



**ASIGNATURA**  
**SISTEMAS ELECTRICOS DE**  
**POTENCIA**  
**Año: 2023**



**DOCENTE RESPONSABLE**

Apellido y Nombre: KAZLAUSKAS, GUSTAVO EDUARDO

Cargo del docente (categoría y dedicación): PROFESOR TITULAR EXCLUSIVO

**MARCO DE REFERENCIA**

Asignatura	INSTALACIONES ELECTRICAS	Código	3020		
Carrera	Ingeniería Electromecánica				
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 2023 - Ord.C.S.Nº 8424/22				
Bloque curricular	Tecnologías aplicadas				
Ubicación en el plan de estudios (año y cuatrimestre)	5º Año 1º Cuatrimestre				
Asignaturas correlativas cursadas	Instalaciones Eléctricas (3016)				
Asignaturas correlativas aprobadas	Para cursar una asignatura obligatoria de un cuatrimestre determinado, el estudiante debe tener aprobadas las asignaturas obligatorias correspondientes a los cuatrimestres anteriores, exceptuando las del cuatrimestre inmediato anterior.				
Requisitos cumplidos					
Duración o Desarrollo (anual/cuatrimstral/bimestral)	cuatrimestral	Carácter	Obligatoria		
Carga horaria presencial semanal (h)	6	Carga horaria total de dedicación del estudiante (h)	90	Créditos	9

**Carga horaria presencial destinada a la formación práctica (h)**

Actividad Experimental	0 h	Problemas de Ingeniería	20 h	Trabajo de campo	0 h	Proyecto y diseño	15 h	Práctica Socio-comunitarias	0 h
------------------------	-----	-------------------------	------	------------------	-----	-------------------	------	-----------------------------	-----

**CONTENIDOS MÍNIMOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS**

Planificación del sistema eléctrico de potencia. Características eléctricas de las líneas de transmisión. Cálculo mecánico de las líneas de transmisión. Modelación matemática de la red eléctrica. Estabilidad. Protecciones en el sistema de generación, transporte y distribución de la energía. Sobretensiones. Riesgo eléctrico en alta tensión.

Departamento al cual está adscripta la carrera

Ingeniería Electromecánica

Área a la cual está asociada la asignatura

Eléctrica

Número estimado de estudiantes

25

**OBJETIVOS**

Esta asignatura está orientada a diseñar, seleccionar y especificar técnicamente los elementos de un sistema eléctrico de potencia. Dicho objetivo, transmite a los alumnos aquellos conocimientos relacionados con los Sistemas Eléctricos de Potencia con el fin de asimilar las diversas técnicas utilizadas en el manejo y planificación de las redes eléctricas.

Por otro lado, se estudia el comportamiento de ese diseño en el sistema eléctrico de potencia, empleando modelos representativos de las problemáticas a más comunes.

Al finalizar, el alumno de la carrera Ingeniería Electromecánica deberán adquirir conocimientos sobre:

- a.- Estructura del sistema eléctrico de potencia.
- b.- Funcionamiento del mercado eléctrico Argentino.
- c.- Modelación de individual y conjunto del sistema eléctrico de potencia.
- d.- Herramientas de diagnóstico para operaciones normales y anormales del sistema eléctrico.
- e.- Protecciones eléctricas básicas utilizadas en generadores, transformadores y distribución.

Por otro lado, el alumno desarrollará habilidades que se describen a continuación:

- a.- Ser capaz de plantear conceptos generales para el proyecto, diseño, cálculo y selección de los elementos que componen el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP).
- b.- Ser capaz de estudiar y calcular el dimensionamiento mecánico de una línea de transmisión y sus fundaciones.
- c.- Ser capaz de proporcionar modelos del SEP para la realización de estudios fundamentales, con métodos orientados hacia la computación digital.
- d.- Ser capaz de estudiar los fenómenos de estabilidad en régimen permanente y transitorio en SEP.

## **APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACION BASICA Y/O PROFESIONAL**

Los conocimientos adquiridos están orientados hacia la selección de estructuras, modelos de líneas, estimación de demandas y demás; que permiten al alumno estudiar y determinar el comportamiento del SEP para distintas condiciones normales y anormales de funcionamiento.

Se describe el marco legal en el cual se desenvuelve el Mercado Eléctrico Argentino. Se desarrollan métodos básicos para la planificación de los Sistemas Eléctricos de Potencia, basadas en metodologías de optimización, teniendo en cuenta las variaciones de la demanda, los niveles de tensión y el comportamiento del mismo en cuanto a las protecciones. Además, se mencionan características más sobresalientes del estudio de impacto ambiental (EIA).

Se otorga al alumno un conocimiento sólido de las técnicas necesarias para el cálculo de parámetros en líneas de transmisión multifilares con señales sinusoidales.

El mismo tiene un enfoque básico hacia el diseño de líneas de transmisión y distribución en media y alta tensión. Se estudian las condiciones especiales en el cálculo mecánico y fundaciones de líneas de transmisión.

También la formación abarca el conocimiento de la aplicación de conceptos relacionados con el diseño de las subestaciones eléctricas, ya que intervienen elementos como también criterios de diseño, selección, normas y recomendaciones en las etapas de construcción y ejecución.

El análisis de las líneas de transmisión se ha centrado en la determinación de los parámetros concentrados y distribuidos de las mismas, conceptos que frecuentemente son suficiente para llevar adelante la modelación general.

También se presentan los métodos de estudio de estabilidad que evalúan el impacto de disturbios en comportamiento dinámico electromagnético en los SEP.

Se estudian la naturaleza, causas y fallas más frecuentes del SEP que sirven para el diseño de esquemas de protecciones efectiva y selectiva. Se presentan los métodos de protección para cada uno de los dispositivos que constituyen un SEP.

También se menciona las diferentes condiciones que debe accionar el trabajador respecto al riesgo eléctrico, que van desde la utilización de elementos de seguridad hasta la planificación consiente y detallada de las tareas o maniobras con el fin de minimizar los riesgos de accidentes.

Finalmente, se estudian las sobretensiones que pueden originarse en los SEP y las formas de protección efectiva de las mismas.

Se hace un proyecto de una línea larga, media o corta en donde el alumno aplica los conocimientos teóricos desarrollados tales como: cálculo de parámetros eléctricos, cálculo mecánico, estudio de regulación de tensión. Se realizan los cálculos básicos con las técnicas de optimización desarrolladas para su correcto funcionamiento. Este trabajo está orientado por todos los integrantes de la cátedra para el cumplimiento de las normativas vigentes.

Se prevé, al menos, una visita a TRANSENER y TRANBA de la ciudad de Olavarría, con el fin de visualizar e identificar todos los elementos eléctricos y con ello entender el funcionamiento de la instalación. Mediante el plano funcional suministrado por la empresa, el alumno podrá hacer un seguimiento del funcionamiento y analizar posibles fallas.

Este tipo de tarea, permite al alumno llevar adelante la idea del proyecto con la sólida base de sus conocimientos, los que fueron adquiridos durante el desarrollo de la materia.

Finalmente el grado de impacto en la formación del profesional está orientado hacia el proyecto, ejecución y mantenimiento de líneas y subestaciones.

## **DESARROLLO DE LA ASIGNATURA**

### **Actividades y estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las capacidades y competencias**

Las actividades propuestas a los alumnos son las siguientes:

- 1.- Se crea una página en el entorno Moodle con el título Sistemas Eléctricos de Potencia en la cual se cargan las transparencias del curso, los trabajos prácticos y el material teórico adicional para el desarrollo de la asignatura.
- 2.- Se mantiene comunicación con los alumnos de SEP mediante los distintos canales oficiales, tales como email, FIO VIRTUAL y oral.
- 3.- Se establece una tarea integrativa de varios temas de la materia a entregar en forma obligatoria durante el cuatrimestre.

### **Trabajos experimentales (cuando corresponda listarlos e indicar muy brevemente su objetivo)**

### **Trabajo/s de Proyecto-Diseño (cuando corresponda)**

Por edición se plantea la resolución de tareas de algún sistema de producción de tamaño mediano a chico y se realizan todos los cálculos, estudios y selección de elementos eléctricos. Se establece dos semanas para que realicen la tarea y se sube a la plataforma Web de la FIO – Virtual.

### **Trabajo/s de Campo (cuando corresponda)**

### **Prácticas socio comunitarias/socioeducativas (cuando corresponda)**

### **Estrategia de evaluación de los alumnos**

### **Regularización de la asignatura**

Marco legal: Resolución CAFI N° 229/00 del 07

Reglamento propuesto:

- 1.- La modalidad de la evaluación es una combinación de las descritas en RES. C.A.F.I. N° 229/00 en su punto 3d y la misma consiste en parciales teóricos - prácticos, tareas y laboratorios.
- 2.- La nota final se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$NF = 0,4 \cdot P1 + 0,4 \cdot P2 + 0,2 \cdot \sum(T/n)$$

Donde: NF=Nota final de libreta, P1=Nota primer parcial, P2= Nota de segundo parcial, T= Nota de tareas o laboratorios a resolver y N= número de tareas.

- 3.- Las evaluaciones realizadas al alumno en P1 y P2 consisten en una parte teórica (Conceptual), los laboratorios y la práctica correspondiente.
- 4.- Para estar incluido en el sistema de cursada y promoción directa, el alumno deberá obtener en cada parcial (P1 y P2) 55 o más puntos, mientras que en cada tarea, cada laboratorio deberá obtener 40 o más puntos. Además, deben contestar de manera correcta el 50% del cuestionario teórico mencionado anteriormente.
- 5.- Los alumnos que no alcancen a lograr los puntajes del punto (4), se evaluará un recuperatorio ya sea de los parciales **P1, P2 o RG** según corresponda.
- 6.- Los alumnos que deben recuperar algún tema, no acceden promoción, y si lo hacen al sistema de cursada. Luego, deben rendir el examen final tradicional en las fechas establecidas por la unidad académica.
- 7.- Las notas de 0 a 100 puntos serán equivalentes a 0 – 10 en la nota final.
- 8.- Las fracciones decimales mayores, iguales o menores que se originan en la conversión dada en el punto 8, serán redondeadas con el siguiente criterio: cantidades inferiores o iguales a 5 se aproxima al número entero inferior y las fracciones decimales superiores a 5 se aproximan al número entero superior.
- 9.- Tareas: son obligatorias para la cursada y promoción. Objetivos: estudiar, proponer y analizar soluciones de un problema determinado, incentivando la creatividad y originalidad del alumno. Cantidad: 1 tarea por cuatrimestre. Tiempo: se establece con los estudiantes y nunca excederán del cuatrimestre de cursada.

#### Promoción de la asignatura

Explicada en el punto anterior.

#### Examen Final

Oral con preguntas conceptuales del programa de la asignatura.

#### Cronograma

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	1	Consideraciones generales y MEN	Teoría y Práctica
2	2	Planificación	Teoría y Práctica
3	3	Parámetros de líneas	Teoría y Práctica
4	4	Características de diseño y construcción de líneas de transmisión	Teoría y Práctica
5	4	Continuación	Teoría y Práctica
6	5	Modelación matemática de la red eléctrica	
7	5	Continuación	Teoría y Práctica
8	6	Subestaciones transformadoras	Teoría y Práctica
9		Repaso y primer parcial	Evaluación 1
10	7	Estabilidad	Teoría y Práctica
11	8	Protecciones	Teoría y Práctica
12	8	Protecciones	Teoría y Práctica
13	9	Sobretensiones	Teoría y Práctica
14		Repaso y segundo parcial	Teoría y Práctica
15		Recuperatorios	Evaluación 2

#### RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

##### Recursos Docentes de la Asignatura

Nombre y apellido	Función del docente
Maletta, Matías D.	Explicación de la práctica
Leal Hansen, Gustavo	Explicación de la práctica

##### Recursos didácticos (generales, software, aulas híbridas, plataforma Moodle, etc.)

Alternative transient program ATP, Planillas de cálculo

##### Principales equipos o instrumentos

Fluke 41B. Fluke 435, Amperímetros, Voltímetros

##### Espacio en el que se desarrollan las actividades

Aula	Si	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	No	Campo	No
------	----	-------------	----	-------------------------	----	-------	----

##### Otros

#### ADEMAS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA:

Cursada intensiva	No	Cursado cuatrimestre contrapuesto	No
Examen Libre	Si		



# Programa Analítico Asignatura INSTALACIONES ELECTRICAS



(código: 3016)

Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica	Área	Eléctrica
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 2023 - Ord.C.S.Nº 8424/22		

## Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023

### Tema N°1: Generalidades e impacto ambiental.

Arquitectura del SEP. Componentes de una red eléctrica. Sistema Eléctrico Argentino (SADI). Evolución. Mercado eléctrico Mayorista. Ley 24.065. Privatizaciones. Clasificación por su función. Clases de tensión. Mínimas pérdidas. Sistemas utilizados: corriente continua, corriente alterna y número de fases. Selección de la tensión. Selección de la estructura. Demanda: carga diaria y momentánea. Modelación de la estructura. Componentes de la carga. Curva de carga diaria. Estudio de impacto ambiental.

### Tema N°2: Planificación de los SEP.

Localización de fuentes energéticas. Sección óptima del transporte. Topologías. Costos e inversiones. Tensión óptima de transporte.

### Tema N°3: Características Eléctricas de líneas de transmisión.

Resistencia. Cálculo de la resistencia en líneas de transmisión. Variación con la temperatura. Resistencia efectiva. Efecto Skin. Reactancia inductiva: cálculo de inductancia en líneas de transmisión multifilares. Corrección de la inductancia por efecto Skin. Reactancia capacitiva: capacidad de conductores en líneas de transmisión. Efecto de la tierra sobre la capacitancia. Efecto corona. Determinación de la tensión crítica en líneas con monoconductor y con subconductores. Cálculo de las pérdidas por efecto corona.

### Tema N°4: Características de diseño y construcción de líneas de transmisión.

Ecuación de la catenaria. Expresión aproximada. Fórmula de la parábola. Esfuerzos en los conductores e hilo de guardia. Ecuación de cambio de estados. Criterio del vano crítico. Cálculo de postes: sostén, retención y terminales. Hipótesis de cálculo. Normas. Cálculo de fundaciones. Método de Sulzberger. Componentes de los sistemas eléctricos de potencia: conductores, aisladores, soportes, morsetería, accesorios, torres, pórticos. Clasificación y selección.

### Tema N°5: Modelación matemática de la red eléctrica.

Representación de líneas de transmisión. Líneas de transmisión de longitud corta, media y larga. Solución de las ecuaciones diferencial. Ecuaciones Fundamentales. Interpretación. El cuadripolo como esquema sustitutivo de la línea. Cuadripolos corregidos. Diagramas de Woodroff. Representación de los sistemas eléctricos de potencia en régimen equilibrado. Diagrama de círculo para los extremos receptor y transmisor. Representación de máquinas sincrónicas, máquinas de inducción y de transformadores.

### Tema N°6: Subestaciones eléctricas.

Características básicas de las subestaciones de transformación. Esquema eléctrico. Análisis de los distintos esquemas eléctricos de barras. Comparación. Selección de equipos de comando y control.

### Tema N°7: Estabilidad del SEP.

Problema de estabilidad. Dinámica del rotor y ecuación de oscilación. Consideraciones adicionales. Ecuación de potencia - ángulo. Criterio igualdad de áreas. Estudios de estabilidad en el caso de varias máquinas. Aproximaciones. Factores que afectan a la estabilidad.

### Tema N°8: Protecciones eléctricas del SEP.

Filosofía de las protecciones. Clasificación de las protecciones en función del tiempo. Protección de máxima corriente: esquema básico contra fallas: fusibles, relés de máxima corriente. Protección distanciométrica. Comparación de fase. Protección diferencial de fases y neutro: tanto en transformadores como en generadores. Protección de generador: entre espiras, cuba, máxima corriente y de sobreexcitación.

### Tema N°9: Sobretensiones, coordinación del aislamiento y riesgo eléctrico.

Transitorios en los SEP. Sobretensiones de origen Interno y externo. Clasificación normalizada. Teorías sobre la formación del rayo. Propagación de las sobretensiones de origen externo. Protección contra sobretensiones de origen externo: Descargadores Auto valvulares y de óxido de Zinc. Elección y ubicación de descargadores. Niveles de aislamiento. Coordinación de aislamiento en línea de transmisión y subestaciones

## Bibliografía Básica

- [1] VIQUEIRA LANDA, J., " Redes eléctricas " tomos I,II y III. LIMUSA . 1970. Mexico D.F.
- [2] GRAINGER Y STEVENSON, W.,4ta ed. " Análisis de Sistemas de potencia ". Mc Graw Hill . 1997 - España.
- [3] GONZALEZ SABATO Manuel V., "Dispositivos, Protección de Máxima Corriente, Protección de Distancia". Bahía Blanca , 1979.
- [4] ENRIQUEZ HARPER, " Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas ".LIMUSA .2000. Mexico.
- [5] GLOVER, J. DUNCAN , "Sistemas de potencia: Análisis y diseño". 3era ed. 2004 . Editonal Alfaomega. Mexico.
- [6] Oscar A.- Pesci, Guía de cálculo 1-0, "Cálculo de resistencias de líneas aéreas – Pérdidas por conductancia - Efecto corona – Pérdidas por efecto corona", Sistemas Eéctricos de Potencia, Versión corregida 2023.
- [7] Oscar A.- Pesci, Guía de cálculo 2-0, "Cálculo de inductancia y reactancia inductivas de líneas aéreas funcionando en estado permanente", Sistemas Eéctricos de Potencia, Versión corregida 2023.
- [8] Gustavo Leal Hansen y Matias Maletta, "Guía: Cálculo Mecánico", Sistemas Eléctricos de Potencia, Versión 4/23

## Bibliografía de Consulta

- [1] CHAN, SHU PARK "Introductory topological analysis of electrical networks". Editorial Noriega - Limusa 1969. USA.
- [2] ZOPPETTI JUDEZ, GAUDENCIO "Redes eléctricas de alta y baja tensión para conducir y distribuir energía eléctrica ". 5ta ed. Editorial Noriega - Limusa 1972. Barcelona.
- [3] RUIBRUGENT, JEAN "Principios para la coordinación de los niveles de aislación de aparatos e instalaciones en redes eléctricas de alta tensión". UNLP, 1979, La Plata.
- [4] MASON, C. RUSSEL "El arte y la ciencia de la protección por relevadores" . Editorial Noriega - Limusa 1976. México.

[5] ENRIQUEZ HARPER, GILBERTO "Técnicas de las Altas Tensiones" Tomo I y II. Editorial Noriega - Limusa 1978. México.

[6] ZOPPETTI JUDEZ, GAUDENCIO "Centrales Hidroeléctricas: su estudio, montaje, regulación y ensayo". Editorial Noriega - Limusa. 1974. Barcelona.

[7] MANUAL AEG. 9na ed. Editorial Noriega - Limusa 1967. Berlin.

[8] LUCAS MARIN, CARLOS "Líneas e instalaciones eléctricas". 5ta ed. Editorial Noriega - Limusa 1973. México.

[9] CEAC, "Estaciones de transformación y distribución. Protecciones de sistemas eléctricos". 1982. España.

[10] MASON, R., " El arte y ciencia de la protección por relevadores". CECSA. 1997. México.

[11] CHECA, L.M " Línea de transporte de energía ", 3ra ed., Marcombo. 1997. España.

[12] RABIDRANATH, B. "Protección de sistemas de potencia e interruptores". Editorial Noriega - Limusa, 1989. España.

[13] RAS OLIVA, ENRIQUE "Teoría de líneas eléctricas, regímenes senoidales". 2da ed . Tomo I y II, Editorial Noriega - Limusa 1986. España.

[14] NASAR, A. SYED "Sistemas eléctricos de potencia". Editorial McGraw - Hill 1990. USA.

[15] Revista Megavattios.

[16] Revista Ingeniería Eléctrica.

[17] Catálogos de Fabricantes.

[18] Artículos de IEEE.

[19] Normas IRAM, VDE, AEA

**Docente Responsable**

Nombre y Apellido	<b>KAZLAUSKAS, GUSTAVO EDUARDO</b>
Firma	

**Coordinador/es de Carrera**

Carrera	Ingeniería Electromecánica
Firma	 Dr. Ing. Leonel Pico Coordinador de carrera Ingeniería Electromecánica

**Director de Departamento**

Departamento	Ingeniería Electromecánica
Firma	 Roberto J. de la Vega Director Departamento Ingeniería Electromecánica

**Secretaría Académica**

Firma	
-------	---

*Ing. Isabel C. Riccobene*  
SECRETARÍA ACADÉMICA  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA