

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD
PLAN 2008
PROGRAMA DE ESTUDIOS

Resolución N° 17/10/05-00 Acta N° 998/08/05/2017

I. - IDENTIFICACIÓN

- | | | |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. | Asignatura | : Generación de Energía Eléctrica |
| 2. | Semestre | : Noveno |
| 3. | Horas semanales | : 6 horas |
| 3.1. | Clases teóricas | : 4 horas |
| 3.2. | Clases prácticas | : 2 horas |
| 4. | Total real de horas disponibles | : 96 horas |
| 4.1. | Clases teóricas | : 64 horas |
| 4.2. | Clases prácticas | : 32 horas |

II. - JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura pretende presentar al estudiante la introducción a los conceptos, fundamentos y principios básicos de las técnicas de generación de energía eléctrica en el contexto industrial actual. Con esto se pretende dar las nociones para que el estudiante pueda conocer las tareas que normalmente el ingeniero eléctrico debe realizar dentro del Estudio, Proyecto, Puesta en Servicio, Operación y Control de Centrales Generadoras de Electricidad.

III. - OBJETIVOS

1. Transmitir al alumno el conocimiento básico teórico y práctico en el área de generación de energía.
2. Capacitar al alumno para identificar y plantear soluciones adecuadas a los principales problemas de suministro de energía en el mercado eléctrico actual.
3. Dar a conocer los avances tecnológicos que se presentan en la planificación, operación y control de los sistemas de generación de energía eléctrica.

IV. - PRE-REQUISITO

1. Líneas de Transmisión

V. - CONTENIDO

5.1. Unidades programáticas

1. Fuentes de energía.
2. Centrales de Generación.
3. Centrales Hidráulicas.
4. Centrales Térmicas.
5. Operación de Centrales aisladas.
6. Operación de Centrales en paralelo.
7. Control de la generación en Sistemas Interconectados.
8. Aspectos económicos relacionados a la Generación de Energía Eléctrica.

5.2. Desarrollo de las unidades programáticas

1. Fuentes de Energía.
 - 1.1. Aspectos generales sobre la producción de Energía Eléctrica en el mundo
 - 1.2. Principales Fuentes de energía utilizadas actualmente.
 - 1.3. Características del producto energía eléctrica
2. Centrales de Generación.
 - 2.1. Centrales Eléctricas. Introducción
 - 2.2. Características de los distintos tipos de centrales eléctricas
 - 2.3. Centrales convencionales y no convencionales
 - 2.4. Clasificación de Centrales
 - 2.4.1. Según el origen de la energía
 - 2.4.2. Según la participación en la curva de demanda
 - 2.5. Concepto de reserva girante y pasiva
 - 2.6. Condicionamiento económico de la reserva
3. Centrales Hidráulicas
 - 3.1. Esquema de una Central Hidroeléctrica
 - 3.1. Acumulación de agua
 - 3.2. Aprovechamiento Hidroeléctrico
 - 3.3. Elementos de una Central Hidráulica
 - 3.3.1. Presas

- 3.3.2. Vertedero
- 3.3.3. Canal de derivación
- 3.3.4. Tubería de aducción y chimenea de equilibrio
- 3.3.5. Tubería forzada
- 3.3.6. Válvula mariposa
- 3.3.7. Casa de Máquinas
- 3.3.8. Tubo de aspiración
- 3.3.9. Canal de fuga
- 3.4. Fenómenos de Conducción Hidráulica
- 3.5. Tipos de Turbinas utilizadas en las Centrales Hidráulicas
 - 3.5.1. Pelton
 - 3.5.2. Francis
 - 3.5.3. Kaplan
- 3.6. Selección del Tipo de Turbina
 - 3.6.1. Por el salto
 - 3.6.2. Según el Caudal
- 3.7. Rendimiento de las turbinas hidráulicas
- 3.8. Velocidad de la máquina hidráulica
- 3.9. Velocidad específica de la máquina hidráulica.
- 3.10. Regulación de velocidad.
- 3.11. Generadores para Máquinas Hidráulicas
 - 3.11.1. Potencia
 - 3.11.2. Parámetros eléctricos
 - 3.11.3. Relación de cortocircuito
 - 3.11.4. Reactancia sincrónica
 - 3.11.5. Sistema de cojinetes guías y empuje del generador
- 3.12. Características constructivas disposición del conjunto turbina-generador
- 3.13. Aspectos constructivos del generador
 - 3.13.1. Circuito eléctrico y magnético del rotor y estator
- 3.14. Representación Trifásica de un Generador
- 3.15. Bobinado de Campo y Armadura
- 3.16. Eje directo y Eje de cuadratura
- 3.17. Circuito Equivalente de un alternador. Diagrama Fasorial
- 3.18. Sobreexcitación y subexcitación de la Máquina Síncrona
- 3.19. Particularidades de Motores y Generadores
- 3.20. Límites de funcionamiento de una Máquina Síncrona
- 4. Centrales Térmicas.
 - 4.1. Centrales Térmicas. Aspectos generales
 - 4.2. Centrales con turbina a vapor
 - 4.2.1. Definición y generalidades
 - 4.2.2. Circuitos de carbón
 - 4.2.3. Circuito de Fuel-Oil
 - 4.2.4. Circuito de Gas Natural
 - 4.2.5. Calderas
 - 4.2.5.1. Diferentes tipos
 - 4.2.5.2. Características
 - 4.2.6. Turbinas a Vapor
 - 4.2.6.1. Características constructivas
 - 4.2.6.2. Diferentes tipos
 - 4.2.6.2.1. De acción
 - 4.2.6.2.2. De reacción
 - 4.2.7. Condensador
 - 4.2.8. Precalentador de agua
 - 4.2.9. Desgasificador
 - 4.2.10. Evaporador
 - 4.2.11. Bombas
 - 4.2.11.1. De alimentación
 - 4.2.11.2. De extracción
 - 4.2.11.3. Alimentadora de evaporador
 - 4.2.11.4. De drenaje de precalentador
 - 4.2.12. Eyectores de Vapor
 - 4.2.13. Circuito del agua de circulación
 - 4.2.14. Turbogenerador
 - 4.2.14.1. Aspectos Generales
 - 4.3. Centrales con Turbina a Gas
 - 4.3.1. Tipos de Turbina a Gas
 - 4.3.2. Rendimiento
 - 4.3.3. Causas que afectan el rendimiento
 - 4.4. Ciclos Combinados
 - 4.5. Ciclos mixtos

- 4.6. Centrales Nucleares
 - 4.6.1. Introducción
 - 4.6.2. Comparación energética entre combustión y fisión.
 - 4.6.3. El átomo, su núcleo, isótopos, radioactividad, reacciones nucleares. La fisión y fusión.
 - 4.6.4. Características fundamentales de un reactor nuclear.
 - 4.6.5. Diferentes clasificaciones de reactores nucleares.
 - 4.6.6. Reactores de potencia.
 - 4.6.6.1. Diferentes tipos
 - 4.6.6.1.1. PWR
 - 4.6.6.1.2. PHWR
 - 4.6.6.1.3. HWR
 - 4.6.6.1.4. BWR
5. Operación de Centrales aisladas.
 - 5.1. Operación de Centrales aisladas
 - 5.2. Análisis de la curva de Carga
 - 5.3. Métodos de regulación de velocidad
 - 5.4. Regulación de la Frecuencia y Tensión
 - 5.5. Definición de magnitudes
 - 5.5.1. Potencia Instalada
 - 5.5.2. Potencia Firme
 - 5.5.3. Demanda Máxima
 - 5.5.4. Demanda mínima
 - 5.5.5. Energía Horaria
 - 5.5.6. Reserva de potencia
 - 5.5.7. Potencia excedente.
 - 5.5.8. Factor de Carga
 - 5.5.9. Potencia Media
 - 5.5.10. Factor de capacidad de una Central
 - 5.5.11. Factor de Utilización
 - 5.6. Sistemas Auxiliares de una Central de Generación de Energía
 - 5.6.1. Partes de un Sistema de Servicios Auxiliares
 - 5.6.2. Diagrama de funcionamiento
 - 5.6.3. Diferentes tipos de Fuente de alimentación
 - 5.6.4. Normas Internacionales para el diseño de Servicios Auxiliares
 - 5.6.5. Principales cargas suministradas
 - 5.6.6. Diagrama unifilar de un sistema de Servicios Auxiliares Típico
 - 5.6.7. Tableros de Distribución de la carga.
 - 5.7. Requisitos de Arranque y Parada de Máquinas síncronas
6. Operación de Centrales en paralelo.
 - 6.1. Acoplamiento de un Generador con la red eléctrica
 - 6.2. Requisitos para el paralelismo entre generador y red
 - 6.3. Métodos de Sincronización
 - 6.3.1. Secuencias de fases
 - 6.3.2. Frecuencia
 - 6.3.3. Tipos de sincronoscopio
 - 6.3.4. Diagramas Fasoriales. Análisis gráfico. Funcionamiento
 - 6.3.5. Operación de un grupo Generador después de ser puesto en paralelo con la red eléctrica
 - 6.3.6. Control del Activo y Reactivo. Potencia Activa y Reactiva para máquinas de Polos Lisos y salientes
 - 6.3.7. Potencia Activa y Reactiva desarrollada por una máquina síncrona acoplada a una red de de Potencia Infinita
 - 6.3.8. Curva de Capabilidad.
 - 6.3.9. Diagrama de Límites de funcionamiento de una máquina síncrona
 - 6.3.10. Efectos de la variación de la excitación
 - 6.3.11. Efectos de la variación del conjugado mecánico
7. Control de la generación en Sistemas Interconectados.
 - 7.1. Funcionamiento de los Sistemas Interconectados. Ventajas e inconvenientes
 - 7.2. Ejemplo de funcionamiento del sistema ANDE con ITAIPU y YACYRETA y otras posibles fuentes de generación.
 - 7.3. Características de la Curva de Carga en nuestro país
 - 7.4. Oscilaciones en el consumo de energía
 - 7.5. Distribución de la carga en un Sistema con dos Centrales interconectadas
8. Aspectos económicos relacionados a la Generación de Energía Eléctrica.
 - 8.1. Costo de la Energía eléctrica en el Paraguay
 - 8.2. Costo de la energía eléctrica en las Barras de Generación
 - 8.3. Planificación de la Operación energética de Centrales
 - 8.4. Ejemplos de la distribución de potencia entre las Centrales de Generación Análisis del Sistema Eléctrico Paraguayo
 - 8.5. Cálculo de costo de la energía en diferentes escenarios

VI. - ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

1. Desarrollo teórico buscando activa participación del estudiante.
2. Formación de grupos para análisis, discusión y resolución de problemas.

3. Resolución de problemas en plenario de clase.
4. Entrenamiento sobre el uso de bibliografía variada.
5. Visitas a instalaciones de generación de energía.
6. Investigaciones en Internet.

VII. - MEDIOS AUXILIARES

1. Equipo multimedia
2. Pizarra
3. Marcadores.
4. Borrador de pizarra.
5. Texto.
6. Bibliografía de apoyo.
7. Acceso a Internet.

VIII. - EVALUACIÓN

1. Requisito para el examen final.
 - 1.1. Dos pruebas parciales de cuyos puntajes saldrá el promedio que dará derecho a los exámenes finales.
2. Examen final.
 - 2.1. El examen final será escrito y versará sobre la totalidad del contenido programático.
3. Calificación final.
 - 3.1. La calificación final estará de acuerdo a la escala establecida por el Consejo Directivo de la Facultad.

IX. - BIBLIOGRAFÍA

- Stephen J. Ch. (2003). *Máquinas Eléctricas*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Stevenson W. D. (1992). *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*. USA. (s.l.): Mac Graw - Hill
- Zulcy de Souza, R. D. F. & Moreira Santos A. H. (1983). *Centrales Hidro y termoeléctricas*. Sao Paulo: Edgard Blucher Ltda.

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA

- Cathey, J. J. (2005). *Máquinas eléctricas: análisis y diseño con Matlab*. México: McGraw-Hill.
- Chapman, S. J. (2004). *Máquinas eléctricas*. (3° Ed.). Santafé de Bogotá: McGraw-Hill
- Cogdell, J. R. (2002). *Fundamentos de máquinas eléctricas*. México: Pearson Educación.
- Fraile Mora, J. & Fraile Ardanuy, J. (2005). *Problemas de máquinas eléctricas*. Madrid: McGraw-Hill
- Fraile Mora, J. (2003). *Máquinas eléctricas*. (5° Ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Kosow, Irving L. (2005). *Máquinas eléctricas y transformadores*. Barcelona: Editorial Reverté
- Manzano Orrego, Juan José (2000). *Mantenimiento de máquinas eléctricas: equipos e instalaciones electrotécnicas*. (2° Ed.). Camberra: Paraninfo
- Ponce Cruz, P. & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*. México: Alfaomega

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE COLECCIONES MHE

- Chapman, S. J. (2012). *Máquinas eléctricas* (5° Ed.). Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE CICC0

- Medrano Hurtado, Z. Y., Tello, C. P., de Armas Teyra, M. A., & Hernández, C. A. (2013). Un estudio sobre la localización, detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 23(1), 37-59. Recuperado de: <http://www.cicco.org.py/>
- Rafael González, C. (2012). Experiencia Praktikum con máquinas eléctricas y control automático. *Modelling In Science Education And Learning*, Vol 5, Iss 0, Pp 93-98 (2012), (0), 93. doi:10.4995/msel.2012.2136
- Tleis, N. D. (2008). *Power Systems Modelling and Fault Analysis: Theory and Practice*. Amsterdam: Newnes. Recuperado de: <http://www.cicco.org.py/>