

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Análisis dinámico de máquinas		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Mecanismos.	Paralelas: Ninguna	Consecutivas: Ninguna
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		8
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	3	54
Prácticas:	2	36
Total:	5	90

Elaborado por:	M.I. Gilberto Villalobos Llamas, M.I. Sergio Llamas Zamorano, M.I. Salvador Barragán González, Ing. Norberto López Luiz.
Fecha:	Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

Debido a que el movimiento es inherente a las máquinas, las características cinemáticas tales como la velocidad y la aceleración son de importancia para la ingeniería en el análisis y diseño de los componentes de las máquinas. El buen diseño de una máquina depende entre otras cosas de la explotación del conocimiento en los campos de la dinámica.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Dotar al alumno de la capacidad de análisis del efecto dinámico en elementos mecánicos críticos.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Introducir al alumno en los conceptos fundamentales y reforzar los conocimientos básicos para el análisis dinámico de máquinas.	UNIDAD I. Dinámica del cuerpo rígido <ol style="list-style-type: none">1. Introducción a la cinemática espacial de cuerpos rígidos.2. Ecuación de conservación del momentum lineal y angular.3. Momentos de inercia y teoremas.4. Ecuación de Euler.5. Trabajo y energía de los cuerpos rígidos.6. Movimiento general en el espacio.7. Fuerzas estáticas y dinámicas.
El alumno analizará las fuerzas y sus efectos sobre mecanismos planos articulados.	UNIDAD II. Análisis dinámico de mecanismos <ol style="list-style-type: none">1. Fuerzas de inercia y principio de D'Alembert.2. Análisis estático de fuerzas en mecanismos planos articulados.3. Análisis dinámico de mecanismos planos articulados.
El alumno obtendrá los conocimientos básicos para el análisis dinámico en motores.	UNIDAD III. Dinámica de los motores de piston <ol style="list-style-type: none">1. Tipos de motores2. Diagramas de los indicadores.3. Análisis dinámico de motores en línea y en V.4. Fuerzas reciprocantes en motores.
El alumno analizará el balanceo tanto estático como dinámico en los diferentes elementos mecánicos.	UNIDAD IV. Balanceo <ol style="list-style-type: none">1. Definición y características.2. Balanceo dinámico.3. Balanceo estático.4. Balanceo de mecanismos.5. Balanceo de máquinas.6. Balanceo de motores.

El alumno realizará estudios de vibración de elementos mecánicos de n grados de libertad.	UNIDAD V. Vibraciones mecánicas <ol style="list-style-type: none"> 1. Fundamentos básicos 2. Vibraciones libres y forzadas. 3. Vibraciones con n grados de libertad. 4. Vibraciones libres y forzadas con amortiguamiento viscoso. 5. Instrumentos medidores de vibración.
El alumno analizará los efectos que se producen en elementos de máquinas sometidas a vibración transitoria.	UNIDAD VI. Vibración transitoria <ol style="list-style-type: none"> 1. Excitación impulso 2. Excitación arbitraria.

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida		Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas	*	Phillip 66		Demostración	
Debates		Discusión en pequeños grupos	*	Otra _____	
Mesa redonda		Lectura dirigida		Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura	*	Ensayo		Otras _____	
Proyecto	*	Exposición		Otras _____	
Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	*	Láminas	
Pintarrón	*	Televisión		Fotocopias	*
Computadora	*	Otros		Otros _____	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	30%	30%	30%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-

Tareas	10%	10%	10%
Prácticas	30%	30%	30%
Proyecto	20%	20%	20%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	10%	10%	10%
Ensayo	-	-	-
Investigación	-	-	-
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Chiang S. Luciano. (2000). <i>Análisis dinámico de sistemas mecánicos</i> . (2ª edición). México: Alfa Omega.
Erdman Arthur G., & Sandor George N. (1998). <i>Diseño de mecanismos análisis y síntesis</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall.
Fernindad P. Beer, & E. Russell Johnston. (2000). <i>Mecánica vectorial para ingenieros, dinámica</i> . (6ª edición). México: McGraw Hill.
Hamilton H. Mabie. (1998) <i>Mecanismos y dinámica de maquinaria</i> . (2ª edición). México: Limusa.
Joseph Edward Shigley. (1981). <i>Análisis cinemático de mecanismos</i> . (2ª edición). México: McGraw Hill.
Leonard Meirovitch. (2001). <i>Fundamentals of vibration</i> . (6ª edición). New York: Mc Graw Hill.
Norton Robert L. (2000). <i>Diseño de maquinaria</i> . (2ª Edición). México: Mc Graw Hill.
Rusell C. Hibbeler. (1996). <i>Mecánica para ingenieros. Dinámica</i> . (3ª edición). México: CECSA.
Steidel Robert F. (1991). <i>Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas</i> . (2ª edición). México: CECSA.
Bibliografía complementaria
Genta Giancarlo. (1995). <i>Vibration of structures and machines</i> . (2ª edición). USA: Springer-Verlag.
Ogata Katsuhiko. (1987). <i>Dinámica de sistemas</i> . México: Prentice Hall.
S. Graham Nelly. (1996). <i>Mechanical vibrations</i> . México: Schaum's outlines McGraw Hill.
Wowk Victor. (2000). <i>Machinery vibration alignment</i> . (2ª edición). USA: McGraw Hill.
Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
1. Modelado en computadora de mecanismo plano 2. Solución analítica de problemas de fuerzas reciprocantes en motores de pistón 3. Solución analítica de problemas de balanceo 4. Modelado en computadora de sistemas con amortiguamiento viscoso 5. Obtención de amplitud en modelos de computadora para vibraciones.

Horas de utilización de infraestructura computacional:
3 horas/semana/mes.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Control moderno		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Teoría de Control	Paralelas: Sistemas de potencia II, Maquinas eléctricas III.	Consecutivas: Control de motores eléctricos, Protección de sistemas Eléctricos, Instalaciones eléctricas e iluminación.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		8
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	3	54
Prácticas:	2	36
Total:	5	90

Elaborado por:	Ing. Arturo Rincón Pulido, Ing. Bernabé López Araujo, Ing. Bernardo Rincón Márquez, Ing. Rene Octavio Santos torres, M.C. Efraín Hernández Sánchez.
Fecha:	22/Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

El conocimiento de la evolución de todas las variables involucradas en los sistemas dinámicos multivariantes y no lineales, permite efectuar un control más potente del mismo, por ello es fundamental el estudio del modelo de estado del sistema.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno conocerá herramientas de análisis para obtener la mayor información posible del sistema, que le permitirá diseñar controladores, usando técnicas basadas en espacios de estados.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno adquirirá la habilidad de representar matemáticamente los sistemas dinámicos por medio del concepto de estado.	UNIDAD I. Modelo de estado 1.1. Introducción 1.2. Ecuaciones del modelo de estado 1.3. Representación gráfica de sistemas lineales 1.4. Función de transferencia y modelo de estado 1.5. Métodos de obtención del modelo de estado.
El alumno será capaz de solucionar la ecuación de estado de un sistema lineal.	UNIDAD II. Solución de la ecuación de estado de sistemas lineales 2.1 Introducción 2.2 Solución de la ecuación homogénea. Matriz de transición. 2.3 Propiedades de la matriz de transición 2.4 Solución de la ecuación completa 2.5 Cálculo de la matriz de transición 2.5.1 Método de Cayley-Hamilton 2.5.2 Método de Jordan 2.5.3 Mediante la transformada inversa de Laplace.
El alumno identificará las variables que pueden controlarse con las entradas disponibles del sistema.	UNIDAD III. Controlabilidad 3.1 Introducción 3.2 Controlabilidad en sistemas lineales 3.3 Controlabilidad en sistemas lineales invariantes 3.4 Subespacio controlable 3.5 Separación del subsistema controlable 3.6 Controlabilidad de la salida.
El alumno será capaz de determinar el valor del estado de un sistema a partir de la evolución de la entrada y de la salida que genera.	UNIDAD IV. Observabilidad 4.1 Introducción 4.2 Observabilidad de sistemas lineales 4.3 Sistemas lineales invariantes 4.4 Subespacio no-observable 4.5 Separación del subsistema no-observable 4.6 Separación de los subsistemas controlable y observable.
El alumno será capaz de fijar las características del	UNIDAD V. Control por realimentación del estado

comportamiento dinámico de un sistema mediante la realimentación de sus variables de estado.	5.1 Introducción 5.2 Realimentación del estado 5.3 Control de sistemas monovariantes 5.4 Control de sistemas multivariantes.
El alumno será capaz de determinar el estado del sistema a partir de la evolución de sus entradas y salidas.	UNIDAD VI. Observadores del estado 6.1 Introducción 6.2 Definiciones 6.3 Comportamiento del conjunto sistema-observador 6.4 Cálculo del observador en sistemas monovariantes 6.5 Cálculo del observador en sistemas multivariantes 6.6 Observadores de orden reducido.
El alumno analizará la estabilidad de sistemas no lineales empleando el método de Lyapunov.	UNIDAD VII. Análisis de estabilidad de Lyapunov para sistemas continuos 7.1 Conceptos y definiciones 7.2 Funciones y matrices definidas positivas y definidas negativas 7.3 Segundo método de Lyapunov 7.4 Análisis de estabilidad de sistemas lineales invariantes en el tiempo.

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	*	Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas	*	Phillip 66		Demostración	*
Debates		Discusión en pequeños grupos	*	Aprend. Colaborativo.	*
Mesa redonda		Lectura dirigida	*	Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura	*	Ensayo		Otras _____	
Proyecto	*	Exposición	*	Otras _____	
Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	*	Láminas	
Pintarrón	*	Televisión		Fotocopias	
Computadora	*	Otros		Otros _____	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20%	20%	20%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	25%	25%	25%
Prácticas	20%	20%	20%
Proyecto	25%	25%	25%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	10%	10%	10%
Ensayo	-	-	-
Investigación	-	-	-
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100 %	100 %	100 %

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Chen, Chi-Tsong. (1998). <i>Linear system theory and design</i> . (3ª edición). Oxford University Press.
Domínguez S., Campoy P., Sebastián J., & Jiménez A. (2002). <i>Control en el espacio de estados</i> . Madrid: Pearson Educación S.A.
Ogata K. (1998). <i>Ingeniería de Control Moderna</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall.
Khalil H. K. (2002). <i>Nonlinear Systems</i> . (3ª edición). USA: Prentice Hall.
Kuo, B. (1996). <i>Sistemas de control automático</i> . (7ª edición). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
Kuo, B., Golnaraghi F. (2002). <i>Automatic control systems</i> . (8ª edición). USA: John Wiley & Sons, Inc.
Bibliografía complementaria
Dorf, R. (2001). <i>Modern control systems</i> . (9ª edición). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
Lewis, P., & Yang, C. (1999). <i>Sistemas de control en ingeniería</i> . España: Prentice Hall Iberia.
Ogata, K. (1999). <i>Problemas de ingeniería de control utilizando matlab</i> . Prentice-Hall Hispanoamericana.

Links de Internet

http://www.mathworks.com/

Prácticas de laboratorio:

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Introducción de matrices en programas de MATLAB.2. Modelado de Sistemas en Espacio de Estados3. Análisis de Respuesta de Sistemas4. Simulación de Sistemas con MATLAB5. Simulación de Sistemas Lineales6. Diseño de Controladores por Retroalimentación de Estados7. Diseño de Observadores en Lazo Cerrado8. Simulación de Sistemas con SIMNON9. Controlador Proporcional Integral10. Controlador Proporcional Derivativo11. Controlador PID12. Control de Proceso |
|---|

Horas de utilización de infraestructura computacional:

36 horas al semestre.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Diseño II		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Diseño I.	Paralelas: Ninguna.	Consecutivas: Taller de diseño, Principios de elemento finito (optativas).
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		8
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	3	54
Prácticas:	2	36
Total:	5	90

Elaborado por:	M.I. Salvador Barragán González, Ing. Norberto López Luíz.
Fecha:	Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

En la materia de Diseño II se proporciona más información referente a otros elementos de máquinas no analizados en la asignatura de Diseño I en relación al tiempo, a la vez se tendrá un análisis más completo para el diseño de elementos de máquina de cualquier mecanismo, los cuales son básicos en la solución de problemas de la misma sociedad industrial, buscando una economía en tiempo y dinero en el diseño de máquinas.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Capacitar a los alumnos en la selección y cálculo de los elementos, mecánicos típicos que constituyen las máquinas, tales como: engranes, embragues, cojinetes, rodamientos, bandas, etc. Tanto en el diseño de esos elementos como en la selección.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno será capaz de diseñar y seleccionar cualquier tipo de engrane o tren de engranes con base en las teorías de diseño y normas internacionales.	UNIDAD I. Engranes <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a la cinemática de los engranes. 2. Engranes cilíndricos helicoidales. 3. Engranes cónicos. 4. Corona con tornillos. 5. Hipoidales.
El alumno podrá determinar y calcular los distintos tipos de lubricación que se le aplicarán a los rodamientos y apoyos conforme marcan las normas.	UNIDAD II. Cojinetes (chumaceras), deslizamiento <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de cojinetes de deslizamiento. 2. Lubricantes, viscosidad. 3. Capacidad de carga de lubricantes. 4. Cojinetes de mango. 5. Curva de fricción y carga de cojinetes de mango. 6. Equilibrio térmico de cojinetes de mango.
El alumno será capaz de diseñar, seleccionar y determinar la vida útil de un rodamiento dependiendo de sus características y tipo de trabajo que realice.	UNIDAD III. Cojinetes de rodamientos <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de rodamientos de rodadura. 2. Esfuerzos durante el contacto de rodadura de duración de un rodamiento. 3. Capacidad de carga estática, dinámica, dinámica equivalente, variables. 4. Selección de los rodamientos utilizando las tablas. 5. Selección de rodamientos cuando la probabilidad de supervivencia es diferente del 90%. 6. Materiales y acabados. Dimensiones de los rodamientos. Rozamiento. 7. Soportes para rodamientos de rodadura. 8. Aplicación.
El alumno diseñará y seleccionará cualquier tipo de transmisión flexible dependiendo el tipo de trabajo.	UNIDAD IV. Transmisiones flexibles <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de bandas. 2. Banda de sección rectangular. 3. Banda de sección trapezoidal. 4. Transmisiones con cadena.

	5. Trasmisiones por cables. 6. Aplicación.
El alumno podrá calcular cualquier tipo de unión ya sea soldada o remachada con base a las normas y reglas internacionales y conocerá la forma de representarlas.	UNIDAD V. Uniones, soldadura y remachadas 1. Unión a tope. 2. Soldadura en ángulo con carga excéntrica. 3. Cálculo de esfuerzos, resistencia a la fatiga. 4. Tipos de soldadura y tipos de procesos de soldadura. 5. Otros métodos de unir metales.
El alumno podrá diseñar, calcular y seleccionar cualquier tipo de transportador.	UNIDAD VI. Transportadores 1. Bandas transportadoras cálculo y selección. 2. Transportadores de cadena cálculo y selección. 3. Transportadores de cangilones cálculo y selección. 4. Transportadores de tornillo sinfín.
En este tema el alumno diseñará una máquina presentando al final un proyecto con sus planos de ingeniería básica y a detalle, además presentará una memoria de cálculo.	UNIDAD VII. Proyecto de diseño fundamentado con planos de ingeniería básica y a detalle.

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	*	Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas		Phillip 66		Demostración	*
Debates	*	Discusión en pequeños grupos	*	Otra _____	
Mesa redonda		Lectura dirigida	*	Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura	*	Ensayo		Otras	
Proyecto	*	Exposición	*	Otras	

Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos	*	Láminas	*
Pintarrón	*	Televisión		Fotocopias	*
Computadora	*	Otros		Otros	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	40%	40%	40%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	20%	20%	20%
Prácticas	-	-	-
Proyecto	25%	25%	25%
Participación individual	5%	5%	5%
Participación en equipo	5%	5%	5%
Ensayo	-	-	-
Investigación	5%	5%	5%
Otros	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Deutschman, A., Michels, W., & Wilson, C. (1991). <i>Diseño de máquinas: teoría y práctica</i> . (4ª edición). México: CECOSA.
Mott, R., & Cordova Just, A. (1995). <i>Diseño de elementos de máquinas</i> . (2ª edición). México: Pearson educación.
Spotts, M., Shoup, T., & Cera, J. (1999). <i>Elementos de máquinas</i> . (7ª edición). México: Pearson educación.
Shigley, J., & Mischke, C. (2002). <i>Diseño en ingeniería mecánica</i> . (6ª edición). México: McGraw - hill Interamericana.
Norton, R., & García Hernández, A. (2000). <i>Diseño de maquinaria</i> . México: McGraw - hill.
Bibliografía complementaria

<p>Jhonson, O. (1973). <i>Diseño de máquinas herramientas</i>. México: Crat.</p> <p>Faires, V. (1990). <i>Diseño de elementos de máquinas</i>. México: Uteha.</p> <p>Slaymaker, R. (1991). <i>Diseño y análisis de elementos de máquinas</i>. México: Limusa</p> <p>Aguirre Esponda, G. (1990). <i>Diseño de elementos de máquinas</i>. México: Trillas, UNAM, Facultad de Ingeniería.</p> <p>Faires Virgil, M. (1971). <i>Problemas de diseño de elementos de máquinas</i>. España: Limusa.</p> <p>Norton, R. (2002). <i>Cam design and manufacturing handbook</i>. (2ª edición). USA: Industrial press.</p> <p>Catálogo de Martín Sprocket.</p> <p>Catálogo de Dodge. Tomo I, II y III.</p> <p>Catálogo de Festo.</p> <p>Catálogo de Rodamientos.</p> <p>Catálogo Sumitomo.</p>
Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
En cada tema, las prácticas que se realizaran son la solución de problemas para que el alumno adquiera habilidades de razonamiento, cálculo y utilización de los catálogos que existen en el mercado para la selección de elementos mecánicos.
Horas de utilización de infraestructura computacional:
2 horas a la semana.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Máquinas eléctricas III		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Máquinas eléctricas II.	Paralelas: Sistemas de potencia II.	Consecutivas: Subestaciones eléctricas.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	M.C. J. Ramón Vázquez Bivian, Ing. Bernabé López Araujo, M.C. Tiberio Venegas Trujillo, Ing. Tomas Santillán Méndez, Ing. Abel Delino Silva.
Fecha:	27/ Mayo/ 2004.

II. PRESENTACIÓN

En los últimos años las máquinas eléctricas de corriente alterna, han tenido cambios importantes con respecto al diseño, construcción, control y consumo o producción de energía eléctrica. Esto, por supuesto, va de acuerdo con los rápidos adelantos de la tecnología eléctrica en los últimos años. De ahí la importancia del estudio de las máquinas eléctricas de corriente alterna en la industria de la generación de energía eléctrica y de la industria de la transformación, es fundamental dado que con ellas es posible llevar a cabo el proceso de transformación de energía electromecánica o viceversa, de ahí que se tenga que estudiar a dichas máquinas.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

El alumno analizará la construcción y funcionamiento de las máquinas eléctricas de corriente alterna que se utilizan en la industria. Así como realizar la instalación de y mantenimiento de estas máquinas, para lo cual se aportarán los conocimientos teóricos y prácticos para tal fin.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
<p>El alumno conocerá los diferentes tipos de máquinas de corriente alterna, sus partes constitutivas y características que las distinguen entre las de inducción y sincrónica. Esta última ampliamente utilizada en la industria de la generación eléctrica.</p>	<p>UNIDAD I. Generalidades</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Estructura elemental de la máquina de Inducción 1.2 Características generales de las máquinas de inducción trabajando como motor o generador. 1.3 Estructura elemental de la máquina sincrónica 1.3 Características generales de la máquina sincrónica, trabajando como motor o generador 1.4 Regulación, eficiencia y mantenimiento de las máquinas de corriente alterna .
<p>El alumno aprenderá a obtener las ecuaciones que describen el comportamiento de las máquinas eléctricas de corriente alterna, a partir de la obtención de una nueva máquina primitiva, realizando transformaciones de coordenadas.</p>	<p>UNIDAD II. Teoría del marco de referencia (máquina primitiva a-b)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Devanado de anillos deslizantes 2.2 Distribuciones d-q superficiales de corriente, giratorias, en el rotor 2.3 Distribuciones superficiales equivalentes del rotor a-b y d-q 2.4 Ecuaciones y parámetros de la máquina a-b 2.5 Formulas de Lagrange para la máquina a-b 2.6 Invariancia de la potencia 2.7 Transformaciones de trifásica a bifásica 2.8 Transformaciones de la matriz de impedancia.
<p>El alumno será capaz de obtener los modelos de la máquina de inducción, a partir de la máquina primitiva y podrá simular e interpretar el comportamiento de la máquina en estado estable y transitorio.</p>	<p>UNIDAD III. Teoría de la máquina de inducción</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Modelo de máquina primitiva para la máquina de inducción trifásica 3.2 Ecuaciones de ligadura para régimen estacionario en un colector infinito compensado 3.4 Transformación de componentes simétricos bifásicas 3.5 Circuito equivalente en régimen estacionario sinusoidal 3.6 Relaciones de par

	<p>3.7 Magnitudes y circuito equivalente para una fase</p> <p>3.8 El circuito equivalente con pérdidas mutuas</p> <p>3.9 El circuito equivalente aproximado y la determinación experimental de los parámetros de la máquina</p> <p>3.10 El diagrama circular para la máquina de inducción</p> <p>3.11 Características de funcionamiento en régimen estacionario</p> <p>3.12 Características de funcionamiento en régimen transitorio</p> <p>3.13 El servomotor de dos fases</p> <p>3.14 La máquina de inducción de una sola fase.</p>
El alumno será capaz de obtener el modelo de la máquina síncrona, a partir de la máquina primitiva y podrá simular e interpretar el comportamiento de la máquina en estado estable y transitorio, en la modalidad de motor o generador.	<p>UNIDAD IV. Teoría de la máquina de síncrona</p> <p>4.1 Modelo de la máquina primitiva</p> <p>4.2 Ecuaciones de ligadura para régimen estacionario en un colector infinito compensado</p> <p>4.3 Par síncrono de origen eléctrico</p> <p>4.4 Diagrama complejo de la máquina síncrona</p> <p>4.5 Funcionamiento a potencia constante</p> <p>4.6 Circuito equivalente de una fase para la máquina de polos no salientes</p> <p>4.7 Significación física del ángulo de par</p> <p>4.8 Determinación de los parámetros de una máquina síncrona</p> <p>4.9 Características de ángulo de par en régimen transitorio</p> <p>4.10 Respuesta eléctrica a un corto circuito trifásico .</p>
El alumno será capaz de obtener sus propios modelos de las máquinas eléctricas y realizar las simulaciones del comportamiento en estado estable y transitorio de las máquinas de inducción y síncronas. Así como saber interpretar los resultados de las simulaciones.	<p>UNIDAD V. Simulaciones computacionales de la máquina síncrona y de inducción</p> <p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Simulación de la máquina de inducción en un marco de referencia arbitrario</p> <p>5.3 Simulación en varios modelos de operación la máquina de inducción</p> <p>5.4 Simulación de la máquina síncrona</p> <p>5.5 Simulación de varios modelos de la</p>

	máquina sincrona 5.1 Simulación de modelos de orden reducido.
El alumno entenderá sobre la dinámica del control y la estabilidad en los sistemas eléctricos.	UNIDAD VI. Teoría del marco de referencia usado en el análisis y simulación de sistemas eléctricos de potencia y drives 6.1 Introducción 6.2 Sistemas de potencia 6.3 Inversores-Rectificadores sistemas de drives eléctricos 6.4 Operación de Inversor expresado en un marco de referencia giratorio síncrono 6.5 Simplificación del sistema de ecuaciones para un drive inversor rectificador.

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	*	Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas	*	Phillip 66		Demostración	
Debates		Discusión en pequeños grupos	*	Otra _____	
Mesa redonda	*	Lectura dirigida	*	Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura	*	Ensayo		Otras _____	
Proyecto	*	Exposición	*	Otras _____	
Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	
Material virtual	*	Proyector de acetatos	*	Láminas	
Pintarrón	*	Televisión		Fotocopias	
Computadora	*	Otros		Otros _____	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	60%	60%	60%
Examen oral	-	-	-

Examen práctico	15%	15%	15%
Tareas	5%	5%	5%
Prácticas	5%	5%	5%
Proyecto	-	-	-
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	5%	5%	5%
Ensayo	-	-	-
Investigación	10%	10%	10%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
<p>Paúl C. Krause. (1995). <i>Analysis of electric machinery</i>. USA: IEEE Press.</p> <p>Chee-Mun Ong. (1998). <i>Dinamic simulation of electric machinery using matlab/simulink</i>. (3ª edición). USA: Prentice Hall.</p> <p>Jerome Meisel. (1969). <i>Principios de conversión de energía electromecánica</i>. (2ª edición). México: McGraw - Hill.</p> <p>Richarson, Caisse. (1995). <i>Máquinas eléctricas rotativas y transformadores</i>. (4ª edición). México: Prentice Hall.</p> <p>Fitsgeral. (1985). <i>Máquinas eléctricas</i>. (2ª edición). México: McGraw Hill.</p> <p>Chapman. (1996). <i>Máquinas eléctricas rotativas y transformadores</i>. (2ª edición). México: Prentice Hall.</p> <p>Werner Leonhard. (1997). <i>Control of electrical drives</i>. (2ª edición). Germany: Springer.</p> <p>Jimmie J. Cathey. (2002). <i>Máquinas eléctricas análisis y diseño aplicando matlab</i>. (4ª edición). México: McGraw Hill.</p> <p>Theodore Wildi. (1998). <i>Electrical machines, drives, and power systems</i>. (4ª edición). USA: Prentice Hall.</p>
Bibliografía complementaria
<p>Bimal K. Bose. (2002). <i>Modern power electronics and drives</i>. USA: Prentice Hall.</p> <p>Gray. (1993). <i>Máquinas eléctricas y sistemas accionadores</i>. (2ª edición). México DF: Alfa Omega.</p>
Links de Internet
<p>www.mhhe.com/engcs/electrical/cathey</p>

Prácticas de laboratorio
1.Motor de inducción de rotor devanado Parte I 2. Motor de inducción de rotor devanado Parte II

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">3. Motor de inducción de rotor devanado Parte III4. Motor de inducción Jaula de ardilla5. Motor síncrono parte I6. Motor síncrono parte II7. Motor síncrono parte III8. El alternador trifásico9. El alternador sin carga10. Sincronización del alternador |
|---|

Horas de utilización de infraestructura computacional:

15 horas, al menos una hora por semana durante el semestre.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Máquinas térmicas		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Termodinámica II, Turbomáquinas.	Paralelas: Ninguna.	Consecutivas: Ninguna.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		8
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	3	54
Prácticas:	2	36
Total:	5	90

Elaborado por:	M.C. Luis Eduardo Alcaraz Iñiguez, Ing. José Rodríguez Bautista, M.I. José Manuel Garibay Cisneros.
Fecha:	Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

La industria desde sus inicios se vio en la necesidad de operar fuera de las grandes ciudades, para lo cual se necesitó diseñar máquinas térmicas que ofrecieran las ventajas de mover a otras máquinas, produciendo en forma automática energía mecánica mediante un fluido térmico.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Que el alumno conozca los principios de funcionamiento de las máquinas térmicas así como la selección, operación y mantenimiento de las mismas.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno conocerá las características de las turbinas	UNIDAD I. Turbinas de vapor

<p>de impulso y de reacción. Calculará la eficiencia de las turbinas a partir de las curvas de expansión. Distinguirá los factores que originan las pérdidas. Calculará el flujo de vapor requerido en una turbina para potencia demanda. Conocerá los sistemas auxiliares de las turbinas.</p>	<p>1.1 Centrales térmicas 1.2 Introducción a turbinas de vapor. 1.3 Clasificación de turbinas de vapor. 1.4 Componentes de las turbinas de vapor. 1.5 Proporciones de la tobera. 1.6 Presión crítica en las toberas 1.7 Diseño de los alabes de las turbinas. 1.8 Sistemas auxiliares de las turbinas de vapor. 1.9 Turbinas sin condensador 1.10 Ciclo con condensador. 1.11 Ciclo Regenerativo 1.12 Ciclo con Recalentamiento.</p>
<p>El alumno explicará los tipos de condensadores de vapor y sus accesorios, describirá los tipos de condensadores existentes y solucionará ejercicios de aplicación de ellos. Determinará la cantidad de calor absorbido por un condensador y los métodos para enfriar el agua.</p>	<p>UNIDAD II. Condensadores de vapor y sus accesorios</p> <p>Tipos y Aplicaciones de los condensadores Condensadores de superficie Condensadores de chorro de nivel bajo Condensadores barométricos Calor absorbido por su condensador Agua de refrigeración para los condensadores de chorro Agua de circulación requerida en los condensadores de superficie Transmisión calorífica de los condensadores de superficie. Análisis y diseño de condensadores como intercambiadores de calor. Métodos para enfriar el agua.</p>
<p>Conocerá los tipos de generadores de vapor. Identificará las partes principales de un generador de vapor. Determinará la cantidad de calor absorbido por un generador de vapor.</p>	<p>UNIDAD III. Generadores de vapor</p> <p>3.1 Clasificación y funcionamiento de los generadores de vapor. 3.2 Combustión, quemadores y controles en una caldera. 3.3 Rendimiento de un generador de vapor.</p>
<p>El alumno conocerá los tipos de compresores existentes, sus características y aplicaciones típicas. Calculará la potencia requerida para realizar una compresión determinada.</p>	<p>UNIDAD IV. Compresión del aire y de los gases</p> <p>4.1 Aplicaciones del aire comprimido 4.2 Clasificación de los compresores 4.3 Terminología 4.4 Compresores de embolo</p>

<p>Determinará el trabajo indicado real.</p> <p>Describirá el funcionamiento de los ventiladores.</p> <p>Describirá el funcionamiento de un compresor axial y centrífugo.</p>	<p>4.5 Compresores ideales</p> <p>4.6 Trabajo indicado real</p> <p>4.7 Efecto de los huelgos</p> <p>4.8 Ventiladores de desplazamiento positivo</p> <p>4.9 Compresores centrífugos</p> <p>4.10 Compresores de flujo axial</p> <p>4.11 Rendimientos</p> <p>4.12 Mediciones de caudal de aire</p> <p>4.13 Ensayos para la prueba de compresores.</p>
<p>El alumno explicará lo que es una turbina de gas y presentará ejemplos de la aplicación de ellas.</p>	<p>UNIDAD V. Turbinas de gas</p> <p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Fundamentos y aplicaciones</p> <p>5.3 Ciclo simple</p> <p>5.4 Regeneradores</p> <p>5.5 Ciclo regenerativo ideal</p> <p>5.6 Desviaciones con respecto al ciclo ideal</p> <p>5.7 Ciclo simple con pérdidas</p> <p>5.8 Ciclo regenerativo con pérdidas</p> <p>5.9 Ciclo Ericsson</p> <p>5.10 Modificaciones del ciclo.</p>
<p>El alumno identificará las partes principales de un motor encendido por chispa y encendido por compresión y explicará su funcionamiento.</p> <p>Comprenderá las transformaciones térmicas y físicas que es sometido un motor de combustión interna.</p> <p>Resolverá problemas que involucren las relaciones aire-combustible y los gases productos de la combustión.</p> <p>Calculará y analizará el rendimiento global de la máquina y establecerá los criterios de selección.</p>	<p>UNIDAD VI. Motores de combustión interna</p> <p>6.1 Definiciones y clasificación de los motores de combustión interna.</p> <p>6.2 Funcionamiento general de un motor de combustión interna.</p> <p>6.3 Ciclos termodinámicos.</p> <p>6.4 Teoría de la combustión y aditivos.</p> <p>6.5 Rendimientos, potencias y selección.</p>

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	*	Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas	*	Phillip 66		Demostración	

Debates		Discusión en pequeños grupos	*	Otra _____	
Mesa redonda		Lectura dirigida	*	Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas		Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura		Ensayo		Otras _____	
Proyecto	*	Exposición	*	Otras _____	
Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	
Material virtual		Proyector de acetatos		Láminas	
Pintarrón	*	Televisión		Fotocopias	*
Computadora	*	Otros		Otros _____	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20%	20%	20%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	-	-	-
Prácticas	-	-	-
Proyecto	30%	30%	30%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	20%	20%	20%
Ensayo	-	-	-
Investigación	20%	20%	20%
Otros _____	10%	10%	10%
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Bloch, H. P. (1994). <i>Guía práctica para la tecnología de las turbinas de vapor</i> . México: McGraw Hill.

Bloch, H. P. (1994). *Guía práctica para la tecnología de los compresores*. México: McGraw Hill.
 Gaffert, G. A. (1980). *Centrales de Vapor*. México: Reverte.
 Kohan, A. L. *Manual de calderas Vol. I y II*. México: McGraw Hill.
 Robert, E. F. (1990). *Motores de combustión interna*. México: CECSA.
 Rosello, F. (1990). *Energía y máquinas térmicas*. México: Limusa.
 Severns, W. H. (1997). *Energía mediante vapor aire o gas*. (5ª edición). México: Reverte.

Bibliografía complementaria

Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. *Transport phenomenon*. (2ª edición). México: Reverte.
 Kern, D. Q. (1992). *Procesos de transferencia de calor*. México: CECSA.
Manual del automóvil. Selecciones de Readers Digest.

Links de Internet

Kirkpatrick, A. T. ("sin fecha"). Internal Combustion Engine Thermodynamics Outline. [Homepage]. Consultado el día 21 de abril de 2005 de la World Wide Web: <http://www.engr.colostate.edu/~allan/thermo/page1/page1f.html>
 Keveney, M. (2001). Animated Engines. [Homepage]. Consultado el día 21 de abril de 2005 de la Wordl Wide Web: <http://www.keveney.com/Engines.html>

Prácticas de laboratorio:

1. Flujo de aire en una tobera.
2. Trabajo en una turbina Pelton.
3. Diagnostico energético en un compresor de aire reciprocante.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

1 hora/semana/mes.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Ingeniero Mecánico Electricista

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Sistemas de potencia II		UBICACIÓN: 6º Semestre
Antecedentes: Sistemas de potencia I.	Paralelas: Máquinas eléctricas III.	Consecutivas: Subestaciones eléctricas, Protección de sistemas eléctricos.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	M.C. Tiberio Venegas Trujillo, M.C. Marco Antonio Pérez González.
Fecha:	Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

La evolución de los sistemas eléctricos de potencia ha sido uno de los aspectos más importantes que lo identifican con el desarrollo tecnológico. En años recientes, diversos dispositivos han sido desarrollados e implementados en grandes redes eléctricas. El empleo de dispositivos FACTS variantes en el tiempo, cuyo control es basado en electrónica de potencia ha originado que se preste seria atención al comportamiento de las redes eléctricas desde el punto de vista dinámico. Sin lugar a duda, este curso pretende envolver al estudiante en los diferentes tópicos de la ingeniería eléctrica avanzada, de tal manera que sea capaz de realizar estudios de estabilidad en los sistemas eléctricos de potencia.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Desarrollar la habilidad del estudiante para analizar a los sistemas eléctricos de potencia bajo la óptica transitoria y comprender su importancia en el comportamiento de los dispositivos eléctricos. Además, proporcionar una

herramienta capaz de seleccionar protecciones en los puntos más críticos del sistema eléctrico y realizar estudios de estabilidad.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Comprender el papel que tiene el ingeniero de sistemas de potencia en la operación, desarrollo e investigación de los sistemas eléctricos de potencia.	UNIDAD I. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación en ingeniería eléctrica. 2. El ingeniero de sistemas de potencia. 3. Áreas de oportunidad en la investigación de los sistemas eléctricos de potencia.
Conocer el comportamiento de las redes eléctricas cuando fallas balanceadas se presentan en diversos puntos del sistema. Además, proporcionar las bases matemáticas para su estudio y análisis.	UNIDAD II. Fallas simétricas <ol style="list-style-type: none"> 1 Transitorios en circuitos R-L en serie. 2 Cortocircuito trifásico en la máquina síncrona sin carga. 3 Cortocircuito en sistemas de potencia trifásicos. 4 Matriz de impedancia nodal. 5 Formación de la Z_{bus} en un paso a la vez. 6 Selección de interruptores y fusibles.
Desarrollar la habilidad para analizar redes eléctricas desbalanceadas mediante el uso de componentes simétricas y obtener modelos matemáticos que permitan el estudio y análisis de las diferentes fallas que pueden presentarse en un sistema de eléctrico de potencia.	UNIDAD III. Fallas asimétricas <ol style="list-style-type: none"> 1 Transitorios en circuitos R-L en serie. 2 Definición de componentes simétricas. 3 Redes de secuencia de impedancias de cargas. 4 Redes de secuencia de impedancias serie. 5 Redes de secuencia de máquinas rotatorias. 6 Potencia en redes de secuencia. 7 Representación del sistema. 8 Falla de fase a tierra. 9 Falla de doble línea. 10 Falla de doble línea a tierra. 11 Matrices de secuencia de impedancia nodal.
La confiabilidad y seguridad de los sistemas eléctricos de potencia radica en la adecuada selección de sus protecciones. Por ello, se pretende mostrar con claridad	UNIDAD IV. Protección de Sistemas de Potencia <ol style="list-style-type: none"> 1 Componentes de un sistema de protección. 2 Transformadores de instrumentos.

las principales protecciones con que cuentan los sistemas eléctricos de potencia.	3 Relevadores de sobrecorriente. 4 Protección de sistemas radiales. 5 Restauradores y fusibles. 6 Relevadores direccionales. 7 Zonas de protección. 8 Protección mediante relevadores de impedancia. 9 Relevadores diferenciales. 10 Relevadores piloto. 11 Relevadores digitales.
Comprender el comportamiento de los sistemas de control automático que son usados en los sistemas de potencia.	UNIDAD V. Control de sistemas de potencia 1 Control de voltaje en generadores. 2 Control de velocidad de la turbina. 3 Control de frecuencia-carga. 4 Despacho económico. 5 Flujos de potencia óptimos.
Proporcionar al estudiante los conceptos fundamentales para el análisis de sistemas eléctricos de potencia cuando disturbios tales como pérdida de generación, apertura de líneas, fallas y cambios repentinos de carga ocurren y con ello determinar los las máquinas regresan o no a la frecuencia de sincronismo con nuevas condiciones en estado estable.	UNIDAD VI. Estabilidad transitoria 1 La ecuación de oscilación. 2 Modelos simplificados de la máquina síncrona y sistemas equivalentes. 3 El criterio de áreas iguales. 4 Integración numérica de la ecuación de oscilación 5 Estabilidad multimaquina. 6 Métodos de diseño para mejorar la estabilidad transitoria. 7 Simulación digital en redes eléctricas.
Mostrar una panorámica sobre la tendencia de transmisión en corriente directa al mismo tiempo que se establece sus fundamentos matemáticos para el análisis.	UNIDAD VII. Transmisión en corriente directa 1 Tendencias de los sistemas eléctricos de potencia. 2 Flujos de potencia en corriente directa. 3 Enlaces de corriente directa en sistemas de corriente alterna. 4 Formulación matemática del problema de flujos de potencia con enlaces de corriente directa. 5 Simulación digital en redes eléctricas.

V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Estrategias didácticas					
Discusión dirigida	*	Exposición	*	Corrillo	
Lluvia de ideas		Phillip 66		Demostración	*
Debates	*	Discusión en pequeños grupos	*	Otra _____	
Mesa redonda	*	Lectura dirigida	*	Otra _____	
Experiencias de aprendizaje					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	*
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura	*	Ensayo		Otras _____	
Proyecto	*	Exposición	*	Otras _____	
Recursos didácticos					
Material impreso	*	Proyector multimedia	*	Vídeo casetera	*
Material virtual	*	Proyector de acetatos	*	Láminas	*
Pintarrón	*	Televisión	*	Fotocopias	*
Computadora	*	Otros		Otros _____	

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTÍNUA

Aspectos a evaluar	Ponderación		
	1er parcial	2ª parcial	3ª parcial
Examen escrito	20%	20%	20%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10%	10%	10%
Prácticas	10%	10%	10%
Proyecto	-	-	-
Participación individual	40%	40%	40%
Participación en equipo	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	20%	20%	20%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
<p>J. Duncan Glover, & Mulukutla S. Sarma. (2002). <i>Power system análisis and desing</i>. (Third edition). USA: Brookscoble.</p> <p>E. Acha, C. R., Fuerte-Esquivel, H. Ambriz-Pérez, & C. Angeles-Camacho. (2004). <i>FACTS modelling and simulation in power networks</i>”. USA. UK: Wiley and Sons.</p> <p>Haddi Saadat. (2002). <i>Power system analysis</i>. (Second edition). USA: McGraw Hill.</p> <p>Charles A. Gross. (1996). <i>Power Sytem Analysis</i>. (Second edition). USA: Wiley and Sons.</p> <p>Grainger and Stevenson. (1995). <i>Análisis de sistemas eléctricos de potencia</i>. (3ª edición). USA: McGraw Hill.</p> <p>Miller T. J. E. (1982). <i>Reactive power control in electric systems</i>. (2ª edición). USA: Wiley Interscience.</p> <p>Stagg G. W., & El-Abiad A. H. (1968). <i>Computer methods in power system analysis</i>. (3ª edición). USA: McGraw-Hill.</p> <p>Arrillaga J., & Arnold C. P. (1990). <i>Computer modelling of electric power systems</i>. England: John Wiley & Sons.</p> <p>David M. Newbery. (2001). <i>Privatizing, restructuring and regulation of networks utilities</i>. USA: MIT press.</p> <p>Narain G. Hignorani, & Laszlo Gyugyi. (2000). <i>Understanding FACTS, concepts and technology of flexible AC transmission systems</i>. USA: IEEE press.</p> <p>Yong Huo Song, & Allan T. Johns. (1999). <i>Flexible AC transmission systems (FACTS)</i>. UK: IEE Power and Energy Series.</p> <p>Prabha Kundur. (1996). <i>Power system stability and control</i>. (2ª edición). USA: McGraw – Hill.</p> <p>Paul Anderson. (1983). <i>Analysis of faulted power systems</i>. (2ª edición). IOWA State University, USA.</p> <p>Steven Stoff. (2002). <i>Power system economics, designing markets for electricity</i>. (2ª edición). USA: IEEE press.</p>
Bibliografía complementaria
<p>Proceedings IEE (UK). Revista indexada.</p> <p>Transactions IEEE (USA). Revista indexada.</p>
Links de Internet
<p>www.ieee.org</p> <p>www.abb.com</p> <p>www.ge.com</p> <p>www.cfe.gob.mx</p>

Prácticas de laboratorio:
<ol style="list-style-type: none">1. Operación económica de sistemas de potencia.2. Efecto transitorio de la compensación de líneas de transmisión.3. Simulación de un mercado de energía.4. Efecto de la corriente de cortocircuito en los sistemas de potencia.

5. Simulación de redes de alta tensión mediante EMTP.
6. Efecto de dispositivos FACTS en la red eléctrica, modelado dinámico.
Horas de utilización de infraestructura computacional:
30 horas en el semestre.