Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2023)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Electricidad

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Generación, Transmisión y Distribucción de la Energía Eléctrica	ING.ELECTROMECÁNICA	OCD Nº 25/22	2023	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MUÑOZ, LUIS WENCESLAO	Prof. Responsable	P.Adj Semi	20 Hs
SAAVEDRA, MARTIN WALTER	Responsable de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	3 Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	24/06/2023	15	90

IV - Fundamentación

El estudio de la materia abarca los aspectos del funcionamiento dinámico y de régimen, aspectos constructivos, método de análisis de funcionamiento y características de los sistemas eléctricos de potencia. Está relacionado con las siguientes asignaturas, Electrotecnia, Conversión industrial de la energía eléctrica, Mediciones eléctricas y Tecnología de los materiales eléctricos. El enfoque apunta a la formación teórica y práctica sobre sistemas de potencia para que el estudiante este capacitado para calcular y proyectar e instalar las mismas.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

RESULTADO DE APRENDIZAJE
Aportes para la formación del ingeniero electromecánico.
Se espera que el estudiante mediante los contenidos del programa tanto teóricos como prácticos logren los objetivos propuestos dentro de la ingeniería electromecánica en el contexto y ámbito que exige la etapa científica y tecnológica según el contexto que atraviesa nuestro país.

Se espera que los estudiantes logren:
1.Comprender el comportamiento de las líneas eléctricas, aspectos generales, estructuras de las redes eléctricas, distribución de cargas, fallas estabilidad con la finalidad que el futuro ingeniero adquiera los aspectos generales de las redes eléctricas.

2.Representar líneas eléctricas mediante diagramas unifilares
3. Representar una línea eléctrica en un diagrama unifilar sencillo para simplificar los cálculos matemáticos correspondientes para la resolución de situaciones problemáticas en el aula
4. Definir la inductancia y capacitancia de línea para posibilitar los cálculos correspondientes en diferentes casos y la resolución de los mismos en forma correcta.
5. Interpretar el comportamiento de las líneas según la longitud física con la finalidad de cuantificar efectos propios de la transmisión.
6. Identificar tipos de fallas, cortocircuito simétricos y asimétricos demostrando su utilidad para la detección y valoración de los elementos de protección para tomar conciencia de los resultados.
7. Seleccionar los elementos de protección contra sobretensiones para el reconocimiento de daños técnicos y económicos.
8. Clasificar las diferentes centrales eléctricas identificando su principio de funcionamiento y utilidad de las mismas para la vida humana.

Objetivos de los Contenidos procedimentales:
Representar gráficamente en forma precisa, clara y correcta los contenidos teóricos propuestos para la resolución de situaciones prácticas en su futuro mundo laboral, desarrollando experiencias para la comprensión de la organización de los contenidos estructurados en el programa.

Objetivo del contenido actitudinal
Valorar el compromiso, la responsabilidad de la adquisición de los contenidos teóricos-prácticos impartidos por la cátedra, para el desarrollo personal y buen desempeño en el mundo laboral adquiriendo la capacidad de trabajo en equipo y la presentación de propuestas para una buena toma de decisiones con el logro de un desempeño eficaz y eficiente.

VI - Contenidos

TEORICO:
CAPITULO I: Aspectos generales
1. Estructuras de las redes eléctricas. Estudios de cargas.
Distribución económica de cargas
2. Cálculos de fallas. Estabilidad.
3. Conceptos básicos. Potencia compleja. Triángulo de potencia.
Dirección flujo de potencia. Voltaje y corriente en circuitos
trifásicos.

CAPITULO II: Representación de los sistemas de potencia.
1. Diagrama unifilar. Diagrama de impedancias y reactancias.
2. Valores nominales. Cantidades por unidad. Cambio de base.
Selección de la base.
3. Impedancia en por unidades en circuitos de transformadores
monofásicos y trifásicos. Impedancia en por unidad en
transformadores de tres devanados.
4. Valores por unidad para sistemas con distintas tensiones
5. Ventaja del cálculo por unidad. Ejemplos.

CAPITULO III: Impedancia serie de líneas de transmisión
1. Tipos de conductores de las líneas
2. Resistencia,
3. Flujo interno. Flujo externo. Enlaces de flujos.
4. Inductancia de una línea monofásica de dos conductores.
Inductancia de una línea de conductores compuestos.
5. Inductancia de una línea trifásica equilátera. Inductancia de una
línea trifásica asimétrica.
6. Inductancia para conductores agrupados.
7. Inductancia de una línea trifásica con circuitos paralelos.

CAPITULO IV: Capacitancia de líneas de transmisión

1. Conductancia. Efecto corona. Pérdida de potencia debido a Conductancia y efecto corona.
2. Campo eléctrico. Diferencia de potencial entre dos puntos.
3. Capacitancia de una línea de dos conductores.
4. Capacitancia de una línea trifásica equilátera. Capacitancia de una línea asimétrica.
5. Capacitancia para conductores agrupados.
6. Capacitancia de una línea trifásica con circuitos paralelos.
7. Efecto del suelo sobre la capacitancia.

CAPITULO V: Relaciones de voltaje y corriente en una línea de transmisión

1. Representación de líneas.
2. Línea de transmisión de longitud corta, Línea de longitud media.
3. Línea de transmisión larga. Ecuaciones diferenciales y solución. Interpretación de las ecuaciones. Forma hiperbólica de las ecuaciones.
4. Flujo de potencia a través de una línea de transmisión.
5. Compensación reactiva de líneas de transmisión.
6. Análisis Transitorio. Ondas viajeras. Reflexiones.

CAPITULO VI: Cortocircuito simétrico

1. Sobrecargas no admisibles y cortocircuitos. Tipos y magnitud de las fallas.
2. Fallas simétricas. Transitorios en circuitos serie RL. Valores máximo de corriente. Atenuación de la corriente de falla. Constantes de tiempo. Componentes de la corriente de falla. Período subtransitorio, transitorio y permanente.
3. Voltaje interno de máquinas con carga bajo condiciones de falla. Reactancias y voltajes internos subtransitorio, transitorio y permanente.
4. Cálculo de fallas simétricas. Selección de interruptores.

CAPITULO VII: Componentes simétricas y redes de secuencia

1. Las componentes simétricas de los fasores asimétricos.
2. Potencia en término de componentes simétricas.
3. Circuitos de secuencia de una línea de transmisión simétrica. Circuitos de secuencia de la máquina sincrónica.
4. Circuitos de secuencia de transformadores. Banco YY con ambos neutros aterrizados. Banco YY con un neutro aterrizado. Banco YY; con la Y aterrizada. Banco YY; con la Y sin aterrizar.
5. Redes de secuencia.

CAPITULO VIII: Cortocircuito asimétrico

1. Fallas asimétricas en sistema de potencia.
2. Fallas monofásicas de línea a tierra. Redes de secuencia.
3. Fallas de línea a línea. Redes de secuencia.
4. Fallas de doble línea a tierra. Redes de secuencia
5. Fallas de conductor abierto. Redes de secuencia.
6. Cálculo de fallas asimétricas.

CAPITULO IX: Sobretensiones

1. Sobretensiones. Características generales. Distintos tipos. Externas. Internas. De maniobra. Temporales.
2. Descargas atmosféricas.

3. Descargadores de sobretensión. Aplicaciones. Selección de parámetros nominales. Curvas.
4. Coordinación de aislación. Margen de protección. Niveles de aislamiento
5. Puesta a tierra efectiva, rígida y aislada. Protección de líneas de distribución. Hilo de guardia.

CAPITULO X: Centrales eléctricas
1. Tipos de centrales. Características y funcionamiento.
2. Descripción de obras civiles. Máquinas de impulso.
3. Centrales hidráulicas.
4. Centrales térmicas a vapor.
5. Centrales diesel
6. Centrales de gas.
7. Centrales nucleares.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

CAPITULO I: Cálculo mecánico de conductores.
1. Distintos tipos de conductores para líneas aéreas. Conductores de Aleación de Aluminio. Conductores Aluminio Acero. Conductores preensamblados. Conductores de acero p/hilo de guardia.
2. Normalización para el cálculo mecánico. Normas AyEE GC-IE-T N1. Zonas climáticas
3. Características mecánicas de los cables. Formación. Módulo de elasticidad. Coeficiente de dilatación lineal. Tensiones máximas admisibles.
4. Ecuación de la catenaria. Ecuación parabólica aproximada. Cargas específicas. Vanos críticos.
5. Determinación del estado básico. Determinación de tensiones máximas admisibles. Tabla de tensiones y flechas de conductor y cable de guardia.
6. Ejemplo de cálculo línea de Aleación Aluminio. Ejemplo de cálculo de línea de acero aluminio. Ejemplo de cálculo hilo de guardia.
Metodología: Explicación teórica de los ítems del orden de cálculo, y evaluación se hace a través de proyecto calculo mecánico de una línea.

CAPITULO II: Cálculo mecánico de estructuras.
1. Columnas de Hormigón Armado. Tipos constructivos. Resistencia. Dimensiones. Factores de seguridad.
2. Hipótesis de carga estructura suspensión simple. Carga normal. Carga extraordinaria. Hipótesis de carga estructura suspensión angular y estructura angular. Hipótesis de carga estructura de retención. Hipótesis de carga estructura de retención angular. Hipótesis de carga estructura terminal
3. Distancias admisibles. Distancias Eléctricas. Distancias a masa
4. Diseño del cabezal. Distancia entre ménsulas. Longitud de ménsulas hilo de guardia y conductores. Distancia entre conductores e hilo de guardia.
4. Cálculo de fundaciones. Método de Mohr Poll. Método de Sulzberger.

Metodología: Explicación teórica de los ítems del orden de cálculo, y evaluación se hace a través de proyecto calculo mecánico de una línea.

CAPITULO III: Calculo de redes de distribución en BT
1. Generalidades.
2. Determinación de potencia total y centro de carga.
3. Trazado de la red. Cálculo de caída de tensión y determinación de la sección de conductores.
4. Alumbrado público. Consideraciones generales
5. Líneas de BT con conductores pre ensamblados.
6. Presupuestos.

Metodología: Explicación teórica de los ítems del orden de cálculo, y evaluación se hace a través de proyecto calculo mecánico de una línea.

1.Problemas:
Problemas de aplicación de los distintos temas teóricos desarrollados.
El alumno deberá presentar una carpeta de trabajos prácticos con la resolución de la totalidad de los problemas propuestos.
TP1: Valores en por unidad
TP2: Resistencias, inductancias y capacitancias de líneas
TP3: Líneas cortas.
TP4: Líneas de longitud Media
TP5: Líneas Largas
TP6: Cortocircuitos simétricos
TP7: Cortocircuitos asimétricos.

2. Proyectos:
- Proyecto línea de MT
- Proyecto línea AT
- Proyecto línea y Subestación rural
- Proyecto y cálculo de una red de BT

Nota: En la primera clase práctica se realizará una introducción a las Normas de Seguridad Eléctrica y Reglas Básicas de Higiene y Seguridad en Laboratorios. Se suministrará al estudiante una copia detallando los aspectos teóricos y prácticos del tema. Una copia similar estará a la vista de los estudiantes en un transparente. El objetivo es brindar seguridad frente a los riesgos posibles que pueden surgir y concientizar a los mismos para su aplicación en la vida diaria y especialmente en su futura acción profesional.
Con la presentación del proyecto, se evalúan cálculos, normas técnicas empleadas y redacción los cuales quedarán plasmados en una rúbrica mostrada al alumno oportunamente.

VIII - Regimen de Aprobación

RÉGIMEN DE ALUMNOS REGULARES
A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:
El curso se compone de clases teóricas y prácticas, dictadas en días diferentes. Las clases teóricas se imparten de la forma tradicional, pero también se hace uso de las nuevas tecnologías adoptadas durante la pandemia, por ejemplo, meet y classroom, fundamentalmente. Se comparte el material teórico y las guías de trabajos prácticos.
B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
Para obtener la regularidad se exigirá lo siguiente:
1. Asistencia del 80 % a las clases prácticas de problemas.
2. Confección de una carpeta de trabajos prácticos, tamaño oficio: La carpeta deberá presentarse completa con todos ejercicios y problemas realizados en el año lectivo y deberá llevar el visto bueno; del jefe de trabajos prácticos.
3. Realizar y tener aprobados los proyectos planteados en el año lectivo.
4. Durante cada cuatrimestre se tomarán dos exámenes parciales de contenido práctico, que deberán aprobar para obtener la regularidad.
5. Se tomarán dos exámenes recuperatorios por cada uno de los parciales para aquellos alumnos que hayan resultado aplazados en algunos parciales.
El estudiante deberá presentar una carpeta de trabajos prácticos con la resolución de la totalidad de los problemas propuestos. La presentación de los problemas deberá ser realizada en Word y se evaluará también la calidad de presentación, enfoque y profundidad del abordaje del problema. se recomendará al estudiante el uso de software de cálculo como Matlab y su toolbox Simulink .
El estudiante deberá presentar uno de los proyectos haciendo uso de herramientas de cálculo y gráficos computacionales, y utilizando las normas específicas para tal caso como Especificaciones de EDESAL, EPEC, AyEE, etc. El proyecto deberá tener una presentación que siga los lineamientos exigidos por las empresas de energía. Se evaluará la calidad de la

presentación, enfoque, gráficos y dibujos presentados que sean necesarios para completar el proyecto.
C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL
Evaluación de estudiantes regulares
El examen final de los alumnos regulares consistirá en la exposición oral de temas del programa de la materia y la resolución de un ejercicio o ejemplo planteado por el profesor o propuesto por el estudiante.
En el examen final tanto libre como regular se evaluará además de los conocimientos técnicos, la expresión oral del alumno, su desempeño y presentación para desarrollar el tema expuesto
En general, tanto en las evaluaciones, como en la presentación de trabajos, además de evaluar los aspectos técnicos, se evaluará el desempeño del estudiante en lo que hace a su capacidad de expresión oral y de presentación.
D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
"El curso no contempla régimen de promoción"
E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIATNES LIBRES
Evaluación de Estudiantes libres:
Presentar el proyecto de cálculo mecánico de una línea al igual que un alumno regular.
El examen final de estudiantes libres consistirá en una evaluación escrita sobre trabajos prácticos del presente programa y posterior evaluación oral sobre parte teórica del programa previa aprobación de lo anterior.

IX - Bibliografía Básica

[1] [1] Análisis de Sistemas de Potencia. [John J. Grainger, Willam D. Stevenson JR. Editorial: M. Graw Hill.
[2] Tipo: Libro. Formato: impreso-digital
[3] Disponible: Biblioteca fica Villa Mercedes.
[4] [2]Análisis de sistemas eléctricos de potencia. Charles Gross. Nueva Editorial Internacional. Aguet Jacquet. Limusa
[5] Tipo: libro
[6] Formato: impreso
[7] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes
[8] [2]Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica. Luis Checa. 3º Ed. Marcombo. 1988
[9] [3] Líneas de Transmisión y Redes de distribución de Potencia Eléctrica. Gilberto Harper. Editorial Limusa. Mexico. 1978.
[10] Tipo: libro
[11] Formato: impreso
[12] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes
[13] [4]Centrales y redes Eléctricas. Th. Buchhold y H. Hoppoldt. Editorial Labor S.A.
[14] Tipo: libro
[15] Formato: impreso
[16] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes

X - Bibliografia Complementaria

[1] [1] Las Corrientes de cortocircuito en las Redes Trifásicas. Richard Roeper. Ed. Marcombo, 2da edición corregida.
[2] Tipo: libro
[3] Formato: impreso
[4] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes
[5] [2]Centrales Eléctricas. José Ramírez Vázquez. Enciclopedia CEAC de Electricidad, 5ta edición. Barcelona 1972
[6] Tipo: libro
[7] Formato: impreso
[8] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes
[9] [3]Máquinas de Corriente Alterna. Liwschitz Garic y Whipple. Ed. CECSA
[10] Tipo: libro
[11] Formato: impreso
[12] Disponible: Biblioteca Fica Villa Mercedes
[13] [4] Apuntes de la materia.
[14] [5]Normas AyEE
[15] [6] Especificaciones Técnicas EPEC

[16] [7] Especificaciones Técnicas EDESAL

XI - Resumen de Objetivos

1. Comprender el comportamiento de las líneas eléctricas, aspectos generales, estructuras de las redes eléctricas, distribución de cargas, fallas estabilidad
2.Representar líneas eléctricas mediante diagramas unifilares
3. Representar una línea eléctrica en un diagrama unifilar sencillo
4. Definir la inductancia y capacitancia de línea
5. Interpretar el comportamiento de las líneas según la longitud física
6. Identificar tipos de fallas, cortocircuito simétricos y asimétricos demostrando su utilidad para la detección y valoración de los elementos de protección
7. Seleccionar los elementos de protección contra sobretensiones
8. Clasificar las diferentes centrales eléctricas identificando su principio de funcionamiento y utilidad de las mismas

XII - Resumen del Programa

El programa de la materia está estructurado de la siguiente forma:
UNIDAD I: Generalidades de sistemas de potencia.
UNIDAD II: Representación de los sistemas de potencia.
UNIDAD III: Impedancia serie de líneas de transmisión.
UNIDAD IV: Capacitancia de líneas de transmisión.
UNIDAD V: Relaciones de voltaje y corriente en una línea de transmisión.
UNIDAD VI: Cortocircuito simétrico.
UNIDAD VII Componentes simétricas y redes de secuencia.
UNIDAD VIII: Cortocircuito asimétrico.
UNIDAD IX: Sobretensiones.
UNIDAD X: Centrales eléctricas.

XIII - Imprevistos

En caso de imprevistos, se recurrirá al dictado de clases empleando herramientas de Google, como se hizo durante la pandemia.

XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

Utiliza leyes fundamentales que rige la electricidad
Utiliza conceptos de matemática básica para resolver problemas
Relaciona los parámetros de línea con los conocimientos adquiridos en otros niveles.
Aplica conocimientos de electrotecnia.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.

Cantidad de horas de Teoría: 45 horas
Cantidad de horas de Práctico Aula:30 horas (Resolución de prácticos en carpeta)
Proyecto de ingeniería sin software: 15 horas

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1 Identificar, formular y resolver problemas. Nivel 2.

1.2 Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos. Nivel 3.
1.8 Evaluar la factibilidad económica y financiera de los proyectos. Nivel 3
2.3 Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. Nivel 3.
2.4 Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. Nivel 1.
2.6 Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. Nivel 3
3.2 Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. Nivel 3