

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Automatización y control		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Teoría de control I, Teoría de control II.	Paralelas: Control de máquinas eléctricas.	Consecutivas: Instrumentación.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	M.C. Miguel Angel Durán Fonseca, M.C. Jorge Gudiño Lau, M.C. Efrain Villalvazo Laureano, Ing. Bernabé López Araujo, Ing. Arturo Rincón Pulido.
Fecha:	Enero/2004.

II. PRESENTACIÓN

Los PLC's han supuesto la aplicación masiva del microprocesador al mundo de los controles industriales. Su gran ventaja ha sido que han permitido aplicar a dichos controles las conocidas ventajas de los sistemas programables. No obstante, el uso de PLC's obliga a adquirir nuevos conocimientos si se quiere obtener de ellos el máximo partido. El PLC obliga a pensar de forma distinta a la hora de plantear el diseño. Por otro lado, permite disponer de comunicaciones con otros sistemas informáticos más potentes y esto amplía enormemente las prestaciones del conjunto.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno tendrá los conocimientos, habilidades y entendimiento de todas aquellas tareas que involucren sistemas de control y automatización en la industria, es decir, calcular, diseñar, proyectar y dirigir sistemas automatizados de aplicación industrial.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer la evolución de los sistemas de control industrial, así como los principales conceptos de la automatización.	UNIDAD I. Automatización: conceptos generales <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Introducción 1.2 Sistemas de control 1.3 Automatismos analógicos y digitales 1.4 Componentes y modelos 1.5 Automatismos cableados y programables 1.6 El autómatas programable (PLC) 1.7 Control por ordenador.
Conocer los distintos tipos de sensores y actuadores que tienen relación con la automatización.	UNIDAD II. Sensores y actuadores <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Sensores: clasificación 2.2 Características generales de los sensores 2.3 Transductores de posición 2.4 Transductores de velocidad 2.5 Transductores de fuerza y par 2.6 Transductores de temperatura 2.7 Transductores de presión 2.8 Transductores de caudal 2.9 Transductores de nivel 2.10 Accionamientos: Clasificación 2.11 Accionamientos eléctricos 2.12 Accionamientos hidráulicos y neumáticos.
El alumno será capaz de: <ul style="list-style-type: none"> 1. Identificar los bloques básicos de un PLC. 2. Conocer la secuencia o ciclo de operación del PLC. 3. Identificar la configuración del PLC para diferentes aplicaciones 	UNIDAD III. El autómatas programable (PLC) <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Características funcionales del PLC. 3.2 Diagramas en bloques. 3.3 Distintos tipos de entradas y salidas. 3.4 Programas del usuario. 3.5 Lenguajes de programación. 3.6 Accesorios y funciones especiales. Comunicación. 3.7 Desarrollo de aplicaciones.
Estudiar los métodos de diseño de automatismos lógicos, utilizando procedimientos sistemáticos.	UNIDAD IV. Diseño de automatismos lógicos <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Introducción 4.2 Modelos y funciones de transferencia 4.3 Automatismos combinacionales y secuenciales

	4.4 Diseño de automatismos combinacionales 4.5 Diseño de automatismos secuenciales 4.6 Etapas iniciales, preposicionamiento y alarmas 4.7 Puestas en marcha y paradas 4.8 Paros de emergencia.
Analizar el comportamiento de los sistemas de control que tratan con señales continuas.	UNIDAD V. Diseño de automatismos con señales analógicas 5.1 Introducción 5.2 Modelo de sistemas analógicos: Diagramas de bloques 5.3 Función de transferencia 5.4 Respuesta temporal 5.5 Representación gráfica de la función de transferencia 5.6 Control en lazo cerrado: estabilidad 5.7 Acciones básicas de control y su implementación 5.8 Controladores todo o nada 5.9 Elección del controlador óptimo.

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%	-
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10%	10%	10%
Prácticas	40%	40%	20%
Proyecto	-	-	40%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	20%	20%	20%
Ensayo	-	-	-
Investigación	10%	10%	10%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Balcells J, Romeral J. L. (1998). <i>Autómatas programables</i> . México: Alfaomega Marcombo.
Michel, G. (1990). <i>Autómatas programables industriales: Arquitectura y aplicaciones</i> . México: Marcombo.
Hopcroft, J., & Ullman, J. (1998). <i>Introducción a la teoría de los autómatas, lenguajes y computación</i> . México: CECSA.
Considine, D. (1993). <i>Process/industrial instruments & controls handbook</i> . USA: Mc Graw Hill.
Kuo, B. (1970). <i>Sistemas Automáticos de Control</i> . México: CECSA.
Ogata, K. (1998). <i>Ingeniería de control moderna</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
Webb, John W., & Reis, Ronald A. (1998). <i>Programmable logic controllers, principles and applications</i> . (4th edition). USA: Prentice Hall.
Balcells J., Romeral J. L. (1998). <i>Autómatas programables. Serie mundo electrónico</i> . Barcelona: Marcombo, Boixareu editores.
Mandado E., Acevedo J., & Pérez S. (1998). <i>Controladores lógicos y autómatas programables</i> . Departamento de tecnología electrónica de la Universidad de Vigo. Barcelona: Marcombo, Boixareu editores.
Roca Cusido, A. (1999). <i>Control de procesos</i> . México: Alfa Omega.

Roca Cusidó, A. (2002). *Control de procesos*. (2ª edición). México: Alfa Omega.
 Smith, C., & Corripio, A. (2004). *Control automático de procesos: teoría y práctica*. México: Limusa.

Bibliografía complementaria

Creus S. (1993). *Instrumentación Industrial*. México: Marcombo.
 Sudkamp, T. (1998). *Languages and Machines*. USA: Addison Wesley.
 Mano, E. (1981). *Sistemas electrónicos digitales*. México: Marcombo.
 Tabú, H., Schilling D. (1980). *Electrónica digital integrada*. México: Marcombo.
 Porras, A., Montero A. P. (1990). *Autómatas programables*. México: McGraw Hill.
 Ackerman. R. (1994). *Controles lógicos programables. Nivel básico, manual de estudio*. México: FESTO didactic.

Links de Internet

Prácticas de laboratorio:

1. Sensores
2. Actuadores
3. Configuración de PLC
4. Programación básica del PLC.
5. Lenguajes de programación en lógica escalera
6. Lenguajes gráficos
7. Conexión de sensores y actuadores a un autómata
8. Automatización de una máquina.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

25 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Ahorro de energía		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Circuitos eléctricos II, Turbomáquinas, Transferencia de calor, Máquinas térmicas.	Paralelas: Plantas generadoras, Calidad de la energía, Energías alternas, Aire acondicionado y refrigeración.	Consecutivas: Ninguna.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	Ing. Ramón Vázquez Bivian, M.C. Tiberio Venegas Trujillo, M.C. Luis Eduardo Alcaraz Iñiguez, M.I. José Manuel Garibay Cisneros, Ing. José Rodríguez Bautista.
Fecha:	7/Septiembre/2004.

II. PRESENTACIÓN

En el mundo es evidente que existe un incremento constante en la demanda de energía. En nuestro país poco más del 85% de los energéticos provienen de recursos naturales no renovables, principalmente hidrocarburos y carbón. Lo anterior nos obliga a una búsqueda de alternativas que permitan contribuir en la preservación de dichos recursos naturales. Una de estas alternativas, con resultados positivos, ha sido la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética, que regulen los consumos de energía de aquellos aparatos, dispositivos, máquinas o sistemas que, por su demanda de energía y número de unidades requeridas en el país, ofrezcan un potencial de ahorro cuyo costo-beneficio sea satisfactorio para el país y los sectores de la producción y el consumo. Además, son necesarias acciones de sensibilización ante la limitación de los recursos disponibles, de modo que se favorezca la adquisición de hábitos de ahorro energético.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Proporcionar un panorama global al futuro profesionista sobre tópicos principales y generales de cómo aprovechar eficientemente la energía en cualquiera de sus manifestaciones. Destacar las ventajas y desventajas del uso racional de la energía, cómo hacer uso también de fuentes de energía alterna y hacer consciente al alumno de la necesidad de usar fuentes de energía alterna que permitan un desarrollo sostenible.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Que el alumno aprenda a distinguir sobre las diferentes fuentes de energía y sus transformaciones para su uso industrial, tanto de energías renovables como no renovables, así como las características generales de cada tipo de fuente de energía durante su empleo cotidiano.	UNIDAD I. Introducción 1.1 Fuentes de energía y desarrollo económico. 1.2 La energía y sus transformaciones. 1.3 La energía y sus aplicaciones. 1.4 Fuentes de energía preindustriales. 1.5 Civilización industrial y fuentes de energía no renovables. 1.6 Fuentes de energía utilizadas en México. 1.7 Problemas de la civilización industrial.
El alumno conocerá y analizará las diferentes metodologías usadas para realizar diagnósticos hacia un uso más racional y eficiente de la energía, en cualquiera de sus manifestaciones, así como implementar sistemas para la gestión ambiental.	UNIDAD II. Uso eficiente de la energía 2.1 Introducción 2.2 Agotamiento de los recursos naturales y desarrollo sostenible. 2.3 La contaminación y los residuos. 2.4 Reciclaje y tipos de reciclaje. 2.5 La conservación de los recursos. 2.6 Gestión de recursos. Consumo y despilfarro. Políticas de ahorro energético. 2.7 Ahorro de energía: 2.8 En iluminación en Edificios 2.9 Por Cogeneración 2.10 Auditorías Energéticas.

<p>El alumno estudiará y aprenderá sobre los distintos tipos de fuentes alternas de energía y realizará investigaciones sobre los esquemas de producción y consumo de energías tradicionales, comparándolos con los esquemas de producción y consumo de energía de las fuentes alternas tanto renovables como no renovables.</p> <p>El alumno tomará una actitud responsable y crítica ante los hábitos actuales del consumo energético.</p>	<p>UNIDAD III. Diversificación en el uso de energías</p> <p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Las fuentes de energía renovable (eólica, solar, biomasa, geotérmica y del mar) como respuesta al agotamiento de recursos y al deterioro del medio ambiente.</p> <p>3.3 Las fuentes de energía renovables con proyección en nuestra región: hidráulica, eólica y de la biomasa.</p> <p>3.4 Ventajas e inconvenientes de la utilización de las fuentes de energía renovables.</p> <p>□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ 3.5 Profes relacionadas con la obtención de energías renovables.</p>
<p>El alumno realizará un análisis de los diferentes potenciales de ahorro de energía en equipo y sistemas de bombeo, así como el diagnostico energético en una bomba.</p>	<p>UNIDAD IV. Ahorro de energía en sistemas de bombeo</p> <p>4.1 El equipo de bombeo</p> <p>4.2 El sistema de bombeo</p> <p>4.3 Criterios y recomendaciones para ahorrar energía en el sistema de bombeo</p> <p>4.1 Diagnostico de ahorro de energía en equipo de bombeo.</p>
<p>El alumno realizará un análisis de los diferentes potenciales de ahorro de energía en equipo de compresión de aire y sistema de distribución, así como el diagnostico energético en un compresor.</p>	<p>UNIDAD V. Ahorro de energía en aire comprimido</p> <p>5.1 El compresor de aire</p> <p>5.2 El sistema de distribución de aire</p> <p>5.3 Criterios y recomendaciones para ahorrar energía en aire comprimido.</p> <p>5.4 Diagnostico de ahorro de energía en la compresión de aire.</p>
<p>El alumno realizará un análisis de los diferentes potenciales de ahorro de energía en equipo de compresión de vapor así como el diagnostico energético en un compresor.</p>	<p>UNIDAD VI. Ahorro de energía en sistemas de refrigeración y aire acondicionado</p> <p>6.1 El equipo de compresión de vapor</p> <p>6.2 Criterios y recomendaciones para ahorrar energía</p> <p>6.3 Pruebas y diagnóstico energético en los equipos para aire acondicionado y refrigeración.</p>
<p>El alumno realizará un</p>	<p>UNIDAD VII. Ahorro de energía en Calderas</p>

análisis de los diferentes potenciales de ahorro de energía en calderas, así como el diagnóstico energético en el proceso de generación de vapor.	7.1 Uso racional y eficiente de la energía 7.2 La caldera. Conceptos básicos. 7.3 Las calderas en los programas nacionales de energía. 7.4 Administración de energía en calderas. 7.5 Pérdidas en un generador de vapor. 7.6 Fijando las metas de la eficiencia y la eficiencia básica en una caldera. 7.7 Pérdidas en equipo auxiliar. 7.8 Diagnóstico energético en el proceso de generación de vapor.
---	---

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		Visitas de estudio	*
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	50 %	50 %	50 %
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	5 %	5 %	5 %

Prácticas	-	-	-
Proyecto	10 %	10 %	10 %
Participación individual	5 %	5 %	5 %
Participación en equipo	10 %	10 %	10 %
Ensayo	-	-	-
Investigación	20 %	20 %	20 %
Visitas de estudio	-	-	-
TOTAL	100	100	100

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Ryoki Takahaski. (1984 - 85). <i>Programa efectivo de conservación de la energía</i> . Proyecto OIT. (2ª edición). Japón: OIT.
Pere Ezquerro Piza (1988). <i>Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía</i> . (4ª edición). España: Marcombo.
A. Hernández. (1998). <i>Manufactura justo a tiempo</i> . (2ª edición). México DF: CECSA.
Dr. Juan José Ambríz García, & Dr. Hernando Parades Rubio. (1992). <i>Administración y ahorro de energía</i> . (3ª edición). Iztapalapa, México: UAM.
Secretaría de Energía (SE). (2004). <i>Balance Nacional de energía</i> . (3ª edición). México: Gobierno Federal.
Instituto para la diversificación energética. (1985). <i>Manuales técnicos y de instrucción para la conservación de la energía</i> . (2ª edición). Madrid, España: Marcombo.
Diversos autores. (2000 – 2005). <i>Publicaciones de CONAE, FIDE, PAESE. Revistas de 1 – 80</i> . México: Gobierno Federal.
Varios autores. (2000 – 2005). <i>Diagnósticos FIDE</i> . México: Gobierno Federal.
Alberto Plauchu Lima. (1999). <i>Eficiencia en calderas</i> . México: FIDE.
Programa de ahorro de energía eléctrica. (2004). <i>Procedimiento para determinar la eficiencia en campo de los sistemas de bombeo</i> . (2ª edición). FIDE, México: Gobierno Federal.
Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica. (2004). <i>Ahorro de energía en sistemas de bombeo</i> . (5ª edición). FIDE, México: Gobierno Federal.
Duffie & Beckman. (2003). <i>Solar engineering of thermal processes</i> . USA: Wiley interscience publication.
Farrington & Daniels. (1998). <i>Uso directo de la energía solar</i> . (2ª edición). España: Blume Ediciones.
Archie W. Culp, Jr. (2003). <i>Principles of energy conversion</i> . USA: McGraw Hill.
Juan Carlos, Cádiz Deleito. (1999). <i>La energía Eólica: tecnología e historia</i> . España: Hermann Blume.
Mario A. Rosato. (1991). <i>Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia</i> .

España: Promotora general de estudios (Progensa).
 José A. Manrique. (1998). *Energía solar. Fundamentos y aplicaciones foto térmicas*. España: Harla.
 CADEM. *Manual de Eficiencia Energética Tomos I y II*. España.
Memorias del congreso, diplomados (PAESE, U3E). México.

Bibliografía complementaria

Adolfo de Francisco, & Manuel Castillo. (1985). *Energía solar diseño y dimensiones de instalaciones*. (2ª edición). Publicaciones del Monte de Piedad y caja de ahorros de Córdoba.
 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Ministerio de Industria y Energía. (1992). *Fundamentos, dimensionamiento y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*. (3ª edición). España: CIEMAT.
 J. B. Deleage, & C. Souchon. (1991). *La energía: tema interdisciplinar para la educación ambiental*. (3ª edición). USA: Ministerio de obras públicas y transportes.
 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). (1990). *Comportamiento energético de edificios solares pasivos*. (3ª edición). España: CIEMAT.
 VV. AA. (1989). *Tecnología de las energías: solar, hidráulica, geotérmica y combustibles químicos*. (3ª edición). España: Publicaciones Marcombo, S. A.
 Adriano Cornoldi, & Sergio Los. (1982). *Habitat y energía*. (3ª edición). México DF: Editorial Gustavo Gili.
 Josep Puig y Joaquín Corominas. (1990). *La ruta de la energía*. (3ª edición). España: Anthropos.
 VV. AA. (1990). *Manual de arquitectura solar*. (3ª edición). México: Trillas.
 VV. AA. (1987). *Energía solar - aplicaciones prácticas*. (3ª edición). México: Progensa (Promotora general de estudios, S.A.).
 VV. AA. (1993). *Energy conscious design*. Comisión de las Comunidades Europeas. (3ª edición). México: Progensa (Promotora general de estudios, S.A.).

Links de Internet

<http://www.conae.gob.mx/>
<http://www.fide.org.mx/>
<http://www.monografias.com/>
<http://www.eere.energy.gov/>
<http://www.lfc.gob.mx/>

Prácticas de laboratorio:

1 El alumno elaborará un proyecto sobre ahorro de de energía.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

20 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Calidad de la energía		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Sistemas de potencia II, Máquinas eléctricas III.	Paralelas: Subestaciones eléctrica, Protección de sistemas eléctricos.	Consecutivas: Sistemas de distribución, Plantas generadoras.
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, Ing. Abel Delino Silva.
Fecha:	Diciembre/2004.

II. PRESENTACIÓN

Tanto las empresas suministradoras de energía eléctrica como los usuarios finales del servicio de energía eléctrica, han estado insistiendo cada vez más en el concepto de calidad de la energía. Esto se inició en la década de los 80's y se ha convertido en una especie de concepto general, alrededor del cual se puede ubicar una multitud de distintos tipos de disturbios y problemas que se pueden presentar en un sistema eléctrico.

El principal factor que se encuentra detrás de los conceptos de la calidad en el suministro de la energía eléctrica es el incremento en la productividad para los clientes de las empresas eléctricas. Lo anterior, plantea la necesidad de identificar estos problemas entre suministradores y usuarios de energía eléctrica en forma grupal, para que en la medida de lo posible se planteen soluciones conjuntas.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Conocer los principales problemas relacionados con la calidad de la energía e identificar las oportunidades que ofrece la ingeniería eléctrica para incrementar la confiabilidad y por ende la calidad de la energía eléctrica.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer los principales problemas de los sistemas eléctricos y su relación con el concepto de calidad de la energía.	UNIDAD I. ¿Qué es calidad de la energía? 1 Introducción. 2 Antecedentes relacionados con el estudio de la calidad de la energía. 3 Origen de las depresiones de voltaje. 4 Efecto de la calidad de la energía en la operación del equipo eléctrico.
Analizar los diversos fenómenos eléctricos relacionados con la calidad de la energía y su efecto en la operación correcta de los sistemas eléctricos.	UNIDAD II. Fenómenos eléctricos relacionados con la calidad de la energía 1 Introducción. 2 Transitorios eléctricos. 3 Distorsión en la forma de onda. 4 Fluctuaciones de voltaje. 5 Variaciones de frecuencia. 6 Presencia de armónicas. 7 Transitorios oscilatorios. 8 Transitorios de impulso por descargas atmosféricas. 9 Efecto flicker.
Conocer como se originan la armónicas en los sistemas eléctricos.	UNIDAD III. Fuentes armónicas 1 Introducción. 2 Fuentes de armónicas. 3 Transformadores. 4 Máquinas rotatorias. 5 Hornos de arco eléctrico. 6 Lámparas fluorescentes. 7 Cargas no lineales. 8 Fuentes de armónicas actuales y futuras. 9 Índice de distorsión armónica. 10 Efectos de la distorsión armónica. 11 Dispositivos para filtrar la distorsión armónica.
Establecer la teoría básica	UNIDAD IV. Análisis de redes eléctricas

para analizar las redes eléctricas que contienen armónicas y evaluar su efecto en condiciones estables.	que contienen armónicas <ol style="list-style-type: none"> 1 Antecedentes. 2 Armónicos en sistemas de potencia. 3 Funciones ortogonales. 4 Funciones periódicas. 5 Series de Fourier. 6 La transformada de Fourier. 7 Convolución. 8 La transformada de Hartley. 9 Análisis en condiciones no sinusoidales. 10 Relaciones eléctricas periódicas. 11 Análisis fasorial. 12 Componentes simétricas. 13 Análisis lineal. 14 Filtros pasivos.
Conocer el funcionamiento de diversos dispositivos eléctricos convencionales y su inclusión en un estudio de flujos armónicos.	UNIDAD V. Análisis de dispositivos convencionales <ol style="list-style-type: none"> 1. El generador síncrono. 2. Líneas de transmisión. 3. Transformadores. 4. Arcos eléctricos. 5. Compensador estático de VAR. 6. Compensador serie controlado por tiristores. 7. Rectificados trifásico de seis pulsos.

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	20%	20%	20%
Participación individual	20%	20%	20%
Participación en equipo	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	20%	20%	20%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, & H. Wayne Beaty. (1996). <i>Electrical power systems quality</i> . USA: McGraw-Hill.
Enriques Harper. (1998). <i>El ABC de la calidad de la energía eléctrica</i> . (3ª edición). México: Limusa.
E. Acha, & Manuel Madrigal. (2001). <i>Power system harmonics</i> . UK: Wiley and Sons.
Kankar Bhattacharya, Math H. J. Bollen, & Jaap E. Daalder. (2001). <i>Operation of restructured power systems</i> . USA: Klumer academic publishers.
M. H. J. Bollen. (2000). <i>Understanding power quality-voltage sags and interruptions</i> . New York: IEEE press.
J. Arrillaga, B. C. Smith, N. R. Watson, & A. R. Wood. (1997). <i>Power system harmonics analysis</i> . USA: John Wiley, Chichester.
J. Arrillaga, N. R. Watson, & S. Chen. (2000). <i>Power system quality assessment</i> . USA: John Wiley, Chichester.
A. N. Greenwood (1991). <i>Electrical transients in power systems</i> . (2ª edición).

New York: John Wiley & Sons.

Westinghouse electric corporation. (1964). *Electrical transmission and distribution reference book*. (2ª edición). East Pittsburgh.

(1990). *Electrical distribution system protection*, Cooper Power Systems, Franksville, Wis. (2ª edición). USA: IEEE press.

R. Morrison, & W. H. Lewis. (1990). *Grounding and shielding in facilities*. John Wiley & Sons.

Bibliografía complementaria

M. H. J. Bollen, & L. D. Zhang. (2000). *Analysis of voltage tolerance of AC adjustable-speed drives for three-phase balanced and unbalanced sags*. IEEE transactions on industry, applications. Pp. 904 -910.

Proceedings IEE (UK). Revista indexada.

Transactions IEEE (USA). Revista indexada.

Links de Internet

www.ieee.org

www.abb.com

www.ge.com

www.cfe.gob.mx

Prácticas de laboratorio:

1. Medición del contenido armónico de un motor de CA.
2. Medición del contenido armónico de una lámpara ahorradora de energía.
3. Medición del contenido armónico de una fuente conmutada.
4. Medición del contenido armónico de una computadora.
5. Armónicos es transformadores.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

30 horas en el semestre.

Universidad de Colima
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Facultad de Ingeniería Electromecánica
Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: FACTS		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Sistemas de potencia II.	Paralelas: Máquinas eléctricas III, Electrónica III.	Consecutivas: Subestaciones eléctricas, Sistemas de distribución.
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

El proceso de privatización del sector eléctrico, el incremento de la transferencia de energía eléctrica por el sistema de transmisión para satisfacer el crecimiento continuo de consumidores, así como la dificultad de construir nuevos, o extender existentes, facilidades de transmisión debido a restricciones económicas, políticas y ambientales han propiciado el momento para explorar nuevas formas de planeación y operación de los sistemas eléctricos de potencia (SEP). En un análisis profundo de las diferentes opciones disponibles para optimizar la transferencia de energía eléctrica, sin degradar la seguridad y estabilidad del SEP, se ha propuesto el uso de dispositivos cuyo funcionamiento se basa en electrónica de potencia como substitutos de dispositivos de control convencionales. Estos últimos operan en base a tecnologías electromecánicas con tiempos lentos de respuesta y alto costo de mantenimiento.

Sistemas Flexibles de Transmisión de Corriente Alterna (Flexible AC Transmisión Systems (FACTS) es el nombre usado para definir aquellos SEPs que contienen dispositivos de control conectados en el lado de alto voltaje de la red y cuyo funcionamiento es basado en electrónica de potencia. La importancia y relevancia del empleo de tal dispositivo es que permiten un uso

efectivo en la generación eléctrica disponible, control de la magnitud de voltaje en subestaciones, rápida respuesta ante contingencias lo que permite un rápido amortiguamiento de oscilaciones eléctricas, evitar que los disturbios eléctricos se propaguen a través del SEP. Debido a los potenciales beneficios económicos y técnicos que este nuevo concepto ofrece, FACTS esta recibiendo un gran soporte en los grupos de investigación de manufactura de equipo eléctrico y aquellas dedicadas a la planeación y operación de SEPs.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Estudiar modelos avanzados de dispositivos FACTS en estado estable y sus incorporaciones al estudio de flujos de potencia en ambas condiciones de operación balanceadas y desbalanceadas. Además, verificar la habilidad de los dispositivos FACTS para ser instalados en redes eléctricas de gran escala. Finalmente, aplicar dispositivos FACTS para solucionar algunos problemas reales de los sistemas eléctricos de potencia.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Proporcionar los principios básicos de los sistemas de potencia convencionales, sus problemas y necesidades, así como su futuro.	UNIDAD I. Control de sistemas de potencia <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Fundamentos de la transmisión de potencia en CA. 3. Problemas de transmisión y necesidades. 4. Controladores FACTS. 5. Consideraciones de control de FACTS.
Estudiar los diferentes dispositivos de electrónica de potencia que son empleados en los sistemas de potencia a fin de proporcionar controla parámetros eléctricos.	UNIDAD II. Fundamentos de electrónica de potencia <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Funciones básicas de la electrónica de potencia. 3. Dispositivos semiconductores para convertidores. 4. Estructura de convertidores de potencia estáticos. 5. Estructuras basadas en CA. 6. Enlaces de CD y topologías. 7. Salida del convertidor y control de armónicos. 8. Control del convertidor de potencia.
Establecer la teoría de análisis	UNIDAD III. Tecnología de la transmisión

<p>en la transmisión de corriente directa y su impacto en la solución de problemas eléctricos.</p>	<p>de CD en alta tensión</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Introducción. 2 Interconexión de CA vs CD. 3 El convertidor HVDC. 4 Sistema de control del HVDC. 5 Circuitos convertidores y componentes. 6 Análisis de sistemas de potencia incluyendo convertidores HVDC. 7 Aplicaciones y tendencias modernas.
<p>Analizar los dispositivos capaces de controlar la magnitud de voltaje en puntos locales del sistema eléctrico, así como su evaluación mediante una herramienta computacional.</p>	<p>UNIDAD IV. Compensación en derivación: SVC y STATCOM</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Introducción. 2 Principios de operación, configuración y control del SVC. 3 Configuración y control del STATCOM. 4 Aplicaciones. 5 Análisis de sistemas de potencia incluyendo el SVC y STATCOM. 6 Control de voltaje en redes eléctricas mediante el SVC.
<p>Proporcionar una visión clara sobre la compensación serie de líneas de transmisión y determinar que tipos de líneas deben ser compensadas.</p>	<p>UNIDAD V. Compensación serie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Principio de operación. 3. Aplicación del TCSC para reducir oscilaciones electromecánicas. 4. Aplicación del TCSC para mitigar la resonancia subsíncrona. 5. Protección del TCSC. 6. Compensador serie estático síncrono. 7. Análisis de sistemas de potencia incluyendo la compensación serie. 8. Control de potencia activa mediante el TCSC.
<p>Mostrar las bondades que tienen los transformadores defasadores en el control de flujo de potencia activa y su impacto en redes eléctricas de gran escala.</p>	<p>UNIDAD VI. Transformador defasador</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Introducción. 2 Principio de operación del transformador defasador. 3 Modelado en estado estable del transformador defasador estático. 4 Características de operación en estado estable del transformador defasador estático.

	5 Configuración del transformador defasador. 6 Aplicaciones y simulación.
Analizar el principio de funcionamiento de uno de los más importantes dispositivos FACTS capaz de controlar varios parámetros eléctricos simultáneamente.	UNIDAD VII. Controlador unificado de flujo de potencia 1 Introducción 2 Principios básicos de operación y características. 3 Control y comportamiento dinámico. 4 Instalación del primero UPFC. 5 Análisis de sistemas de potencia incluyendo el UPFC. 6 Simulación.
Proporcionar una visión más clara del impacto de los dispositivos FACTS en la solución de problemas.	UNIDAD VIII. Desarrollo de FACTS y aplicaciones 1 Introducción 2 Mejora de la estabilidad de voltaje mediante SVC. 3 Control de potencia activa en líneas de transmisión. 4 Programa para simulación digital de análisis de FACTS.

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
Yong Huo Song, & Allan T. Johns. (1999). <i>Flexible AC transmission systems (FACTS)</i> . UK: IEE Power and Energy Series.
Narain G. Hignorani, & Laszlo Gyugyi. (2000). <i>Understanding FACTS, concepts and technology of flexible AC transmission systems</i> . USA: IEEE press.
(2004). <i>FACTS modelling and simulation in power networks</i> . USA UK: Wiley and Sons.
J. Duncan Glover, & Mulukutla S. Sarma. (2002). <i>Power system análisis and desing</i> . (Third edition). USA: Brookscole.
E. Acha, C.R. Fuerte-Esquivel, H. Ambriz-Pérez and C. Angeles-Camacho. Haddi Saadat. <i>Power system analysis</i> . (Second edition). USA: McGraw Hill.
Charles A. Gross. (1996). <i>Power sytem analysis</i> . (Second edition). USA: Wiley and Sons.
Grainger, & Stevenson. (1995). <i>Análisis de sistemas eléctricos de potencia</i> . (3ª edición). USA: Mc-Graw Hill.
Miller T. J. E. (1982). <i>Reactive power control in electric systems</i> . (2ª edición). USA: Wiley Interscience.
Stagg G. W., & El-Abiad A. H. (1968). <i>Computer methods in power system analysis</i> . (3ª edición). USA: McGraw Hill.

Arrillaga J., & Arnold C. P. (1990). *Computer modelling of electric power systems*. England: John Wiley & Sons.

Bibliografía complementaria

Proceedings IEE (UK). Revista indexada.

Transactions IEEE (USA). Revista indexada.

Links de Internet

www.ieee.org

www.abb.com

www.ge.com

www.cfe.gob.mx

www.siemens.com

Prácticas de laboratorio:

1. Simulación de redes eléctricas operando en condiciones desbalanceadas.
2. Compensación serie/derivación de líneas de transmisión.
3. Control de voltaje en sistemas de potencia.
4. Efecto de dispositivos FACTS en la operación de sistemas eléctricos.
5. Simulación de redes de alta tensión bajo contingencias.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

60 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Instrumentación		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Electrónica II, Teoría de control I.	Paralelas: Sistemas de potencia II, Máquinas eléctricas III y Control moderno.	Consecutivas: Control de motores eléctricos.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	M. C. Efraín Villalvazo Laureano, Ing. Saida Miriam Charre Ibarra, M. C. Jorge Gudiño Lau, Ing. Bernabé López Araujo, Ing. Arturo Rincón Pulido.
Fecha:	Enero/2004.

II. PRESENTACIÓN

Actualmente la instrumentación es utilizada por el hombre para realizar las mediciones en los procesos industriales, siendo esta indispensable para poder realizar un control óptimo dentro de todos los procesos.
El conocimiento de los instrumentos de medición y control son necesarios y muy importantes, para que los estudiantes cuenten con los elementos fundamentales para la medición, diseño, control y modernización dentro de cualquier proceso.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

El estudio de la instrumentación tiene como propósito fundamental, identificar dentro los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) los instrumentos y los diferentes tipos de líneas de conexión entre estos, así como la aplicación práctica de los diferentes tipos de control clásico. Al término del curso el estudiante será capaz de interpretar los (DTI's), diseñar diferentes tipos de

control clásico y analizar la respuesta, aplicados a un sistema de control de lazo cerrado en forma práctica.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Interpretar los diagramas de tubería e instrumentación.	UNIDAD I. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo histórico de la instrumentación. 2. Simbología de los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's). 3. Definición de las variables físicas.
Establecer la teoría básica y realizar prácticas de medición de nivel.	UNIDAD II. Medición de nivel <ol style="list-style-type: none"> 1 Teoría básica. 2 Burbujeo 3 Columna hidrostática. 4 Flotador. 5 Ultrasonido. 6 Por presión diferencial.
Conocer en forma teórica y práctica los principales instrumentos para la medición flujo.	UNIDAD III. Medición de flujo <ol style="list-style-type: none"> 1 Principios. 2 Placa de orificio. 3 Tubo Vénturi. 4 Medidores tipo turbina. 5 Ultrasonido.
Analizar los principales sensores e instrumentos para la medición de temperatura.	UNIDAD IV. Medición de temperatura <ol style="list-style-type: none"> 1 Fundamentos. 2 Termopar. 3 RTD 4 Termistor 5 Pirómetros ópticos (radiación) 6 Por medio de puente de resistencias.
Aplicar los conceptos básicos para la medición los diferentes tipos de presiones.	UNIDAD V. Medición de presión <ol style="list-style-type: none"> 1 Conceptos básicos. 2 Manómetros. 3 Medidor de presión absoluta.
Realizar prácticas de transmisión de las principales variables en los procesos industriales.	UNIDAD VI. Transmisores <ol style="list-style-type: none"> 1 Fundamentos teóricos. 2 Nivel. 3 Flujo.

	4 Temperatura. 5 Presión.
Diseñar controladores con una de las variables (flujo, nivel, temperatura o presión) por medio de un controlador PID.	UNIDAD VII. Tipos de control con amplificadores operacionales 1 Introducción 2 Todo o nada (On-Off). 3 Proporcional. 4 Integral. 5 Derivativo. 6 Proporcional+Integral+Derivativo (PID).
Conocer temas actuales para complementar los conocimientos adquiridos.	UNIDAD VIII. Tópicos actuales de instrumentación 1 Temas establecidos en reunión de academia.

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	10%	10%	10%

Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10%	10%	10%
Prácticas	30%	30%	30%
Proyecto	40%	40%	40%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	10%	10%	10%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Antonio Creus Sole. (2000). <i>Instrumentación Industrial</i> . (6ª edición). México: Alfa Omega.
José Nacif Narchif. (1997). <i>Ingeniería de control automático tomo I y II</i> . México: CECSA.
W. G. Holzbock. (2001). <i>Instrumentos para medición y control</i> . México: CECSA.
Timothy J. Maloney. (2001). <i>Electrónica industrial moderna</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
Creus Sole, A. (1998). <i>Instrumentación industrial</i> . (6ª edición). México: Alfa Omega Marcombo.
Pallás, R. (1998). <i>Sensores y acondicionadores de señal</i> . (3ª edición corregida). México: Alfa Omega Marcombo.
Creus, A. (1992). <i>Instrumentación industrial su ajuste y calibración</i> . (2ª edición). México: Marcombo Boixareu Editores.
Helfrick, D., & Cooper, W. (1991). <i>Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición</i> . México: Prentice Hall Hispanoamericana.
Tormos Ferrando, A. (1995). <i>Instrumentación electrónica problemas</i> . Universidad Politécnica de Valencia, España.
Bibliografía complementaria
Norman A. Anderson. (1997). <i>Instrumentation for process measurement and control</i> . USA: Foxboro.
Douglas M. Considine. (1981). <i>Manual de instrumentación aplicada</i> . México: CECSA.
Maloney, T. (1997). <i>Electrónica industrial moderna</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
Ramsay, D. (1996). <i>Principles of engineering instrumentation</i> . Inglaterra: Arnold.

Thomas, B. (1999). *The measurement, instrumentation and sensors: handbook*. USA: CRC press, IEEE press.

Mandado Pérez, E., Mariño Espiñeira, P., & Lago Ferreiro, A. (1996). *Instrumentación electrónica*. Colombia: Alfa Omega.

Morris, A., & Nagore Cázares, G. (2002). *Principios de mediciones e instrumentación*. México: Pearson educación.

Tormos Ferrando, A. (1995). *Instrumentacion electrónica problemas*. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Links de Internet

Prácticas de laboratorio:

1. Control proporcional con simulador electrónico.
2. Control integral con simulador electrónico.
3. Control derivativo con simulador electrónico.
4. Control proporcional+integral+derivativo con simulador electrónico
5. Sensores y transmisores de nivel (los disponibles en el laboratorio).
6. Sensores y transmisores de flujo (los disponibles en el laboratorio).
7. Sensores y transmisores de temperatura (los disponibles en el laboratorio).
8. Sensores y transmisores de presión (lo disponibles en el laboratorio).
9. Implementación de un lazo de cerrado con control proporcional+integral+derivativo.

Horas de utilización de infraestructura computacional:

10 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Mercados de energía		UBICACIÓN: Optativa
Antecedentes: Sistemas de potencia II.	Paralelas: Plantas generadoras, Sistemas de distribución.	Consecutivas: Ninguna.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	54
Prácticas:	3	36
Total:	5	90

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

II. PRESENTACIÓN

En las últimas décadas, cambios sustanciales han provocado que las compañías eléctricas en todo el mundo sean más competitivas en el proceso de la globalización. Economistas desde Adam Smith han argumentado que la competencia no solamente provee incentivos a las firmas para minimizar los costos de producción sino al mismo tiempo frena los precios para asegurar que los consumidores satisfagan sus necesidades al menor costo. Este reclamo falla para monopolios naturales. Ellos tampoco no enfrentan competencia efectiva y de aquí que se encuentran bajo un poco de presión para bajar los costos y mantenerlos bajos o si competidores entran, incrementarán sus servicios, incrementando costos y precios. El análisis convencional de compañías eléctricas comienza con la falla del mercado, la cual justifica la regulación o la propiedad pública para frenar los precios y restricciones a la entrada y así evitar duplicación de costos. La tarea entonces es idear reglas para reglamentar los precios y encontrar consumidores que alienten la eficiencia.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Proporcionar al estudiante una visión amplia de la operación del sector energético y el rol de sus diferentes participantes en la generación-transmisión y consumo.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer el propósito del mercado de energía, su estructuración, operación y arquitectura.	UNIDAD I. Fundamentos del mercado de energía 1. Introducción. 2. ¿Por qué la regulación? 3. ¿Qué regular? 4. Precio de la energía y capacidad. 5. Suministro y demanda de energía. 6. ¿Qué es competencia? 7. Costos marginales en un mercado de energía. 8. Estructura del mercado. 9. Arquitectura del mercado. 10. Simulación de un mercado de energía.
Difundir los conceptos de confiabilidad e inversión en la operación de los sistemas eléctricos de potencia.	UNIDAD II. Confiabilidad, precios fijos e inversión 1. Confiabilidad y políticas de inversión. 2. Precios fijos recuperan costos fijos 3. Confiabilidad y generación. 4. Limitando los precios fijos. 5. Precio del valor en pérdida de carga. 6. Precio de la reserva para operación. 7. Mercados dinámicos y su función utilidad. 8. Requerimientos para la capacidad instalada. 9. Competición Interna para la confiabilidad.
Analizar la estructura operativa de los mercados de energía y los tipos de mercados que pueden establecerse.	UNIDAD III. Arquitectura del mercado 1. Introducción. 2. Sistema de dos acuerdos. 3. Diseño del mercado adelantado. 4. Servicios auxiliares. 5. El mercado adelantado en teoría. 6. El mercado en tiempo real en teoría. 7. El mercado adelantado en la práctica.

	8. El mercado en tiempo real en la práctica. 9. El problema de unidades nuevas comprometidas. 10. El mercado con reservas de operación.
Desarrollar las bases en las que operan los mercados de energía, modelado y simulación.	UNIDAD IV. Mercado de energía 1. Definición del mercado de energía. 2. Ejerciendo un mercado de energía. 3. Modelado de un mercado de energía. 4. Diseño para reducir al mercado de energía. 5. Prediciendo al mercado de energía. 6. Monitoreando al mercado de energía.
Entender como es que se fijan los costos de la energía eléctrica y sus características operativas.	UNIDAD V. Precios locales 1. Transmisión de energía y pérdidas. 2. Límites físicos de la transmisión. 3. Fundamentos de la congestión de precios. 4. Métodos para la congestión de precios. 5. Falacia de la congestión de precios. 6. Reembolso e impuestos. 7. Precio del las pérdidas en líneas. 8. Precio de las pérdidas en nodos. 9. Derechos de transmisión.

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
Stoft Steven. (2002). <i>Power system economics, designing markets for electricity</i> . USA: Wiley Interscience.
J. Duncan Glover, & Mulukutla S. Sarma. (2002). <i>Power system análisis and desing</i> . (Third edition) USA: Brookscole.
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.
Haddi Saadat. (2002). <i>Power system analysis</i> . (Second edition). USA: McGraw Hill.
Charles A. Gross. (1996). <i>Power sytem analysis</i> . (Second edition). USA: Wiley and Sons.
Grainger, & Stevenson. (1995). <i>Análisis de sistemas eléctricos de potencia</i> . (3ª edición). USA: McGraw Hill.
Miller T. J. E. (1982). <i>Reactive power control in electric systems</i> . (2ª edición). USA: Wiley Interscience.
Stagg G. W., & El-Abiad A. H. (1968). <i>Computer methods in power system analysis</i> . (3ª edición). USA: McGraw Hill.
Arrillaga J., and Arnold C.P. (1990). <i>Computer modelling of electric power systems</i> . England: John Wiley & Sons.

Narain G. Hignorani, & Laszlo Gyugyi. (2000). <i>Understanding FACTS, concepts and technology of flexible AC transmission systems</i> . USA: IEEE press. Yong Huo Song, & Allan T. Johns. (1999). <i>Flexible AC transmission systems (FACTS)</i> . UK: IEE power and energy series.
Bibliografía complementaria
Proceedings IEE (UK). Revista indexada. Transactions IEEE (USA). Revista indexada.
Links de Internet
www.ieee.org www.abb.com www.ge.com www.cfe.gob.mx

Prácticas de laboratorio:
1. Diseñar un mercado de energía simulado para el sistema eléctrico nacional.
Horas de utilización de infraestructura computacional:
30 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Modelado y simulación de sistemas eléctricos UBICACIÓN: Optativa		
Antecedentes: Sistemas de potencia II, Máquinas eléctricas III.	Paralelas: Plantas generadoras, Sistemas de distribución.	Consecutivas: Ninguna.
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:	Diciembre/2004.

II. PRESENTACIÓN

Un sistema eléctrico de potencia puede ser visto como la interconexión de generadores, cargas de consumidores a través de la red de transmisión, transformadores y equipos auxiliares. Su estructura tiene varias configuraciones que son el resultado de decisiones legales, económicas, políticas, de ingeniería y ambientales. Basado en su estructura, los sistemas de potencia pueden ser clasificados en sistemas en anillo y radiales. Los sistemas en anillo pueden ser encontrados en regiones con alta densidad de población y donde es posible construir estaciones de potencia cercanas a los centros de consumo. Por otro lado, los sistemas radiales son encontrados en regiones donde grandes cantidades de energía deben ser transmitidas en largas distancias de los centros de generación a los centros de consumo.

Analizar los sistemas eléctricos de potencia, conlleva el modelado de cada elemento que compone al sistema: generadores, transformadores, líneas de transmisión, cargas dependientes de voltaje. El primer logro de modelado computacional es el problema de flujos de potencia, el cual encuentra aplicación en todas las fases del análisis de sistemas de potencia. La más exitosa contribución a éste problema es aún la aplicación computacional de los algoritmos de Newton-Raphson y sus derivados.

La transición del análisis de los sistemas de potencia hacia un programa computacional eficiente es una labor exhaustiva. En la actualidad los programas comerciales son el resultado de habilidades considerables y años de ingeniería.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Proporcionar una herramienta matemática y computacional eficaz en el desarrollo e implementación de modelos matemáticos de dispositivos eléctricos en el análisis de los sistemas eléctricos de potencia.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer los desarrollos computacionales de los sistemas de transmisión y su influencia en el análisis moderno de los sistemas de potencia.	UNIDAD I. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1. Computación en los sistemas de potencia. 2. Aplicaciones computacionales. 3. Análisis de redes eléctricas. 4. Desarrollos de los sistemas de transmisión. 5. Análisis interactivo de sistemas de potencia.
Proporcionar la habilidad del estudiante para desarrollar modelos matemáticos e implementarlos en programas computacionales que le permitan conocer el comportamiento de las redes de transmisión.	UNIDAD II. Flujos de potencia <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Modelado de líneas de transmisión. 3. Modelado de transformadores convencionales. 4. Modelado de transformadores con cambiador de derivación automático. 5. Transformadores defasadores. 6. Método nodal básico. 7. Condicionamiento la Y_{BUS}. 8. Definición analítica del problema. 9. Método de Newton-Raphson. 10. Técnicas que hacen el método de Newton-Raphson computacionalmente competitivo. 11. Criterios de convergencia y pruebas.
Extender la formulación matemática del problema de flujos de potencia a las tres fases, mediante el desarrollo	UNIDAD III. Flujos de potencia trifásicos <ol style="list-style-type: none"> 1 Máquinas síncronas. 2 Líneas de transmisión.

de sus modelos y evaluar su efecto en condiciones desbalanceadas de operación.	<ul style="list-style-type: none"> 3 Transformadores. 4 Formulación del problema de flujos trifásico. 5 Estructura del programa computacional. 6 Condiciones balanceadas y desbalanceadas.
Extender el método de Newton-Raphson al problema de flujos de potencia incluyendo enlaces de CD en la red de transmisión y su estructura en la programación.	UNIDAD IV. Flujos de potencia en CA-CD <ul style="list-style-type: none"> 1 Formulación del problema. 2 Modelo del sistema de CD. 3 Técnicas de solución secuencial. 4 Tolerancia de convergencia en CD. 5 Condiciones iniciales. 6 Algoritmo trifásico. 7 Formulación del problema de flujos de potencia trifásico CA-CD. 8 Estructura del programa y aspectos computacionales.
Describir como es que el sistema de CA falla ante eventos internos y externos.	UNIDAD V. Estudios de fallas <ul style="list-style-type: none"> 1. Análisis de fallas trifásicas. 2. Ecuaciones de la matriz de admitancias. 3. Ecuación de la matriz de impedancia. 4. Cálculo de fallas. 5. Análisis de fallas desbalanceadas. 6. Matrices de admitancias. 7. Fallas de cortocircuito. 8. Fallas de circuito abierto.
Describir modelos dinámicos básicos y su uso en el análisis multimáquina de estabilidad transitoria.	UNIDAD VI. Estabilidad de sistemas de potencia <ul style="list-style-type: none"> 1 La forma de las ecuaciones. 2 Marcos de referencia. 3 Máquinas síncronas. 4 Controladores automáticos de las máquinas síncronas. 5 Cargas. 6 La red de transmisión. 7 Estructura de un programa de estabilidad transitoria.
Desarrollar modelos para el análisis de transitorios electromagnéticos y su implementación en un programa.	UNIDAD VII. Análisis de transitorios electromagnéticos <ul style="list-style-type: none"> 1. Equivalente de la línea de transmisión. 2. Solución nodal. 3. Aspectos computacionales.

	4. Dependencia de la frecuencia. 5. Simulación.
Comprender de manera generalizada el marco de trabajo para el análisis de flujos armónicos.	UNIDAD VIII. Análisis de propagación armónica 1. Modelos de la línea de transmisión. 2. Modelos de transformadores. 3. Modelos de máquinas síncronas. 4. Modelos de cargas. 5. Requerimientos computacionales.

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	30%	30%	30%
Participación en equipo	-	-	-
Ensayo	-	-	-
Investigación	30%	30%	30%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
J. Arrillaga, & C. P. Arnold. (1990). <i>Computer analysis of power systems</i> . England: John Wiley & Sons.
J. Arrillaga, & N. R. Watson. (2001). <i>Computer modelling of electrical power systems</i> . England UK: John Wiley & Sons.
J. Arrillaga, & C. P. Arnold. (1991). <i>Computer modelling of electrical power systems</i> . (2ª edición). India: Thomson press.
E. Acha, V. G. Agelidis, O Anaya-Lara, & T. J. Miller. (2002). <i>Power electronic control in electrical systems</i> . UK: Newnes.
J. Duncan Glover, & Mulukutla S. Sarma. (2002). <i>Power system análisis and desing</i> . (Third edition). USA: Brookscole.
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.
Haddi Saadat. (2002). <i>Power system analysis</i> . (Second edition). USA: McGraw Hill.
Charles A. Gross. (1996). <i>Power sytem analysis</i> . (Second edition). USA: Wiley and Sons.
Grainger & Stevenson. (1995). <i>Análisis de sistemas eléctricos de potencia</i> . (3ª edición). USA: McGraw Hill.
Miller T. J. E. (1982). <i>Reactive power control in electric systems</i> . (2ª edición). USA: Wiley Interscience.
Stagg G. W., & El-Abiad A. H. (1968). <i>Computer methods in power system analysis</i> . (3ª edición). USA: McGraw-Hill.
Narain G. Hignorani, & Laszlo Gyugyi. (2000). <i>Understanding FACTS, concepts and technology of flexible AC transmission systems</i> . USA: IEEE press.
Yong Huo Song, & Allan T. Johns. (1999). <i>Flexible AC transmission systems (FACTS)</i> . UK: IEE power and energy series.
Bibliografía complementaria
Proceedings IEE (UK). Revista indexada.
Transactions IEEE (USA). Revista indexada.
Links de Internet

www.ieee.org
www.abb.com
www.ge.com
www.cfe.gob.mx

Prácticas de laboratorio:
1. Desarrollo de un programa computacional para flujos monofásicos. 2. Desarrollo de un programa computacional para flujos trifásico. 3. Desarrollo de un programa computacional para flujos CA-CD.

Horas de utilización de infraestructura computacional:
60 horas en el semestre.