

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA</b> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina</p>	Programa de:  <b>Centrales, Estaciones y Transporte de la Energía Eléctrica</b>  Código:	
Carrera: <i>Ing. Mec. Electricista ó Ing. Mecánica</i> Escuela: <i>Ing. Mec. Electricista</i> Departamento: <i>Electrotecnia.</i> Materia N°:	Plan: <i>2005</i> Carga Horaria: <i>72</i> Semestre: <i>9º</i> Carácter: <i>Obligatoria</i>	Puntos: <i>3</i> Hs. Semanales: <i>4,5</i> Año: <i>5º</i>
Objetivos: Introducir al alumno en el área del proyecto, construcción y operación de centrales, estaciones y líneas de transporte de energía eléctrica.		
Programa Sintético (títulos del analítico) Centrales generadoras convencionales y no convencionales Estaciones de transformación y maniobra Líneas de transporte en alta y muy alta tensión Funcionamiento de sistemas interconectados.		
Programa Analítico: Bibliografía: de foja 4 a foja 4.		
Correlativas Obligatorias: Distribución de Energía Eléctrica Correlativas Aconsejadas:		
Rige: <i>2005</i>		
Aprobado HCD, Res.: Fecha:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha:
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		

## **PROGRAMA ANALITICO**

### **LINEAMIENTOS GENERALES**

Centrales, Estaciones y Transporte de la Energía Eléctrica es una actividad curricular que pertenece al último año (noveno semestre) de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista. A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará competencias tales como la de analizar, diseñar y proyectar sistemas de producción, Transformación y Transporte en sistemas eléctricos de potencia.

El alumno se iniciará en la problemática de la producción y transporte de la energía eléctrica, utilizando recursos y conceptos ya analizados en otras materias, pero integrados en un solo conjunto a efectos de lograr la máxima eficiencia.

Se analizará en líneas generales las principales formas de obtener energía eléctrica en cantidades masivas, de la forma más económica posible, sin dejar de mencionar en cada variante el problema de la contaminación ambiental, que obligatoriamente surge de cualquier actividad industrial. Mostrándole al alumno los mas modernos sistemas a efectos de bajar los niveles de contaminación y el costo de los mismos.

El alumno podrá encontrar aplicación de los diversos tipos de generadores y motores ya estudiados al igual que los equipamientos existentes para el control de velocidad y tensión para entregar al sistema de potencia un producto de calidad, tal como lo requiere el mercado y lo permite la tecnología actual.

Dado que las centrales de generación no se encuentran cerca de los polos de consumo, surge de inmediato la necesidad de su transporte a largas distancias y las estaciones de maniobra y elevación de la tensión, para lo cual en unidades separadas se explicarán las funciones de las estaciones transformadoras y los tipos de líneas de transporte en alta y muy alta tensión. En ambos casos se analizarán las distintas variantes existentes, su cálculo eléctrico y los aspectos económicos a tener en cuenta. También se muestra las ventajas y desventajas de la conversión de energía eléctrica de alterna a continua y viceversa, utilizando las mejoras de la Electrónica Industrial.

En la última unidad se darán las pautas generales a cumplir para el acoplamiento en paralelo de generadores síncronos y los principios generales indispensables, para la operación de los sistemas interconectados. Explicando las diversas protecciones existentes, a efectos de minimizar los efectos de las fallas y sus consecuencias para el normal desenvolvimiento del sistema. El enfoque del dictado se orienta a proveer al alumno de la capacidad de diseñar los sistemas convertidores, es decir proveerle de las herramientas necesarias para que pueda seleccionar los distintos componentes que conforman el equipamiento.

Se pretende enfocar el dictado a que el alumno adquiera la capacidad de evaluar opciones de generación, transformación y transporte de grandes volúmenes de energía eléctrica, con un criterio técnico- económico, si bien cada uno de estos temas es origen de una Especialidad.

### **METODOLOGIA DE ENSEÑANZA**

Las clases impartidas son teóricas por un lado y prácticas (visitas guiadas) por otro. Las actividades teóricas se realizan a través de exposiciones dialogadas del docente orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de utilizar los recursos disponibles en determinadas zonas para la instalación de Centrales o en su defecto como proveer de energía eléctrica a determinados usuarios vinculándose al Sistema eléctrico nacional de la manera más racional y eficiente. Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos se realizan visitas guiadas a diversos tipos de centrales y estaciones transformadoras que le permiten al estudiante ver in situ los conceptos vertidos en las clases teóricas, comparando sistemas de control de velocidad y tensión antiguos y los actuales, las protecciones de que dispone cada grupo

generador y sus estaciones elevadoras de tensión y las diversas características de operación como integrantes de un sistema interconectado, conjuntamente con las características generales de las líneas de alta tensión que la vinculan al sistema.

## **EVALUACION**

### **Condiciones para la promoción de la materia**

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.-
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.-
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).-
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los tres parciales que serán tomados en las fechas estipuladas según cronograma tentativo que se entrega al inicio del año y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).
- 5.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.-
- 6.- Los alumnos que deben recuperar un parcial lo harán según un temario integral de toda la materia y deberán aprobarlo con nota no menor a cuatro (4) para conservar el derecho a la promoción.

## **CONTENIDOS TEMATICOS**

### **Unidad 1: Centrales generadoras convencionales y no convencionales**

Introducción. Características del producto energía eléctrica. Condicionamientos económicos de la reserva. Clasificación de las Centrales según el origen de la energía y según su participación en la curva de demanda. Concepto de reserva rotante y pasiva.

Costos y precios en la industria de la energía eléctrica. Conceptos que intervienen en la formación de las tarifas. Estructura del Sector Eléctrico Argentino. El mercado eléctrico mayorista (MEM). Agentes activos, su participación y obligaciones. Mecanismos de comercialización en el MEM.

Centrales con turbinas a vapor: generalidades y circuitos característicos. Circuito de aprovisionamiento de combustible, sólido, líquido ó gaseoso. Circuito del aire y gases de la combustión. Consideraciones ecológicas. Circuito del vapor, componentes principales. Características del agua de alimentación de caldera. Circuito del agua de circulación. Circuito eléctrico- Alternadores, características generales, refrigeración, Excitación, reguladores de tensión. – Transformadores de potencia, generalidades. Celdas de media tensión. Componentes principales. Tableros de comando, componentes principales.

Centrales Hidráulicas: disposición general de instalaciones. Diferentes casos. Potencia y energía del salto. Capacidad del embalse, cuantificación de la reserva de energía. Componentes principales: presas, aliviaderos, conducciones, cámara de carga, chimenea de equilibrio, conductos forzados, válvulas, tubo de aspiración, canal de desagüe. El golpe de ariete, peligros y métodos de atenuación.

Generadores: Características principales de los alternadores de polos salientes. Refrigeración. Velocidad de embalamiento. Relación de cortocircuito y reactancia síncrona.

Aspectos constructivos de los generadores de polos salientes. Disposición del conjunto turbina – alternador. Sistemas de lubricación y frenado.

Centrales mareomotrices: fundamentos de la utilización de las mareas, ciclos de aprovechamiento, los grupos bulbo y sus características principales. Turbinas Straflo.

Centrales de bombeo, características generales, su importancia en los sistemas interconectados.

Centrales Nucleares: Introducción a los fenómenos básicos en los reactores. La fisión: condiciones necesarias para la producción de energía eléctrica. Balance energético. Consideraciones de

bioseguridad. Combustibles nucleares, acondicionamiento para su utilización. Moderadores nucleares, tipos. Materiales usados para la regulación y parada de los reactores. Sistemas de arranque, medición y control de la densidad neutrónica. Componentes básicos de los reactores nucleares. Reactores de potencia, diferentes tipos. Reactores argentinos: Atucha I y II, Embalse. Características fundamentales, aspectos constructivos. Seguridad nuclear del equipamiento hacia el medio circundante.

Centrales con turbinas a gas: Tipos. Combustibles. Rendimiento, causas que lo afectan. Circuito de lubricación. Ciclos combinados y mixtos.

Centrales con Motores Diesel: Características. Circuitos de lubricación. Refrigeración. Fundaciones. Rendimiento. Ventajas y desventajas para la producción de energía eléctrica.

Acoplamiento en paralelo de generadores

Condiciones necesarias. Dispositivos de sincronización. Régimen de estabilidad permanente y transitorio. Funcionamiento en paralelo de dos alternadores, análisis gráficos. Análisis matemático de la estabilidad. Oscilaciones pendulares. Tipos.

Centrales No Convencionales:

Centrales eólicas: Origen. Potencia del viento. Factor de utilización. Tipos de turbinas, eje horizontal, eje vertical, ventajas y desventajas. Tipos de generadores utilizados. Sistemas de control. Sistemas híbridos. Posibilidades de aprovechamiento en Argentina.

Perspectivas a futuro.

Centrales Geotérmicas: Características de los yacimientos. Ciclos de utilización. Principales aprovechamientos en el mundo y posibilidades de Argentina. Interés actual por el aprovechamiento de yacimientos geotérmicos.

Centrales solares: características generales del recurso. Conversión Termodinámica y Fotoeléctrica. Aspectos generales, rendimientos. Central a foco concentrado. Proyecto de generación de energía eléctrica con captación satelital. Sistemas híbridos.

## **Unidad 2: Estaciones de transformación y maniobra**

Generalidades. Funciones. Tipos de Estaciones Transf.: para Centrales, como vínculo de sistemas de transporte ó para vínculo de transporte y distribución. Componentes: El transformador, conexiones. Condiciones para conexiones en paralelo. Interruptores y seccionadores, especificaciones. Criterios de diseño en función de: las reservas, las ampliaciones, el grado de seguridad. Esquemas unificadores de barras simples, dobles, triples, en anillo. Criterios de proyecto.

## **Unidad 3: Líneas de transporte en alta y muy alta tensión**

Generalidades. Constantes características de las líneas. Ecuación fundamental. Significado físico de las constantes auxiliares. Líneas de alta tensión con constantes distribuidas. Diagrama general de la línea en vacío y en cortocircuito. Pérdidas de potencia y rendimiento de la transmisión. Potencia de máximo rendimiento y potencia máxima transmisible.

Estructuras portantes más utilizadas. Aisladores normalizados. Repartición de la tensión a lo largo de las cadenas de aisladores. Conductores aéreos normalizados, características principales. Planialtimetría. Esfuerzos a considerar según zonas climáticas en Argentina.

El cable subterráneo. Tipos de aislación. Consideraciones particulares.

Transporte de energía eléctrica en Corriente Continua de A.T. Algunas características particulares. Ventajas y desventajas de su utilización.

## **Unidad 4: Funcionamiento de los sistemas interconectados.**

Definición. Ventajas e inconvenientes. Regulación de la tensión, casos particulares. Reguladores influidos directamente por la variación de la frecuencia. Regulación de la frecuencia por una central guía sobre la que repercuten las variaciones de frecuencia. El agente distribuidor o despachante de carga (DUC). Regulación de la potencia por varias centrales guía. Regulador de Potencia. Regulación combinada de la potencia y frecuencia. Regulador de velocidad electrónico.

## 1. LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

### Actividades Prácticas:

- Costos fijos y variables. Costos totales y medios. Costos erogables y no erogables. El costo marginal.
- Visita a una Central térmica con turbina de Vapor.
- Visita a una Central Térmica con Turbina de Gas y Motor Diesel.
- Visita a una Central Hidráulica.
- Protecciones más usuales en generación, transporte y transformación de la energía eléctrica.
- Visita a una Estación transformadora.
- Cálculo de cortocircuito.
- Pliego de llamado a licitación. Especificaciones.
- Visita a Central nuclear Embalse.
- Visita a Central Hidráulica de bombeo, Río Grande.

## 2. DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	48
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	12
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	12
○ PPS	
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>72</b>

### DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	40
PREPARACION PRACTICA	
• EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	
• EXPERIMENTAL DE CAMPO	24
• RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	10
• PROYECTO Y DISEÑO	10
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>84</b>

### 3. BIBLIOGRAFIA

#### **Unidad 1: Centrales generadoras Convencionales y no convencionales.**

- "Centrales de vapor", de G. A. Gaffert - Editorial Reverté.
- "Equipement Thermique des Usines Génératrices D'Énergie Electrique", de J. Richard Editorial Dunod.
- "Combustión y Generación de vapor", de R. P. Torreguitar y A. G. Weis - Editorial Mellor-Goodwin S.A.C.
- "Manual del Constructor de Máquinas", de Dubbel - Editorial Labor.
- "Centrales y Redes Eléctricas", de T.L.Buchhold y H.Happoldt.
- "Centrali Electrici", de Mainardis - Editorial Hoepli.
- "Moderna Técnica degli Impianti Electrici", de Filippo Tiberio - Editorial Vannini, Brescia.
- "Installations Electriques", de Mauduit - Editorial Dunod.
- "Centrales hidroeléctricas", G.Zoppetti Júdez - Editorial Gustavo Gili.
- "Centrales Eléctricas", de José Ramirez Vazquez - Editorial CEAC S.A.
- "Máquinas Motrices generadoras de energía eléctrica", de José Ramirez Vazquez Editorial CEAC S.A.
- "Producción, Transporte y Distribución de la Energía Eléctrica", de Ing. M. Simonoff - Publicación de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad de La Plata.
- "Turbines a vapeur et gaz", de Lucien Vivier - Editorial Albin Michel.
- "Turbines hydrauliques et leur régulation", de Lucien Vivier - Editorial Albin Michel.
- "Energie Eólien", de Désiré Le Gounièeres Editorial Eyrolles.
- "Eóliennes et Aèrogènerateurs", de Guy Cunty - Editorial Edisual.
- "Produire son energie avec le vent", de Roland Roger - Editorial de la Lanterne.
- "Centrales Termoeléctricas", de V.Yarizhkin - Editorial Mir.
- "Los refrigerantes atmosféricos industriales", de Leonel Candrán - Editorial Eyrolles.
- "Teoría y práctica de la Tarificación a Costos Marginales", de E.M.B.de Caligaris y O.J.Arca (1981). Publicado por EPEC.
- "Introducción al Mercado Eléctrico Mayorista", preparado por CAMMESA para el Curso Introductorio dictado en el Centro Argentino de Ingenieros y adaptado a la normativa vigente a Junio de 1995.
- Folletería Técnica variada disponible en plaza.
- "La Crisis Energética Mundial", de Lawrence Rocks y Richard P. Runyon - Editorial Emecé.

#### **Unidad 2: Estaciones de transformación y maniobra**

- "Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de Sistemas Eléctricos" de José Ramirez Vazquez - Editorial CEAC S.A.
- "El arte y la ciencia de la protección por relevadores", de C.Russel Mason - Compañía Editorial Continental S.A.

#### **Unidad 3: Líneas de transporte en alta y muy alta tensión**

- “Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión”, de José A. Navarro Márquez, Antonio Montañes Espinosa y Angel Santillán Lázaro - Editorial Paraninfo - 1998 (Cálculo de Corrientes de Cortocircuito).
- “Cálculos Eléctricos de Grandes Líneas de transmisión” Agostino Dalla Verde Editorial: Alsina.
- “Lineas Aereas de Transporte de la Energia Electrica” A. Checca
- Manual A.E.G.
- “Transmisión and Distribution: Reference Book” Westinghouse
- Revista ABB publicación Mensual de ASEA Y BROWN BOVERI
- “Hitachi Review” publicacion de la firma hitachi de Japon

#### **Unidad 4: Funcionamiento de los sistemas interconectados.**

- “Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia”. William D. Stevenson Editorial: Mc.Graw Hill.