

Curso de grado en Ingeniería Eléctrica

1. Nombre de la asignatura: Estabilidad de los Sistemas Eléctricos de Potencia

2. Materia: Instalaciones y sistemas eléctricos de potencia

3. Créditos: 10

4. Objetivos

El curso brinda herramientas que posibilitan la comprensión del comportamiento dinámico de los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP). En particular el alumno quedará facultado para modelar la red de potencia y los principales componentes, simular computacionalmente la conducta dinámica del sistema, analizar diferentes fenómenos dinámicos (estabilidad transitoria, estabilidad en pequeña señal, etc.) y estudiar acciones correctivas.

5. Metodología de enseñanza

El curso consta de 60 horas de sesiones expositivas en que se cubrirán tanto aspectos teóricos como aplicaciones y ejercicios.

En 10 horas aula se cubrirán los ejercicios de simulación digital. En estas se presentarán las herramientas computacionales a ser empleadas y se introducirán los ejercicios a ser desarrollados por los alumnos.

6. Temario

1. Conceptos básicos.
2. Modelado de componentes de SEP para estudios de estabilidad
3. Modelado de sistemas multimáquina
4. Estabilidad de sistemas dinámicos
5. Estabilidad Transitoria
6. Estabilidad frente a pequeñas perturbaciones
7. Estabilidad de tensión
8. Tópicos de control de SEP

7. Bibliografía

Power System Stability & Control, Prabha Kundur, Mc. Graw Hill, ISBN 0-07-035958-X, 1993.

Power System Control & Stability, P.M. Anderson & A.A. Fouad, IEEE Press, 1994, ISBN 0-7803-1029-2, 1977

Voltage collapse and transient energy function analyses of AC/DC systems, Claudio Canizares. PhD Thesis, University of Wisconsin-Madison, 1991

8. Conocimientos previos exigidos y recomendados

Modelado y análisis en régimen permanente de redes de potencia y máquinas eléctricas, flujo de carga, ecuaciones diferenciales, uso de herramientas computacionales de simulación.

ANEXO

Temario detallado

Entre paréntesis se detallan las horas de aula teórico-práctica en primer término y las de ejercicios de simulación por cada tema.

1	Conceptos básicos.		(3,0)
1.1	Características básicas de los SEP. Estructura. Control de sistemas de potencia Criterios de diseño y operación de sistemas de potencia	1	
1.2	Introducción a la estabilidad de sistemas de potencia. Conceptos básicos y definiciones Tipos de estudio de estabilidad	2	
2	Modelado de componentes de SEP para estudios de estabilidad		(14,2)
1.3	Máquina sincrónica Teoría y modelado de máquinas sincrónicas Parámetros de la máquina sincrónica Representación de la máquina sincrónica en estudios de estabilidad	9	
1.4	Cargas Modelos estáticos y dinámicos Modelos de los motores de inducción	2	
1.5	Sistemas de excitación Requerimientos, elementos y tipos. Comportamiento dinámico. Funciones de control y protección. Modelos.	2	
1.6	Suministradores primarios de energía. Turbinas hidráulicas y térmicas.	1	
1.7	Simulación digital.		
3.	Representación de Sistemas Eléctricos de Potencia		(5,5)
3.1	- Modelo del Transformador Parámetros y circuito equivalente Determinación de los parámetros Performance		(0.5 , 1)
3.2-	Modelo de las líneas Parámetros de las líneas Modelo de líneas Performance		(1 , 1.5)
3.3-	Análisis de flujo de carga Presentación del problema de flujo de carga		(1.5 , 2.5)

Solución del flujo de carga		
Estudio del Software y aplicaciones		
3.4 - Inclusión del modelo de la máquina para estudios de estabilidad.	(2, 0)	
Ecuación de swing		
Representación de sistemas multimáquinas.		
4. Estabilidad de sistemas dinámicos		(3,1)
Modelos en el espacio de estados		
Estabilidad. Lyapunov		
Herramientas de análisis		
Linealización		
5. Estabilidad Transitoria		(12,3)
5.1 Introducción	0.5	
5.2 Ejemplo máquina - bus infinito		
trayectoria	1	
criterio de igual área		
formulación Lyapunov	1.5	
respuestas a CC	1.5	
influencia de factores	1	
Ejercicios		
5.3 Análisis de faltas no balanceadas	2	
Ejercicios		
5.4 Protecciones	1	
5.5 Estudio de caso. Sistema de varias máquinas	3	
Ejercicios		
5.6 Métodos directos	0.5	
6. Estabilidad frente a pequeñas perturbaciones		(10,2)
6.1 Introducción	0.5	
6.2 Ejemplo máquina-bus infinito		
modelo elemental	2	
modelos incluyendo		
circuitos de campo		
sistema de excitación		
amortiguadores	2	
Ejercicios		
6.3 Modelado de sistemas multimáquina	0.5	
6.4 Análisis de autoestructura	2.5	
6.5 Estudio de caso. Sistema de varias máquinas	2.5	
Ejercicios		
7. Estabilidad de tensión		(6,0)
7.1 Introducción	(1 hora)	
-Definición de estabilidad de tensión.		
-Ejemplo simple de línea radial. Influencia del modelo de carga y de la compensación de reactiva.		

- Descripción de casos reales de colapso de tensión
 - Descripción cualitativa de los elementos fundamentales del sistema de potencia(modelos de carga,tipo de compensación,límites de reactiva de los generadores,etc.) que determinan el fenómeno.
 - 7.2 Bases matemáticas del análisis de la estabilidad de tensión (1,5 horas)
 - Modelo matemático del sistema de potencia
 - Teorema de Hartmann-Grobman (sin demostrar)-Definición de bifurcaciones y tipos genéricos de bifurcación.
 - Ejemplo simple de bifurcación silla-nodo.
 - Relación cualitativa entre la bifurcación silla-nodo y el colapso de tensión.
 - Caracterización de las bifurcaciones silla-nodo:Teorema de Sotomayor (sin demostrar)
 - 7.3 Métodos de análisis de la estabilidad de tensión (1,5 horas)
 - Descripción cualitativa de métodos estáticos y dinámicos
 - Validación de los métodos estáticos clásicos.
 - Método directo
 - Método de continuación
 - 7.4 Índices y márgenes de estabilidad de tensión (1,5 horas)
 - Curvas P-V y Q-V
 - Índices derivados del análisis modal
 - 7.5 Medidas correctivas (0,5 horas)
 - Descripción cualitativa de métodos correctivos
 - Aplicación del cálculo de vectores propios a la selección de barras críticas
 - Cálculo de refuerzos de reactiva mediante curvas Q-V
- 8. Tópicos de control de SEP (4,0)**
- Reguladores de tensión (AVR) y de frecuencia (AGC)
 - Estabilizadores (PSS)
 - Control de potencia reactiva

Forma de evaluación

Los alumnos deberán entregar una serie de trabajos obligatorios para los que se establecerán plazos de entrega. Serán tres o cuatro trabajos obligatorios; uno de ellos podrá comprender la exposición de un artículo o un estudio de caso. La asignatura no tiene examen.

Previaturas

Las asignaturas
 Redes Eléctricas o Redes Eléctricas II,
 Introducción a la Electrotécnica,
 Ecuaciones diferenciales,
 Métodos numéricos,
 en la modalidad curso a curso.

Estimación de la dedicación esperada del alumno

Asistencia a aulas teórico-prácticas:	57 horas
Asistencia a clases de simulación	13 horas
Estudio individual o grupal	60 horas

Preparación de entregas	20 horas
Total	150 horas

Cupo mínimo: 6 alumnos

Se justifica por el esfuerzo relativamente grande para dictar por primera vez el curso y a la presencia de suficientes asignaturas electivas en el perfil potencia. De no alcanzarse el número mínimo los alumnos podrán realizar el Curso de actualización Profesional a dictarse a partir del año próximo.

APROBADO POR RESOLUCION DEL CONSEJO DE FACULTAD
DE FECHA 02.12.02 SEGUN EXP. 061900-000435-02