

**Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional
San Francisco**



Ingeniería Electromecánica

**Centrales y Sistemas de
Transmisión**

**PLANIFICACIÓN CICLO LECTIVO
2013**

ÍNDICE

ÍNDICE	2
PROFESIONAL DOCENTE A CARGO	3
UBICACIÓN	4
OBJETIVOS	4
ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS	6
PROGRAMA ANALÍTICO	7
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	12
EVALUACIÓN:.....	12
AUTOEVALUACIÓN:.....	12
PLAN DE TRABAJO	13
METODOLOGÍA	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ARTICULACIÓN	24
ARTICULACIÓN CON EL ÁREA:	24
TEMAS RELACIONADOS CON MATERIAS DEL ÁREA:	25
ARTICULACIÓN CON EL NIVEL:	26
TEMAS RELACIONADOS CON MATERIAS DEL NIVEL:	27
ARTICULACIÓN CON LAS CORRELATIVAS:	28
TEMAS RELACIONADOS CON LAS CORRELATIVAS:.....	29
INCIDENCIA HORARIA EN EL CONTEXTO DEL DISEÑO CURRICULAR	30
ORIENTACIÓN	31
DEL ÁREA:	31
DE LA ASIGNATURA:	31

PROFESIONAL DOCENTE A CARGO

Docente	Categoría	Título Profesional
DAGA, José Luis	Profesor Titular	Ingeniero Electromecánico

PROFESIONAL JEFE DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Docente	Categoría	Título Profesional
ZANARDO, Oscar Alfonso	Profesor	Ingeniero Electromecánico

UBICACIÓN

Dentro del contexto curricular prescripto se ubica en:

Especialidad: Ingeniería Electromecánica

Plan: 95AD

Área: Electricidad

Nivel: 5º

Carga Horaria Semanal: 5 horas-cátedra / semana

Régimen: Anual

Distribución horaria

Formación							Total de horas
Teórica			Práctica				
Teoría	Práctica	Laboratorio	Formación experimental	Resolución de problemas de Ingeniería	Proyecto y diseño	Práctica profesional supervisada	
32	–	–	–	48	80	–	160

OBJETIVOS

Lograr formación profesional con capacidad y competencia en los siguientes aspectos:

- Conocer el funcionamiento y operación de los sistemas de generación y transporte de energía y las características y comportamiento del mercado eléctrico.
- Acceder al proyecto y cálculo eléctrico y mecánico de líneas de transmisión.
- Proporcionar los conocimientos y criterios básicos a aplicar al proyecto y selección de aparatos y equipos de centrales y estaciones transformadoras.

ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

Eje Temático Nº 1: Características del mercado eléctrico.

- Contenidos Conceptuales: Configuración del mercado eléctrico. Diagramas y factores característicos.
- Contenidos Procedimentales: Despacho de carga. Operación económica. Marco regulatorio.
- Contenidos Actitudinales: Comercialización. Señales ordenadoras del mercado. Cuadro tarifario.
-

Eje Temático Nº 2: Composición y funcionamiento de los sistemas de generación y transporte.

- Contenidos Conceptuales: Configuración de los sistemas.
- Contenidos Procedimentales: Operación de los sistemas.
- Contenidos Actitudinales: Control y supervisión del funcionamiento de los sistemas.
-

Eje Temático Nº 3: Proyecto y cálculo de líneas de transmisión.

- Contenidos Conceptuales: Teoría de la línea de transporte de energía eléctrica. Parámetros. Representación. Tipos constructivos.
- Contenidos Procedimentales: Proyecto y cálculo; métodos.
- Contenidos Actitudinales: Comportamiento de las líneas. Estado de régimen y de falla. Regulación.

Eje Temático Nº 4: Diseño de estaciones transformadoras y selección de componentes y aparatos.

- Contenidos Conceptuales: Criterios de diseño. Directivas para la selección de componentes y aparatos.
- Contenidos Procedimentales: Proyecto de la instalación; adecuación al caso particular. Cálculos (eléctricos, mecánicos) aplicables a la selección de componentes y aparatos. Normas.
- Contenidos Actitudinales: Control operativo de las estaciones transformadoras, en régimen y en falla.

PROGRAMA ANALÍTICO

Eje Temático Nº 1: Características del mercado eléctrico.

Unidad Nº 1: Generación y consumo de la energía eléctrica.

La energía en nuestro planeta. Fuentes. Características básicas y técnico-económicas. Comportamiento de los sistemas de potencia. Diagrama de carga diario. Potencias: máxima; mínima; media. Factores de carga; de diversidad; de simultaneidad. Reserva: tipos y factor de reserva. Diagrama ordenado de carga. Tiempo de utilización.

Unidad Nº 2: Despacho de carga. Operación económica.

Generalidades. Despacho de dos unidades. Análisis generalizado. Curva entrada-salida. Costos incrementales en las distintas unidades. Operación de centrales interconectadas considerando las pérdidas de transmisión.

Unidad Nº 3: Comercialización de la energía.

Costo del kWh y tiempo de utilización; relación con el factor de carga. Centrales de punta y de base. Tarifas; regímenes tarifarios; políticas energéticas. Mediciones. Energía activa; reactiva; demandas: máximas de punta y fuera de punta. Factor de potencia. Calidad de servicio técnico y de producto técnico. Penalizaciones. Marco regulatorio. Mercado eléctrico mayorista (M.E.M.). Agentes del M.E.M.

Eje Temático Nº 2: Composición y funcionamiento de los sistemas de generación y transporte.

Unidad Nº 4: Características de los sistemas de potencia.

Introducción. Descripción general. Generación, transporte, transformación y distribución. Componentes de un sistema de potencia; método de cálculo por unidad (tanto por uno).

Unidad Nº 5: Flujo de carga.

Planteo y necesidad del estudio del flujo de carga. Potencia. Análisis nodal. Soluciones. Método de Gauss-Seidel. Transformadores: representación. Método de Newton-Raphson.

Unidad Nº 6: Control de la potencia activa y de la tensión.

La transmisión de potencia eléctrica mediante corriente alternada. Caída de tensión en líneas de transmisión.

a.- Control de potencia activa y frecuencia: concepto. El regulador de la turbina; curva característica. Flujo de potencia activa entre puntos diferentes del sistema de potencia. División de la carga. Rigidez del sistema. Lazo de control.

b.- Regulación de la tensión: concepto. Relación entre tensión, potencia activa y potencia reactiva en un nudo del sistema. Característica "potencia reactiva / tensión"; su relación con la

corriente de cortocircuito. Métodos de control de tensión: modificación de reactancia e inyección de potencia reactiva; modificación de la relación de transformación; métodos combinados. Generación y absorción de potencia reactiva: generadores síncronos; capacitores; líneas aéreas y cables; transformadores; cargas.

Unidad Nº 7: Análisis de fallas.

Cortocircuito trifásico simétrico en máquinas síncronas; introducción; régimen transitorio. Tipos de falla: cortocircuitos tripolar y bipolar con y sin contacto a tierra; fase a tierra (unipolar). Cálculo de la corriente de cortocircuito; fallas simétricas: valor instantáneo, componentes, amortiguamiento (impulso de apertura y permanente). Valores típicos. Cálculo mediante valores por unidad. Potencia base. Impedancia base. Tensión base. Definiciones: potencia de cortocircuito; impedancia absoluta y unitaria de los elementos del sistema. Cambio de base de cálculo. Fallas asimétricas; cálculo mediante componentes simétricas. Análisis comparativo: red con neutro aislado; red con neutro a tierra inductiva y red con neutro rígido a tierra. Coordinación de protecciones.

Unidad Nº 8: Estabilidad dinámica de los sistemas de potencia.

Concepto de estabilidad de los sistemas eléctricos. Potencia y ángulo de carga. Límites de estabilidad. Estado estacionario. Estado transitorio: magnitudes mecánicas asociadas. Ecuación de oscilación. Criterio de la igualdad de áreas. Estudio de la estabilidad en distintos casos: cortocircuito, salida de línea, etc.

Eje Temático Nº 3: Proyecto y cálculo de líneas de transmisión.

Unidad Nº 9: Consideraciones técnico-económicas.

Sección y densidad de corriente económicas. Tensión económica de transporte. Vano económico. Líneas de transporte: aspectos constructivos (torres, conductores, aislación, puesta a tierra, etc.). Transporte por corriente continua: comparación con el transporte por corriente alternada, ventajas e inconvenientes; aspecto económico.

Unidad Nº 10: Cálculo eléctrico aproximado.

Parámetros unitarios: resistencia; reactancia inductiva; conductancia; susceptancia capacitiva. Impedancia simple y capacidad concentradas. Representación de líneas. Cuadripolos en "T" y en " π ". Tensiones; corrientes. Ecuaciones. Diagramas vectoriales. Caídas de tensión y pérdidas de potencia. Cálculo de líneas alimentadas desde sus dos extremos; anillos.

Unidad Nº 11: Cálculo eléctrico exacto.

Consideraciones generales. Teoría de la línea larga. Método de las funciones hiperbólicas. Ecuaciones diferenciales. Solución.

Interpretación física de las constantes de la línea. Regulación. Diagrama vectorial. El transformador como elemento de línea.

Unidad Nº 12: Cálculo mecánico del conductor de líneas aéreas.

Estados de cálculo: hipótesis climáticas. Determinación de la flecha. Ecuación de cambio de estado de un cable suspendido. Caso de cable homogéneo: vano crítico. Cálculo de cargas específicas. Influencia del viento y del hielo. Tensiones mecánicas, tiros y flechas. Tablas y gráficas de tendido. Cable heterogéneo.

Unidad Nº 13: Dimensionamiento geométrico y cálculo mecánico de los apoyos de líneas aéreas.

a.- Determinación de la altura libre y longitud total del apoyo. Esfuerzo resultante o tiro en la cima y resistencia mecánica del soporte. Tipos de apoyos: madera; hormigón armado; metálico. Apoyos de poste simple; doble; triple. Suspensiones; retenciones y ángulos. Pórticos.

b.- Cálculo de fundaciones. Sistemas usados. Método de la Comisión Suiza (Sulzberger).

Eje Temático Nº 4: Diseño de estaciones transformadoras y selección de componentes y aparatos.

Unidad Nº 14: Transformadores.

a.- Transformadores de potencia. Descripción. Aspectos constructivos. Dispositivos auxiliares para señalización, protección, información sobre el estado de funcionamiento, etc. Medio aislante-refrigerante. Rigidez dieléctrica; ensayos. Acidez. Equipo purificador del aceite dieléctrico.

b.- Transformadores de medida. Descripción. Aspectos constructivos. Su función como elemento de circuito de los sistemas de potencia.

Unidad Nº 15: Aparatos de maniobra y protección.

a.- Interruptores. Función en el circuito de potencia. Proceso de interrupción. Especificaciones y datos característicos. Selección. Descripción: de gran volumen de aceite; de pequeño volumen de aceite; neumáticos; de hexafluoruro de azufre; de cámara de vacío; de expansión. Elección, catálogos.

b.- Seccionadores. Función en el circuito de potencia. Tipos: de cuchillas giratorias y deslizantes; de aisladores giratorios (tres y dos columnas); pantógrafo. Especificaciones y datos característicos. Selección.

c.- Reconectores. Descripción; características; operación. Función en el circuito de potencia. Especificaciones y datos característicos. Selección.

Unidad Nº 16: Protección contra sobretensiones eléctricas.

Sobretensiones: interiores y exteriores. Descargadores autovalvulares: tipos. Especificaciones y datos característicos. Hilos

de guardia: protección (Langrehr, tangentes). Aislación. Coordinación de la aislación. Ensayos normalizados. Laboratorio de alta tensión. Generador de tensiones de ensayo de frecuencia industrial y de impulso.

Unidad Nº 17: Aparatos de control y comando.

a.- Relevadores (relés) de protección. Generalidades. Selectividad. Primarios y secundarios. De acción directa e indirecta.

a1) Protección de generadores. Contra: sobrecarga; desexcitación. Cortocircuito. Selectividad. Contacto entre espiras; entre bobinados; puesta a tierra estatórica y rotórica. Protección contra sobretensiones: relé desexcitador de acción rápida.

a2) Protección de transformadores. Relé Buchhold. Sobrecarga. Imagen térmica. Protección diferencial.

a3) Protección de líneas. Sobrecarga. Cortocircuito: entre fases; fase-tierra. Relé de impedancia. Distanciómetro.

b.- Regulador automático de tensión. Descripción. Funcionamiento. Especificaciones.

c.- Registradores de variables eléctricas. Características generales. Variables registradas. Aplicaciones. Adquisición de datos y tele supervisión (SCADA).

Unidad Nº 18: Aspectos constructivos de centrales y estaciones transformadoras.

Generalidades. Concepto. Circuitos principales. Disposiciones de máquinas de potencia, barras y aparatos de maniobra y protección. Barras múltiples. Barras de transferencia. Acoplamiento. Soluciones tipo intemperie e interior. Limitación de cortocircuitos. Esquemas unifilares y multifilares. Rectificación e inversión (ondulación) en estaciones de enlace de línea de transporte por corriente continua.

Unidad Nº 19: Circuitos auxiliares y de consumo propio.

Concepto. Potencia. Barras de media y baja tensión. Montaje en barras y en bloques. Circuitos de corriente alternada y de corriente continua; disposiciones más comunes. Esquemas unifilares y multifilares.

Unidad Nº 20: Control y comando de centrales y estaciones transformadoras.

Circuitos eléctricos. Control, comando, medición, enclavamiento, señalización. Servicios auxiliares. Esquemas unifilares, multifilares y funcionales. Disposición de celdas y tableros en el interior del edificio de control y comando. Sala de cuadros.

Unidad Nº 21: Clasificación de las centrales eléctricas.

a.- Centrales hidroeléctricas: de pasada o agua fluente, de embalse, de bombeo. Disposición general. Instalaciones complementarias: tuberías forzadas, rejas, válvulas. Vertederos. Presas. Turbinas. Sala de máquinas. Centrales mareo-motrices.

b.- Centrales térmicas: convencionales de vapor, turbo gas, ciclo combinado, nucleares. Disposición general. Componentes. Sala de

máquinas. Características, rendimiento. Combustibles. Agua de alimentación.

c.- Centrales no convencionales: geotérmicas, eólicas, solares, etc.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Evaluación:

Evaluación parcial: Se plantea desde el inicio del año lectivo, un proyecto de Instalación eléctrica y de Alumbrado Público, de un loteo, el cual deberá realizarse, cumpliendo las formalidades que requieren los organismos públicos de control de la Provincia de Córdoba. Durante el desarrollo de ese trabajo, se va evaluando la participación de los alumnos, adecuando en algunos casos el dictado de la teoría, según las necesidades del proyecto. Esta evaluación consiste en controlar el avance cronológico del mismo, como así también la participación individual de los alumnos, ya que si bien es un trabajo grupal, el propósito es que todos participen. En caso de desinterés se plantea al alumno la situación y las posibles soluciones. No se toman examen parciales.

El examen final, se realiza en dos etapas: La primera consiste en evaluar la parte práctica, efectuado un coloquio sobre el proyecto que se fue desarrollando a lo largo del año lectivo por el alumno repasando cada uno de los temas, y profundizando en los que se considere de interés. Además se plantean 1 ó 2 problemas relacionados con la materia. El total de la evaluación, deberá aprobar 40 puntos sobre un total de 100, además de tener claros los conceptos principales de la materia y de los principios básicos.

Superado esta etapa, que es pasa o no pasa, se plantea el examen teórico, en forma oral, con 2 (dos) temas tomados al azar, y en el cual, el alumno tiene aprox. 1 hora, para hacerse de un ayuda memoria, para luego exponerlo ante el tribunal, al igual que la parte práctica se aprueba con 40 puntos sobre 100, resultando la nota final, el promedio de las dos etapas mencionadas.

Autoevaluación:

La Cátedra no emplea la autoevaluación.

PLAN DE TRABAJO

Eje temático N° 1: Características del mercado eléctrico					
Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
1º	<p>Unidad N° 1.- La energía en nuestro planeta. Fuentes. Características básicas y técnico-económicas. Comportamiento de los sistemas de potencia. Diagrama de carga diario. Potencias: máxima; mínima; media. Factores de carga; de diversidad; de simultaneidad. Reserva: tipos y factor de reserva. Diagrama ordenado de carga. Tiempo de utilización.</p> <p>TP: Análisis de la curva de carga y determinación de factores.</p> <p>Lineamientos generales del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Apunte de la Cátedra.</p> <p>Informe anual CAMESA</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
2º	<p>Unidad N° 2.- Generalidades. Despacho de dos unidades. Análisis generalizado. Curva entrada-salida. Costos incrementales en las distintas unidades. Operación de centrales interconectadas considerando las pérdidas de transmisión.</p> <p>TP: Operación económica: ejemplos (11.1; 11.2 ; 11.6 y 11.7).</p> <p>Preparación de planos del loteo.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>GRAINGER: "Análisis de Sistemas de Potencia".</p> <p>Guía de la Cátedra.</p>
3º	<p>Unidad N° 3.- Costo del kWh y tiempo de utilización; relación con el factor de carga. Centrales de punta y base. Tarifas; regímenes tarifarios; políticas energéticas. Mediciones. Energía activa; reactiva; demandas: máximas de punta y fuera de punta. Factor de potencia. Calidad de servicio técnico y de producto técnico. Penalizaciones. Marco regulatorio. Mercado eléctrico mayorista (M.E.M.). Agentes del M.E.M.</p> <p>TP: Análisis de una factura de energía con diferenciación tarifaria. Ejemplo de penalización de un suministro.</p> <p>Proyecto propuesto: análisis de cargas (domiciliarias, grandes usuarios, AºPº, etc.)</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Apunte de la Cátedra.</p> <p>Reglamento de comercialización de la energía de EPEC</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>

Eje temático N° 2: Composición y funcionamiento de los sistemas de generación y transporte					
Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
4º	<p>Unidad N° 4.- Introducción. Descripción general. Generación, transporte, transformación y distribución. Componentes de un sistema de potencia; método de cálculo por unidad (tanto por uno).</p> <p>TP: Distribución de cargas; determinación de los centros de cargas del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Weedy, B.M.: . "Sistemas Eléctricos de gran potencia" (Cap. 2).</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
5º	<p>Unidad N° 5.- Planteo y necesidad del estudio del flujo de carga. Potencia. Análisis nodal. Soluciones. Método de Gauss-Seidel. Transformadores: representación. Método de Newton-Raphson.</p> <p>TP: Resolución de ejemplos numéricos de flujo de cargas.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctricos de gran potencia" (Unid.Nº 3).</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
6º	<p>Unidad N° 6.- La transmisión de potencia eléctrica mediante corriente alternada. Caída de tensión en líneas de transmisión. a.- Control de potencia activa y frecuencia: concepto. El regulador de la turbina; curva característica. Flujo de potencia activa entre puntos diferentes del sistema de potencia. División de la carga. Rigidez del sistema. Lazo de control. b.- Regulación de la tensión: concepto. Relación entre tensión, potencia activa y potencia reactiva en un nudo del sistema. Característica "potencia reactiva / tensión"; su relación con la corriente de cortocircuito.</p> <p>TP: Resolución de ejemplos numéricos relacionados con el control de la potencia activa.</p> <p>Ubicación de subestaciones del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctricos de gran potencia".</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
7º	<p>Métodos de control de tensión: modificación de reactancia e inyección de potencia reactiva; modificación de la relación de transformación; métodos combinados. Generación y absorción de potencia reactiva: generadores síncronos; capacitores; líneas aéreas y cables; transformadores; cargas.</p> <p>Unidad N° 7.- Cortocircuito trifásico simétrico en máquinas síncronas; introducción; régimen transitorio. Tipos de falla: cortocircuitos tripolar y bipolar con y sin contacto a tierra; fase a tierra (unipolar). Cálculo de la corriente de cortocircuito; fallas simétricas: valor instantáneo, componentes, amortiguamiento (impulso de apertura y permanente). Valores típicos.</p> <p>TP: Resolución de ejemplos numéricos relacionados con la regulación de tensión.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Weedy, B.M.: "Sistemas eléctricos de gran potencia". GRAINGER.: "Análisis de Sistemas de Potencia".</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>

Eje temático N° 2: Composición y funcionamiento de los sistemas de generación y transporte

Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
	Pautas de trazado de la red de B.T. del proyecto propuesto.				
8º	<p>Cálculo mediante valores por unidad. Potencia base. Impedancia base. Tensión base. Definiciones: potencia de cortocircuito; impedancia absoluta y unitaria de los elementos del sistema. Cambio de base de cálculo. Fallas asimétricas; cálculo mediante componentes simétricas.</p> <p>TP: Resolución de ejemplos numéricos relacionados con cálculo de fallas.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Weedy, B.M.: "Sistemas eléctricos de gran potencia". GRAINGER.: "Análisis de Sistemas de Potencia".</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
9º	<p>Análisis comparativo: red con neutro aislado; red con neutro a tierra inductiva y red con neutro rígido a tierra. Coordinación de protecciones.</p> <p>Unidad N° 8.- Concepto de estabilidad de los sistemas eléctricos. Potencia y ángulo de carga.</p> <p>TP: Estabilidad: ejemplo de aplicación (15.1).</p> <p>Pautas de trazado de la red de M.T. del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	<p>Conceptual e informativo</p> <p>TP: desarrollo de la aplicación numérica pro-puesta.</p>	<p>Weedy, B.M.: "Sistemas eléctricos de gran potencia". GRAINGER.: "Análisis de Sistemas de Potencia".</p> <p>TP: Grainger (pág. 361) Guía de la Cátedra.</p>
10º	<p>Límites de estabilidad. Estado estacionario. Estado transitorio: magnitudes mecánicas asociadas. Ecuación de oscilación. Criterio de la igualdad de áreas.</p> <p>TP: Estabilidad: ejemplo de aplicación (15.2).</p> <p>Trazado definitivo de las redes de B.T. y M.T. del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	<p>Conceptual e informativo</p> <p>TP: desarrollo de la aplicación numérica pro-puesta.</p>	<p>GRAINGER.: "Análisis de Sistemas de Potencia". Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctricos gran potencia".</p> <p>TP: Grainger (pág. 366) Guía de la Cátedra.</p>
11º	<p>Estudio de la estabilidad en distintos casos: cortocircuito, salida de línea, etc.</p> <p>TP: Estabilidad: Problema de aplicación (7.2 y 7.3).</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	<p>Conceptual e informativo</p> <p>TP: desarrollo de la aplicación numérica pro-puesta.</p>	<p>GRAINGER.: "Análisis de Sistemas de Potencia". Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctricos de gran potencia".</p> <p>TP: Weedy (pág. 303) Guía de la Cátedra.</p>

Eje temático Nº 3: Proyecto y cálculo de líneas de transmisión.					
Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
12º	<p>Unidad Nº 9.- Sección y densidad de corriente económicas. Tensión económica de transporte. Vano económico. Líneas de transporte: aspectos constructivos (torres, conductores, aislación, puesta a tierra, etc.). Transporte por corriente continua: comparación con el transporte por corriente alternada, ventajas e inconvenientes; aspecto económico.</p> <p>TP: Cálculo eléctrico de la red de B.T. del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Marcelic: "Líneas y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra. Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctrico de Gran potencia".</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>
13º	<p>Unidad Nº 10.- Parámetros unitarios: resistencia; reactancia inductiva; conductancia; susceptancia capacitiva. Impedancia simple y capacidad concentradas. Representación de líneas. Cuadripolos en "T" y en "π". Tensiones; corrientes. Ecuaciones. Diagramas vectoriales. Caídas de tensión y pérdidas de potencia. Cálculo de líneas alimentadas desde sus dos extremos; anillos.</p> <p>Unidad Nº 11.- Consideraciones generales. Teoría de la línea larga. Método de las funciones hiperbólicas.</p> <p>TP: Método aproximado: ejemplo de cálculo de un línea de 66 kV.</p> <p>Cálculo eléctrico de la red de M.T. del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Apunte de la Cátedra.</p> <p>Zoppetti G.: "Redes Eléctricas". Dalla Verde A.: "Cálc. Eléctricos de Grandes Líneas de Transmisión" (Unidad Nº 12). Marcelic P.: "Líneas y Redes Eléctricas" (Unidad Nº 12).</p> <p>TP: ejercicio desarrollado en clase. Guía de la Cátedra.</p>
14º	<p>Ecuaciones diferenciales. Solución. Interpretación física de las constantes de la línea. Regulación. Diagrama vectorial. El transformador como elemento de línea.</p> <p>TP: Método exacto: ejemplo de cálculo de una línea de 220 kV (pto. c). Diagrama vectorial.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Apunte de la Cátedra. Dalla Verde A.: "Cálc. Eléctricos de Grandes Líneas de Transmisión". Marcelic P.: "Líneas y Redes Eléctricas".</p> <p>TP: Dalla Verde A. (pág.44).</p>
15º	<p>Unidad Nº 12.- Estados de cálculo: hipótesis climáticas. Determinación de la flecha. Ecuación de cambio de estado de un cable suspendido. Caso de cable homogéneo: vano crítico. Cálculo de cargas específicas. Influencia del viento y del hielo. Tensiones mecánicas, tiros y flechas. Tablas y gráficas de tendido. Cable heterogéneo.</p> <p>TP: Cálculo mecánico del conductor de las redes de B.T. y M.T. del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Marcelic P.: "Líneas y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>

Eje temático Nº 3: Proyecto y cálculo de líneas de transmisión.

Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
16º	<p>Unidad Nº 13.- a.- Determinación de la altura libre y longitud total del apoyo. Esfuerzo resultante o tiro en la cima y resistencia mecánica del soporte. Tipos de apoyos: madera; hormigón armado; metálicos. Apoyos de poste simple; doble; triple. Suspensiones; retenciones y ángulos. Pórticos. b.- Cálculo de fundaciones. Sistemas usados. Método de la Comisión Suiza (Sulzberger).</p> <p>TP: Dimensionamiento geométrico y cálculo mecánico de los apoyos y de las fundaciones del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: guía de la Cátedra.</p>

Eje temático Nº 4: Diseño de estaciones transformadoras y selección de componentes y aparatos.

Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
17º	<p>Unidad Nº 14.- a.- Transformadores de potencia. Descripción. Aspectos constructivos. Dispositivos auxiliares para señalización, protección, información sobre el estado de funcionamiento, etc. Medio aislante-refrigerante. Rigidez dieléctrica; ensayos. Acidez. Equipo purificador del aceite dieléctrico. b.- Transformadores de medida. Descripción. Aspectos constructivos. Su función como elemento de circuito de los sistemas de potencia.</p> <p>TP: Descripción de transformadores de potencia y de medida y análisis de sus especificaciones a partir de manuales y catálogos de los fabricantes.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Estaciones Transformadoras y de Distribución". Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Sobrevila M.A.: "Convers. Industr. de la Energía Eléctrica". "Manual AEG".</p> <p>TP: Plano y planillas transformador trifásico de potencia 66/13,2 kV – 1,6 MVA. Folletos de Transformadores de medida.</p>
18º	<p>Unidad Nº 15.- a.- Interruptores. Función en el circuito de potencia. Proceso de interrupción. Especificaciones y datos característicos. Selección. Descripción: de gran volumen de aceite; de pequeño volumen de aceite; neumáticos; de hexafluoruro de azufre; de cámara de vacío; de expansión. Elección, catálogos. b.- Seccionadores. Función en el circuito de potencia. Tipos: de cuchillas giratorias y deslizantes; de aisladores giratorios (tres y dos columnas); pantógrafo. Especificaciones y datos característicos. Selección.</p> <p>TP: Descripción de seccionadores e interruptores de uso práctico y análisis de sus especificaciones a partir de manuales y catálogos de los fabricantes.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Estaciones Transformadoras y de Distribución". Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: Catálogo de seccionador. Manual de interruptor de potencia para 66 kV.</p>
19º	<p>c.- Reconectores. Descripción; características; operación. Función en el circuito de potencia. Especificaciones y datos característicos. Selección.</p> <p>TP: Descripción de reconectores y análisis de sus especificaciones a partir de manuales y catálogos de los fabricantes.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Manuales y folleto de Reconectores.</p> <p>TP: Manual de reconector.</p>
20º	<p>Unidad Nº 16.- Sobretensiones: interiores y exteriores. Descargadores autovalvulares: tipos. Especificaciones y datos característicos. Hilos de guardia: protección (Langrehr, tangentes). Aislación. Coordinación de la aislación. Ensayos normalizados. Laboratorio de alta tensión. Generador de tensiones de ensayo de frecuencia industrial y de impulso.</p> <p>TP: Descargadores de uso práctico y análisis de sus especificaciones a partir de folletos de los fabricantes. Ensayos normalizados. Datos característicos garantizados de aparatos y equipos: significado e importancia. Descripción de generadores de tensión de ensayo (frecuencia industrial e impulso).</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Estaciones Transformadoras y de Distribución". Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: Folleto de descargador autovalvular. Planillas típicas de datos característicos garantizados. Apunte de la Cátedra.</p>

Eje temático N° 4: Diseño de estaciones transformadoras y selección de componentes y aparatos.					
Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
21°	<p>Unidad N° 17.- a.- Relevadores (relés) de protección. Generalidades. Selectividad. Primarios y secundarios. De acción directa e indirecta. a1) Protección de generadores. Contra: sobrecarga; desexcitación. Cortocircuito. Selectividad. Contacto entre espiras; entre bobinados; puesta a tierra estatórica y rotórica. Protección contra sobretensiones: relé desexcitador de acción rápida.</p> <p>TP: Descripción de protección selectiva contra puesta a tierra estatórica.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: Buchhold Th. - Happoldt H. (pág.178).</p>
22°	<p>a2) Protección de transformadores. Relé Buchhold. Sobrecarga. Imagen térmica. Protección diferencial. a3) Protección de líneas. Sobrecarga. Cortocircuito: entre fases; fase-tierra. Relé de impedancia. Distanciómetro.</p> <p>TP: Descripción del relé de sobreintensidad a partir de manuales y catálogos de los fabricantes.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas".</p> <p>TP: Catálogo de relé de sobreintensidad.</p>
23°	<p>b.- Regulador automático de tensión. Descripción. Funcionamiento. Especificaciones. c.- Registradores de variables eléctricas. Características generales. Variables registradas. Aplicaciones. Adquisición de datos y telesupervisión (SCADA).</p> <p>TP: Descripción del regulador automático de tensión y de sus especificaciones, del registrador de variables eléctricas y de sistemas SCADA, a partir de manuales y catálogos de los fabricantes.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Estaciones Transformadoras y de Distribución". Weedy, B.M.: "Sistemas eléctricos de gran potencia". Apunte de la Cátedra.</p> <p>TP: Manual de conmutador y regulador automático de tensión. Catálogo de registrador. Folleto de sistema SCADA.</p>
24°	<p>Unidad N° 18.- Generalidades. Concepto. Circuitos principales. Disposiciones de máquinas de potencia, barras y aparatos de maniobra y protección. Barras múltiples. Barras de transferencia. Acoplamiento. Soluciones tipo intemperie e interior. Limitación de cortocircuitos. Esquemas unifilares y multifilares. Rectificación e inversión (ondulación) en estaciones de enlace de línea de transporte por corriente continua.</p> <p>TP: Revisión y evaluación general del progreso en la transferencia de conocimientos; en particular, en relación a la tarea efectuada (hasta esta etapa del desarrollo del curso) para la confección del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Estaciones Transformadoras y de Distribución". Weedy, B.M.: "Sistemas Eléctricos de gran potencia". Apunte de la Cátedra.</p>
25°	<p>Unidad N° 19.- Concepto. Potencia. Barras de media y baja tensión. Montaje en barras y en bloques. Circuitos de corriente alternada y de corriente continua; disposiciones más comunes. Esquemas unifilares y multifilares.</p> <p>TP: Confección del cómputo métrico de materiales del proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p>

Eje temático Nº 4: Diseño de estaciones transformadoras y selección de componentes y aparatos.					
Semana	Contenidos	Estrategias	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
26º	<p>Unidad Nº 20.- Circuitos eléctricos. Control, comando, medición, enclavamiento, señalización. Servicios auxiliares. Esquemas unifilares, multifilares y funcionales.</p> <p>TP: Cálculo del presupuesto de obra del proyecto propuesto. Honorarios Profesionales; leyes vigentes, regulatorias de la actividad de los profesionales de la ingeniería.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p>
27º	<p>Disposición de celdas y tableros en el interior del edificio de control y comando. Sala de cuadros.</p> <p>Unidad Nº 21.- a.- Centrales hidroeléctricas: de pasada o agua fluente, de embalse, de bombeo. Disposición general. Instalaciones complementarias: tuberías forzadas, rejas, válvulas. Vertederos.</p> <p>TP: Cálculo de Honorarios Profesionales retributivos de la tarea desarrollada, relativa al proyecto propuesto.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas".</p> <p>Zoppetti G.: "Centrales Hidroeléctricas".</p> <p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra.</p>
28º	<p>Presas. Turbinas. Sala de máquinas. Centrales mareo-motrices.</p> <p>b.- Centrales térmicas: convencionales de vapor, turbo gas, ciclo combinado, nucleares. Disposición general. Componentes. Sala de máquinas. Características, rendimiento. Combustibles. Agua de alimentación.</p> <p>c.- Centrales no convencionales: geotérmicas, eólicas, solares, etc.</p> <p>TP: Visita guiada a la Estación Transformadora y Planta Generadora San Francisco de E.P.E.C. e instalaciones de transporte y/o distribución.</p>	Grupal	Sumativa y parcialmente formativa.	Conceptual e informativo	<p>Zoppetti G.: "Centrales Hidroeléctricas".</p> <p>Buchhold Th. - Happoldt H.: "Centrales y Redes Eléctricas". Apunte de la Cátedra. Folletos sobre energía eólica, solar etc.</p>
29º	Destinada a recuperación (teórico y/o práctico).	-	-	-	-

METODOLOGÍA

Clase magistral en los desarrollos teóricos evaluando, con ocasional interrogatorio sobre temas básicos, la receptividad de los conceptos expuestos.

Trabajo práctico bajo la forma de proyecto final incorporando los conocimientos adquiridos, complementándose con el planteo de problemas afines o situaciones problemáticas a resolver en clase y la visita guiada a la Estación Transformadora y Planta Generadora San Francisco de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (E.P.E.C.), como así también a instalaciones de transporte y/o distribución, adecuada y necesaria para completar la formación del alumno conforme a los objetivos planteados.

Finalmente, se brinda al alumno orientación tutorial; es decir, clases de apoyo en tiempo extra cuando las circunstancias así lo aconsejen.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA:

- GRAINGER, John J.; STEVENSON, William D.
Análisis de sistemas de potencia.
1a. ed.
McGraw-Hill Interamericana, reimpresa 2003.
ISBN: 9789701009086.
(Al 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN,
más 1 con variante de título y 2do autor como primer autor)
- WEEDY, B. M.
Sistemas eléctricos de gran potencia.
2a. ed.
Reverté, 1978.
ISBN: 8429130942.
(Al 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)
- ZOPPETTI JÚDEZ, Gaudencio.
*Estaciones transformadoras y de distribución: su estudio, montaje,
regulación y ensayo.*
5a. ed.
Ediciones G. Gili, 1981.
ISBN: 9686085327.
(Al 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN,
más 1 de edición anterior)
- BUCHHOLD, Th. ; HAPPOLDT, H.
Centrales y redes eléctricas.
2a. ed.
Labor, 1970.
ISBN:-.
(Al 2013: 0 ejemplar/es en Colección UTN)
- MARCELIC, P.
Líneas y redes eléctricas.
1a. ed.
Ediar Editores, 1957.
ISBN:-.
(Al 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- ZOPPETTI JUDEZ, Gaudencio.
*Redes eléctricas de alta y baja tensión: para conducir y distribuir la
energía eléctrica.*
6a. ed.
Ediciones G. Gili, 1981.
ISBN: 9686085440.

(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN,
más 1 de edición anterior)

- ZOPPETTI JUDEZ, Gaudencio.
Centrales hidroeléctricas: su estudio, montaje, regulación y ensayo.
1a. ed.
Gustavo Gili, 1974.
ISBN: 8425201543.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)
- DALLA VERDE, Agostino.
Cálculo eléctrico de grandes líneas de transmisión de energía eléctrica.
[1a.] ed., Bilingüe: italiano-español.
Libreria Editrice Politecnica, [1951].
ISBN: -.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)
- ENRIQUEZ HARPER, Gilberto.
Elementos de centrales eléctricas t. 1: hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleares.
1a. ed.
LIMUSA, 1982.
ISBN: 9681815416.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)
- ENRIQUEZ HARPER, Gilberto.
Elementos de centrales eléctricas t. 2: generadores, excitatrices, gobernadores y subestaciones.
1a. ed.
LIMUSA, 1983.
ISBN: 9681815904.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)
- RAVINDRANATH, B. ; CHANDER, M.
Protección de sistemas de potencia e interruptores.
1a. ed.
Limusa, 1980.
ISBN: 9681812069.
(AI 2013: 3 ejemplar/es en Colección UTN)
- RAMIREZ VAZQUEZ, José.
Estaciones de transformación y distribución: protección de sistemas eléctricos.
1a. ed.
Ediciones CEAC, 1972.
ISBN: -.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)

- ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA.
Reglamentación de líneas aéreas exteriores de media tensión y alta tensión.
[1a. ed.]
Asociación Electrotécnica Argentina, 2003.
ISBN: 9789506590154.
(AI 2013: 2 ejemplar/es en Colección UTN)
- A.B.B. - Siemens - A.E.G. - Revista MEGAVATIOS - etc.
Catálogos y Publicaciones.

En soporte digital:

- E.P.E.C. (Empresa Provincial de Energía).
Material de estudio: normas... [en línea].
Disponible en: <http://www.epec.com.ar/educativo.html>
[Consulta: Febrero 2013].
- IRAM y Empresas de Energía Eléctrica.
Normas y Especificaciones.
- SOBREVILA, Marcelo Antonio; FARINA, Alberto Luis.
Circuitos eléctricos de potencia: tratamiento matemático y teoría básica.
1a. ed.
Alsina, 2010.
ISBN: 9789505531783.
(AI 2013: 2 ejemplar/es en Colección UTN)
- AEG.
Manual AEG: para instalaciones eléctricas de alumbrado y fuerza motriz.
7a. ed.
Verlag W. Girardet. Essen, [19--].
ISBN: -.
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)

ARTICULACIÓN

Articulación con el Área:

Asignatura	Carga Horaria	Porcentaje
Centrales y Sistemas de Transmisión.	5 horas- cátedra / semana	27,8 %
Máquinas Eléctricas.	5 horas- cátedra / semana	27,8
Mediciones Eléctricas.	8 horas- cátedra / semana	44,4

Temas relacionados con materias del área:

Máquinas Eléctricas.	Tema relacionado
"Transformadores".	"a.- Transformadores de Potencia" (Unidad N° 14).

Mediciones Eléctricas.	Tema relacionado
"Transformadores de Medición".	"b.- Transformadores de Medida" (Unidad N° 14).

Mediciones Eléctricas.	Tema relacionado
"Clasificación de los métodos de medición".	". . , medición, . . ." (Unidad N° 20).

Articulación con el Nivel:

Asignatura	Carga Horaria	Porcentaje
Centrales y Sistemas de Transmisión.	5 horas-cátedra / semana	45,4%
Proyecto Final Operación y Mantenimiento.	3 horas-cátedra / semana	27,3%
Organización Industrial.	3 horas-cátedra / semana	27,3%

Temas relacionados con materias del nivel:

Proyecto Final Operación y Mantenimiento.	Tema relacionado
“Proyecto ejecutivo. Cómputo, presupuesto, especificaciones”.	“Proyecto de Electrificación de un Loteo. Cálculos eléctrico y mecánico, especificaciones de materiales, cómputo, presupuesto, etc.” (Trabajo Práctico).

Organización Industrial	Tema relacionado
“Comercialización”	“Comercialización de la Energía” (Unidad N° 3).

Articulación con las correlativas:

Asignatura	Para cursar		Para rendir
	Cursada	Aprobada	Aprobada
Centrales y Sistemas de Transmisión.	1) Máquinas Eléctricas. 2) Máquinas Térmicas.	1) Electrotecnia. 2) Termodinámica Técnica.	1) Máquinas Eléctricas. 2) Máquinas Térmicas.

Temas relacionados con las correlativas:

Máquinas Eléctricas	Tema relacionado
“Transformadores”.	“a.- Transformadores de Potencia” (Unidad N° 14)
“Generadores Sincrónicos”.	“b.- Control de Potencia act. y frec.” (Unidad N° 6).
“Motores Sincrónicos”	“a.- Regulación de la Tensión” (Unidad N° 6).

Máquinas Térmicas	Tema relacionado
“Turbinas de vapor”.	“b.- Centrales térmicas” (Unidad N° 21).
“Ciclo combinado”.	“b.- Centrales térmicas” (Unidad N° 21).
“Turbinas de gas”.	“b.- Centrales térmicas” (Unidad N° 21).

Electrotecnia	Tema relacionado
“Análisis de fallas asimétricas”.	“Fallas asimétricas; Cálculo mediante comp. simétricas”.(Unidad N° 7).

Termodinámica Técnica	Tema relacionado
“Turbinas de gas y motores de combustión interna”.	“b.- Centrales térmicas” (Unidad N° 21).

INCIDENCIA HORARIA

EN EL CONTEXTO DEL DISEÑO CURRICULAR

Asignatura	Carga Horaria	Porcentaje
Centrales y Sistemas de Transmisión.	5 horas-cátedra / semana	12,8%
Electrotecnia.	6 horas-cátedra / semana.	15,4%
Termodinámica Técnica.	4 horas-cátedra / semana.	10,3%
Máquinas Eléctricas.	5 horas-cátedra / semana.	12,8%
Mediciones Eléctricas.	8 horas-cátedra / semana.	20,5%
Máquinas Térmicas.	5 horas-cátedra / semana.	12,8%
Proyecto Final Operación y Mantenimiento.	3 horas-cátedra / semana.	7,7%
Organización Industrial.	3 horas-cátedra / semana.	7,7%

ORIENTACIÓN

Del Área:

Operación y Mantenimiento.

De la Asignatura:

Producción de Servicios; Operación y Mantenimiento.