 Magnético.
    - 9.4.2 Magneto-térmico.
  - 9.5 Coordinación con protecciones.
  - 9.6 Tipos de arranque y dispositivos asociados.
    - 9.6.1 Arranque Directo (D.O.L.<sup>2</sup>).
    - 9.6.2 Arranque Estrella/Triángulo.
    - 9.6.3 Arranque por autotransformador.
    - 9.6.4 Arranque suave (softstarter).
    - 9.6.5 Variadores de frecuencia.
    - 9.6.6 Comandos y señalizaciones.

## TEMA 10 [5 hs]

- 10 Diagramas y simbología eléctrica de referencia.
  - 10.1 Nacional (UNIT o la que se halle vigente).

---

<sup>2</sup> anglicismo: *Direct Of Line*

10.2 Internacional (IEC 60617 o la que se halle vigente).

10.3 Diagramas unifilares.

10.4 Buenas prácticas para planos y diagramas eléctricos.

## METODOLOGÍA

Se sugiere el abordaje técnico de cada unidad temática, seguida de ejercicios aplicados a la práctica profesional del futuro ingeniero. Para cada tema se recomienda trabajar sobre un caso de estudio elaborado (ejercicios resueltos paso a paso, o estudio de aplicaciones prácticas concretas).

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá 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: 86 horas

Horas de clase práctico: 4 horas

Horas de consulta: 0 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 90 horas

Horas de dedicación del estudiante: 90 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

Scheider Electric “Guía de diseño de instalaciones eléctricas” 2º Edición Ed. Tecfoto España

UTE - Reglamento de Baja Tensión

UTE - Norma de Instalaciones

UTE - Norma de Instalaciones de Enlace

IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios (norma completa)

IEC 60287-1-1 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1, Sección 1

IEC 60269-1 Fusibles de baja tensión. Parte 1: Reglas generales

IEC 60439-1 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1, Parte 2, Parte 3, Parte 4 y Parte 5.

IEC 60947-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales

IEC 60947-2 Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos

IEC 60947-3 Aparamenta de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles

IEC 60947-4-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 4: Contactores y arrancadores de motor. Sección 1: Contactores y arrancadores electromecánicos

IEC 60947-6-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 6: Materiales de funciones múltiples. Sección 1: Materiales de conexión de transferencia automática