



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

***SISTEMAS DE GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA***

Curso : 5º
Cuatrimestre : 1º
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 3,2
Prácticos : 2,8

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 2001-09-03

SISTEMAS DE GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA: PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Sistemas eléctricos de gran potencia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Comprender las características del Sistema Eléctrico Español.*
- 1.2 Interpretar las funciones y responsabilidades de los distintos elementos.*
- 1.3 Comprender el proceso de suministro eléctrico y sus parámetros y unidades.*
- 1.4 Manejar con soltura el método por unidad.*

CONTENIDOS

1.1: ESTRUCTURA DE LA RED ELÉCTRICA NACIONAL

- Introducción: Demanda energética mundial y nacional. Órdenes de magnitud y unidades.
- Características y estructura del sistema de generación eléctrico.
- Configuración de la red eléctrica nacional.
- Planificación y explotación de la red. Justificación del transporte a alta tensión.
- Método de cálculo por unidad. Potencia instantánea, compleja y aparente.

1.2: PRODUCCIÓN Y DEMANDA. CALIDAD DE SERVICIO

- Recursos energéticos. Modelos de estimación de la demanda.
- Bases de la producción española de electricidad. Asignación de producción.
- Calidad de servicio y reglamentación del sector eléctrico.

BLOQUE 2: Centrales eléctricas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Comprender la estructura, componentes y funcionamiento de las centrales de generación.*
- 2.2 Analizar los ciclos termodinámico de los diferentes tipos de centrales térmicas.*
- 2.3 Calcular el estado de potencia de una central a partir del estado de sus variables, y viceversa.*
- 2.4 Modelizar las centrales y los centros de transformación para los estudios de la red.*

CONTENIDOS

2.1: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y TÉRMICAS

- Características y componentes de las centrales hidráulicas. Tipos, bombeo, máquinas, embalses y circuito hidráulico. Régimen hidráulico.
- Características y componentes de las centrales térmicas. Sistemas auxiliares. Estudio avanzado de los ciclos termodinámicos de los diferentes tipos de centrales térmicas. Influencia de los factores externos.
- Centrales de ciclo combinado y de cogeneración.
- Constitución y modelos de las centrales.

2.2: GENERADORES SÍNCRONOS

- Parámetros básicos y operativos. Constitución y modelos de máquinas síncronas.
- Máquina síncrona conectada a un sistema de gran potencia. Casos operativos, control y diagramas límites de funcionamiento.
- Régimen transitorio. Diagrama vectorial transitorio práctico. Fenómenos adicionales que se deben considerar.

2.3: TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y REGULACIÓN

- Características básicas de los transformadores de potencia. Circuito equivalente. Modelos y parámetros.
- Características particulares de los transformadores dependiendo de su situación en la red.
- Transformadores de regulación.
- Autotransformadores, transformadores de tres devanados y transformadores de medida y protección.

BLOQUE 3: Redes de transporte

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1 *Comprender las funciones de las redes de transporte y su constitución.*
- 3.2 *Evaluar los parámetros que representan los fenómenos eléctricos de las redes.*
- 3.3 *Modelizar las líneas eléctricas a partir de su disposición geométrica, aislamiento y de las características de sus conductores*
- 3.4 *Aplicar los modelos de línea y las técnicas de compensación de energía reactiva para distintos regímenes de carga.*
- 3.5 *Comprender las funciones del operador de la red.*

CONTENIDOS

3.1: PARÁMETROS DE LÍNEAS AÉREAS Y CABLES DE TRANSPORTE

- El problema del transporte y funciones de las redes eléctricas.
- Constitución y elementos de las líneas aéreas y de los cables de potencia.
- Parámetros: Resistencia, perditancia, inducción y capacidad.
- Transporte en CA y CC.

3.2: MODELOS DE LÍNEAS. LÍMITES DE CARGA

- Modelos de líneas para estudios de redes eléctricas. Líneas largas, medias y cortas. Potencia transmitida.
- Límites de carga según los criterios de temperatura y de estabilidad.
- Casos particulares: régimen natural, líneas sin pérdidas y en vacío.
- Mecanismos de compensación de reactiva. Selección de equipos.

BLOQUE 4: Fallos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.1 *Comprender los efectos de los distintos tipos de fallos.*
- 4.2 *Analizar casos concretos de fallo y calcular las corrientes de cortocircuito de diferentes esquemas de red.*
- 4.3 *Comprender el funcionamiento y la coordinación de las protecciones específicas de redes de gran potencia.*

CONTENIDOS

4.1: FALLOS SIMÉTRICOS Y ASIMÉTRICOS

- Introducción y cálculo de corrientes de cortocircuito. Relación con la estabilidad.
- Cortocircuitos más desfavorables. Aplicación a sistemas y casos concretos.

4.2: PROTECCIONES

- Tipos y funciones de las protecciones en los sistemas eléctricos: diferencial, direccional, distancia.
- Equipamientos y coordinación de protecciones. Protección de transformadores y generadores.

BLOQUE 5: Control de sistemas de potencia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.1 *Comprender la importancia del mantenimiento de la tensión de red y su relación con la potencia.*
- 5.2 *Comprender las funciones de la regulación y los mecanismos de control.*
- 5.3 *Calcular la regulación de redes sencillas.*
- 5.4 *Comprender el comportamiento de la red frente a las perturbaciones y sus efectos en la estabilidad.*
- 5.5 *Aplicar los criterios de estabilidad a casos concretos de perturbaciones de redes.*

CONTENIDOS

5.1: REGULACIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y Terciaria

- Filosofía y necesidad de la regulación de potencia-frecuencia. Tipos de regulación y funcionamiento y objetivos de cada uno. Acuerdos interzonas. Intercambios.
- Interacción entre la potencia reactiva y la tensión. Mecanismos para su regulación.

5.2: PERTURBACIONES. ESTABILIDAD PERMANENTE Y TRANSITORIA

- Causas, tratamiento y consecuencias de las perturbaciones eléctricas en la red.
- Análisis de estabilidad de sistemas eléctricos. Criterios de igualdad de área.
- Métodos de mantenimiento y mejora de estabilidad en redes.

b) BIBLIOGRAFÍA**BÁSICA:**

- AGÜERA, J. *Termodinámica lógica y motores térmicos*. Editorial Ciencia 3, Universidad de Córdoba, 1993
- ELGERD, O.I. *Electric Energy Systems Theory. An Introduction*. McGraw-Hill, Nueva York, 1982.
- SAADAT, H. *Power Systems Analysis*. McGraw-Hill, Nueva York, 1999.
- WILHELMI, J.R. *Análisis de sistemas hidroeléctricos*. Servicio de publicaciones de la ETSI de Caminos de Madrid, Madrid, 1997.

COMPLEMENTARIA:

- BERGEN, A.R.; VITTAL, V. *Power Systems Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1986.
- EL-WAKIL, M.M. *Powerplant Technology*. McGraw-Hill, Nueva York, 1985.
- GRAINGER, J.; STEVENSON, W.D. *Análisis de sistemas de potencia*. McGraw-Hill, México D.F., 1996.
- MONTANE P. *Protecciones en las instalaciones eléctricas. Evolución y perspectivas*. Marcombo, Barcelona, 1993.
- SANZ FEITO, J. *Centrales eléctricas*. Servicio de publicaciones de la ETSI de Industriales de Madrid, Madrid, 1993.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Se realizarán prácticas mediante visitas a instalaciones y centrales de generación de las empresas eléctricas, y/o prácticas de laboratorio. Los alumnos tomarán las notas oportunas para confeccionar un informe que será objeto de calificación. Las prácticas se realizan en grupos de tres o cuatro alumnos.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Fórmula de evaluación será la siguiente:

$$Nota = \frac{Teoría + Ejercicio + 0'5 Prácticas}{2'5} + \frac{Interr. Acertadas}{Total Interr.} + Pext.$$

dónde, “Teoría” y “Ejercicio” corresponden a las notas obtenidas en cada una de las partes de que se compondrá el examen: un ejercicio teórico consistente en cuestiones teórico prácticas, y un ejercicio práctico en el que se desarrolla un supuesto de aplicación. Cada una de las partes “Teoría”, “Ejercicio” y “Prácticas” se puntuará de 0 a 10.

El segundo sumando de la fórmula corresponde a las llamadas “interrogaciones de clase”, que son pequeños ejercicios realizados durante algunas clases, con el objeto de favorecer la atención y el seguimiento de la asignatura por parte del alumno.

De forma voluntaria el alumno podrá realizar trabajos adicionales (*Pext*), que una vez aprobada la asignatura, se sumarán a la nota obtenida. El número de trabajos que se puede realizar no está limitado, siendo su valor de 1 punto por cada trabajo apto.