

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

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

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

II. PRESENTACIÓN

Los temas que se presentan en la materia de mecanismos son fundamentales para el estudiante de Ingeniería Mecánica, con estos conocimientos entenderá de manera mas amplia la materia de diseño de máquinas.
En esta materia el alumno comprenderá las relaciones entre la geometría y los movimientos de las piezas de una máquina o un mecanismo.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Desarrollar en el alumno la habilidad para obtener soluciones viables de diseño de mecanismos cuyo fin es el de obtener un movimiento deseado o cumplir con una tarea específica.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Que el alumno comprenda la terminología y definiciones de conceptos que se emplearán a lo largo de todo el curso.	UNIDAD I. Conceptos fundamentales <ol style="list-style-type: none"> 1. Terminología, definiciones e hipótesis. 2. Tipos de mecanismos. 3. Movilidad. 4. Inversión cinemática. 5. Ley de Grashof. 6. Ventaja mecánica.
Que el alumno conozca los diferentes métodos que existen para definir el desplazamiento de un mecanismo plano.	UNIDAD II. Análisis de desplazamiento <ol style="list-style-type: none"> 1. Ecuación de cierre del circuito. 2. Análisis gráfico de la posición de mecanismos planos. 3. Análisis de desplazamiento de mecanismos planos utilizando álgebra compleja. 4. Análisis algebraico de posición de eslabonamientos planos.
El alumno conocerá los diferentes métodos para determinar la velocidad de los eslabones y puntos de interés de un mecanismo plano.	UNIDAD III. Análisis de velocidad <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis gráfico de velocidad. 2. Análisis de velocidad utilizando álgebra compleja. 3. Análisis de velocidad utilizando álgebra vectorial. 4. Centro instantáneo de velocidad. 5. Teorema de Aronhold-Kennedy de los tres centros. 6. Localización de centros instantáneos de velocidad. 7. Análisis de velocidad utilizando centros instantáneos. 8. Teorema de la razón de velocidades angulares. 9. Teorema de Freudenstein. 10. Centrodas.
El alumno conocerá los diferentes métodos para determinar la aceleración en mecanismos planos.	UNIDAD IV. Análisis de aceleración <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis gráfico de la aceleración. 2. Contacto directo y contacto por rodadura. 3. Análisis de la aceleración utilizando álgebra compleja.

	4. Centro instantáneo de aceleración.
El alumno aprenderá técnicas simples de síntesis de mecanismos que le permitirán crear soluciones de eslabonamientos para aplicaciones cinemáticas típicas.	UNIDAD V. Síntesis de eslabonamientos planos <ol style="list-style-type: none"> 1. Síntesis de tipo, del número y dimensional. 2. Generación de la función, generación de trayectoria y guía del cuerpo. 3. Espaciamiento de Chebychev. 4. Síntesis de posición del mecanismo de corredera y manivela. 5. Síntesis de mecanismo de manivela y oscilador. 6. Mecanismo de manivela-oscilador con ángulo óptimo de transmisión. 7. Síntesis de tres posiciones. 8. Síntesis analítica de cuatro posiciones 9. Teorema de Roberts-Chebychev. 10. Síntesis analítica utilizando álgebra compleja. 11. Ecuación de Freudenstein.
El alumno aprenderá a diseñar un sistema de leva y seguidor, comprenderán las consideraciones teóricas de las funciones matemáticas empleadas para las curvas de levas y dimensionarán levas con consideraciones del ángulo de presión y radio de curvatura.	UNIDAD VI. Diseño de levas <ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificación de las levas y los seguidores. 2. Diagramas de desplazamientos. 3. Diseño gráfico de perfiles de levas. 4. Derivadas del movimiento del seguidor. 5. Levas de gran velocidad. 6. Movimiento estándar de las levas. 7. Igualación de las derivadas de los diagramas de desplazamiento. 8. Diseño polinomial de levas. 9. Leva de placa con seguidor oscilante de cara plana. 10. Leva de placa con seguidor oscilante de rodillo.
El alumno aprenderá los principios básicos y la nomenclatura general de los engranes y podrá analizar la cinemática de trenes de engranajes.	UNIDAD VII. Trenes de engranajes <ol style="list-style-type: none"> 1. Terminología, clasificación y usos de los engranajes. 2. Trenes de engranajes de ejes paralelos. 3. Ejemplos de trenes de engranes. 4. Determinación del número de dientes. 5. Trenes de engranes epicíclicos.

	6. Trenes epicíclicos de engranajes cónicos. 7. Solución de trenes planetarios. 8. Análisis tabular de trenes planetarios. 9. Diferenciales.
--	---

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 %	20%	20%
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	10%	20%	20%
Prácticas	-	-	-
Proyecto	30%	40%	40%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	-	-	-
Ensayo	-	-	-

Investigación	20%	20%	20%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Joseph Edward Shigley. (1998). <i>Análisis y síntesis de mecanismos</i> . México: McGraw Hill.
Arthur G. Erdman, & George N. Sandor. (1997). <i>Diseño de mecanismos, análisis y síntesis</i> . (3ª edición). México: Prentice Hall.
Robert L. Norton. (2000). <i>Diseño de maquinaria</i> . (2ª edición). México: McGraw Hill.
Daniel Clos Costa, & Salvador Cardona Foix. (2001). <i>Teoría de máquinas</i> . España: Ediciones UPC.
José Antonio Carta González, & Roque Calero Pérez. (1999). <i>Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros</i> . México: Mc Graw Hill.
Antonio Simon Mata. (2004). <i>Fundamentos de teoría de máquinas</i> . (2ª edición). España: Editorial Bellisco.
Hernandez Alonso. (2004). <i>Cinemática de mecanismos análisis y diseño</i> . España: Síntesis S.A.
John Joseph Vicker, & Gordon R. Pennock. (2004). <i>Theory of machines and mechanisms</i> . (3ª edición). USA: Book News, Inc.
Asok Kumar Mallik, Amitabha Ghosh, & Gunter Ditttrich. (1994). <i>Kinematic análisis and synthesis of mechanisms</i> . USA: Book News, Inc.
David H. Myszka. (2004). <i>Machines andm: applied kinematic análisis</i> . (third edition). USA: Book News Inc.
Bibliografía complementaria
Homer D. Eckhardt. (1998). <i>Kinematic design of machines and mechanisms</i> . USA: Book News Inc.
Oleg Vinogradov. (2000). <i>Fundamentals of kinematics and dynamics of Machines and mechanisms</i> . USA: Book News Inc.
S. Molian. (1997). <i>Mechanisms design: The practical kinematics and dynamics of machinery</i> . (Second edition). USA: PERGAMON.
Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
Análisis cinemático de mecanismos utilizando los paquetes computacionales de Mat Lab y Working Model.

Horas de utilización de infraestructura computacional:
3 horas por semana.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Diseño I		UBICACIÓN: 5º Semestre
Antecedentes: Mecánica de materiales II.	Paralelas: Ninguna.	Consecutivas: Diseño II.
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 Luiz.
Fecha:	Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

Con la introducción de paquetes computacionales se ha facilitado en la actualidad el diseño de diversos elementos mecánicos, 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

Que el alumno aplique los principios científicos y los métodos técnicos (matemáticos, computación, electrónica, métodos gráficos y lenguaje común), en la selección o diseño de elementos de máquinas para poder diseñar una máquina lo más optima posible, económica, alta productividad y de fácil mantenimiento.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno aprenderá los pasos a seguir en el diseño de máquinas.	UNIDAD I. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología del diseño y diseño conceptual.
El alumno será capaz de calcular y determinar el ajuste o tolerancia de un elemento de máquina y representarlo en base a las normas internacionales.	UNIDAD II. Ajustes y tolerancias <ol style="list-style-type: none"> 1. Tolerancia. 2. Juego. 3. Ajustes. 4. Intercambiabilidad. 5. Normas de ajustes y tolerancias.
El alumno podrá diseñar y calcular la fatiga de los materiales en base a las distintas teorías y determinará en base a las cargas cíclicas la vida útil de un elemento de máquina o estructura.	UNIDAD III. Cargas variables y concentración de esfuerzos <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a la concentración de esfuerzos. 2. Esfuerzos equivalentes. 3. Cargas repentinamente aplicadas
El alumno diseñará y calculará flechas en base a las teorías de falla y criterios de fatiga.	UNIDAD VI. Flechas macisas y huecas <ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidades críticas. 2. Sujetas a torsión pura. 3. Sujetas a cargas combinadas (flexión y torsión). 4. Teoría de fallas aplicado al cálculo de flechas. 5. Cargas fluctuantes. 6. Proyectos de ejes mediante el código ASME.
El alumno será capaz de diseñar y seleccionar acoplamientos y calcular cuñas pasadores y estrías con base a las normas internacionales.	UNIDAD V. Acoplamientos y chavetas <ol style="list-style-type: none"> 1. Acoplamientos rígidos y flexibles (diseño y selección). 2. Cuñeros. 3. Estrías. 4. Pasadores. 5. Concentración de esfuerzos
El alumno diseñará y seleccionará elementos roscados con base en las normas internacionales y será capaz de calcular uniones roscadas.	UNIDAD VI. Tornillos <ol style="list-style-type: none"> 1. Clases de roscas. 2. Roscas normalizadas. 3. Tornillos de potencia. 4. Sujetadores de roscas.

	5. Pernos.
El alumno diseñará, calculará y seleccionará resortes para diferentes tipos de trabajos en base a las normas internacionales.	UNIDAD VII. Resortes y muelles <ol style="list-style-type: none"> 1. Resortes helicoidales. 2. Materiales para resortes. 3. Fatiga en resortes. 4. Cargas fluctuantes. 5. Vibraciones en resortes. 6. Resortes de hoja o muelles.
El alumno será capaz de diseñar, calcular y seleccionar frenos y embragues.	UNIDAD VIII. Embragues y frenos <ol style="list-style-type: none"> 1. Embragues y frenos de disco. 2. Embragues de cono. 3. Frenos de tambo. 4. Frenos de cinta.

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: CECSA.
Mott, R., & Cordova Just, A. (1995). <i>Diseño de elementos de máquinas</i> . México: (2ª edición). Pearson educación.
Spotts, M., Shoup, T., & Cera, J. (1999). <i>Elementos de máquinas</i> . México: (7ª edición). 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
Jhonson, O. (1973). <i>Diseño de máquinas herramientas</i> . México: Crat.
Faires, V. (1990). <i>Diseño de elementos de máquinas</i> . México: Uteha.
Slaymaker, R. (1991). <i>Diseño y análisis de elementos de máquinas</i> . México: Limusa.
Aguirre Esponda, G. (1990). <i>Diseño de elementos de máquinas</i> . México: Trillas, UNAM, Facultad de Ingeniería.
Faires Virgil, M. (1971). <i>Problemas de diseño de elementos de máquinas</i> . España: Limusa.
Norton, R. (2002). <i>Cam design and manufacturing handbook</i> . (2ª edición). USA: Industrial press.
Catálogo de Martín Sprocket.
Catálogo de Dodge. Tomo I, II y III.
Catálogo de Festo.
Catálogo de Rodamientos.
Catálogo Sumitomo.

Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
En cada tema las prácticas que se realizarán son la solución de problemas para que el alumno adquiriera 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 por semana.

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Electrónica II		UBICACIÓN: 5º Semestre
Antecedentes: Electrónica I.	Paralelas: Ninguna.	Consecutivas: Control moderno.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

Elaborado por:	Esp. Elías Valencia Valencia, Ing. J. Rodolfo Madrigal Sánchez, Ing. Juan Manuel González Rojas, Ing. Carlos Flores Bautista.
Fecha:	7/Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

Durante muchos años ha existido la necesidad de controlar la potencia eléctrica, para ello es necesario el estudio de las técnicas de conversión de potencia, y en primer plano el estudio de los dispositivos semiconductores de potencia.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

El alumno conocerá y manejará los dispositivos que le permitan controlar potencia eléctrica en condiciones de CD y CA.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno reconocerá la importancia de la electrónica de potencia.	UNIDAD I. Introducción a la electrónica de potencia 1.1. Aplicaciones de la electrónica de potencia. 1.2. Historia de la electrónica de potencia. 1.3. Dispositivos de semiconductores de potencia. 1.4. Características de control de dispositivos de potencia.

	1.5. Circuitos electrónicos de potencia. 1.6. Módulos de potencia y módulos inteligentes.
El alumno será capaz de emplear dispositivos semiconductores, en la solución de problemas de control de potencia.	UNIDAD II. Conceptos de conmutación y dispositivos semiconductores de potencia 2.1. Introducción. 2.2. SCR'S. 2.3. Triacs (Tiristor). 2.4. Transistor BJT y Darlington de potencia. 2.5. Transistor de efecto de campo de semiconductor de oxido (MOSFET). 2.6. Tiristor de apagado por compuerta (GTO). 2.7. Transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT). 2.8. Drives y circuitos supresores de picos (Snubber). 2.9. UJT. 2.10. Optocopladores. 2.11. Sistemas de protección con elemento térmico.
Aplicará convertidores de AC a DC a los circuitos rectificadores de potencia.	UNIDAD III. Convertidores de Ac a DC 3.1. Introducción. 3.2. Conceptos básicos de rectificación. 3.3. Rectificadores de una sola fase. 3.4. Rectificadores de tres fases. 3.5. Análisis de armónicos. 3.6. Rectificadores de fase controlada.
Aplicará convertidores DC a DC para la conversión de corriente eléctrica en las distintas necesidades de alimentación.	UNIDAD IV. Convertidores DC a DC 4.1. Introducción. 4.2. Control de los convertidores DC-DC. 4.3. Convertidor Step-Down. 4.4. Convertidor Step-Up. 4.5. Convertidor Buck-Boost. 4.6. Convertidores DC-DC con aislamiento. 4.6.1. Control de convertidores con aislamiento. 4.6.2. Convertidor Flyback. 4.6.3. Convertidor Forward. 4.6.4. Convertidor Push-Pull. 4.6.5. Convertidores Half-Bridge y Full-Bridge.
Aplicará convertidores DC a	UNIDAD V. Convertidores DC a AC

AC para la conversión de corriente eléctrica en las distintas necesidades de alimentación.	5.1. Introducción. 5.2. Conceptos básicos de los inversores. 5.3. Inversores monofásicos. 5.4. Inversores trifásicos. 5.5. UPS.
Se emplearán técnicas de electrónica de potencia en el control de motores utilizando circuitos digitales y semiconductores de potencia.	UNIDAD VI. Control de motores 6.1. Introducción. 6.2. Selección de componentes para el controlador. 6.3. Control de motores de DC. 6.4. Control de motores de AC (inducción). 6.5. Control de motores de pasos.

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

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Andrzej M. (1998). <i>Introduction to Modern Power Electronics</i> . USA: John Wiley & Sons.
Issa B. (2003). <i>Power Electronic Circuits</i> . (2ª edición). USA: John Wiley & Sons.
Mohan, N., Undeland, T., & Robbins, W. (2002). <i>Power Electronics: Converters, Applications and Design</i> . (3ª edición). USA: John Wiley & Sons.
Rashid, M. (1995). <i>Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones</i> . (2ª edición). México: Prentice Hall.
Robert W. Erickson, & Dragan Maksimovic. (2001). <i>Fundamentals of power electronics</i> . (Second edition). NY. USA: Klumer academic publishers.
Bimal K. Bose. (2001). <i>Modern power electronics and AC drives</i> . USA: Prentice Hall.
Mohan Ned. (2003). <i>First course on power electronics and drives</i> . USA: MINPERE.
John G. Kassakian, Martin F. Schlecht, George C. Verghese. (1991). <i>Principles of power electronics</i> . USA: Prentice Hall.
Daniel W. Hart. (1996). <i>Introduction to power electronics</i> . USA: Prentice Hall.
Shepherd, L. N., Hulley, D. T., & W. Liang. (1996). <i>Power electronics and motor control</i> . (Second edition). USA: Cambridge University Press.
Bibliografía complementaria

Valencia, E. (2000). *Convertidores DC-DC (Tesis de licenciatura)*. Universidad de Colima, México.

Kumar Sugandhi, R., & Kumar Sugandhi, K. (1990). *Tiristores: conceptos y aplicaciones*. (2ª edición). México: Limusa.

Lilen, H. (2000). *Triacs y tiristores*. España: Marcombo.

Links de Internet

<http://powerelectronics.com/>

<http://www.onsemi.com/>

<http://www.irf.com/indexsw.html>

<http://www.ti.com/>

Prácticas de laboratorio:

1. Semiconductores de potencia
2. Disparo del SCR
3. Disparo del Triac
4. Control digital de potencia
5. Rectificador trifásico de media onda
6. Rectificador trifásico de onda completa
7. Modulador de ancho de pulso PWM
8. Convertidor DC-DC (Flyback)
9. Convertidor Step-Down.
10. Convertidor Step-Up.
11. convertidor Buck-Boost.
12. Inversor monofásico
13. Inversor trifásico
14. Control de velocidad de un motor de DC
15. Control de velocidad de un motor de inducción

Horas de utilización de infraestructura computacional:

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

Elaborado por:	M.C. Ramón Vázquez Bivian, Ing. Abel Delino Silva.
Fecha:	7/Diciembre/2004.

II. PRESENTACIÓN

El estudio de las máquinas eléctricas y en particular el estudio del Transformador como una máquina eléctrica estática, es considerado como uno de los componentes más importantes dentro de los sistemas eléctricos de potencia, sin la participación de éste, sería imposible el poder llevar la energía eléctrica a los centros de consumo, a través de los sistemas de transmisión. De ahí la importancia del estudio del transformador, el cual se estudiará y analizará su comportamiento, mediante la obtención de diferentes modelos de transformadores y se desarrollan los circuitos equivalentes que representan a los transformadores tanto monofásicos como trifásicos.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de comprender el funcionamiento del transformador, identificar las diferentes partes de que consta un transformador, las formas de conexión, la construcción y diseño de los transformadores, así como las formas de instalación del mismo.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
<p>El alumno aprenderá a relacionar las leyes físicas del electromagnetismo y los circuitos eléctricos, y las aplicará al dispositivo físico más ampliamente utilizado en los sistemas de potencia. Además de conocer la forma como se encuentran clasificados en función a su utilización, tipo de enfriamiento y del voltaje de utilización.</p>	<p>UNIDAD I. Teoría del transformador</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Leyes fundamentales de inducción electromagnética, circuitos eléctricos y parámetros de los transformadores 1.2 Clasificación de los transformadores <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 Clasificación por el sistema de tensiones que transforman 1.2.2 Clasificación por la disposición del circuito magnético 1.2.3 Clasificación por la disposición de los devanados 1.2.4 Por el sistema de refrigeración 1.2.5 Clasificación por el medio ambiente en que deben funcionar 1.3 Sistemas de enfriamiento en los transformadores <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Conceptos generales 1.3.2 Sistemas de refrigeración 1.3.3 Autorefrigeración de los transformadores 1.3.4 Refrigeración de los transformadores por ventilación independiente 1.3.5 Refrigeración de los Transformadores por circulación forzada de aceite 1.3.6 Comparación de los diferentes sistemas de refrigeración.
<p>El alumno deberá comprender el comportamiento de los devanados del transformador, bajo diferentes condiciones de carga (vacío y plena carga). Aprenderá a obtener tanto los diagramas vectoriales como sus circuitos equivalentes del transformador, para el estudio de éste en estado estable.</p>	<p>UNIDAD II. Operación del transformador</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Acción transformadora 2.2 Principio fundamental de operación 2.3 El transformador en vacío: el primario y el secundario del transformador 2.4 El transformador en carga 2.5 Diagramas vectoriales del transformador: carga resistiva, carga inductiva, carga capacitiva. 2.6 Regulación de voltaje 2.7 Valores equivalentes de resistencia, reactancia e impedancia 2.8 Circuito equivalente aproximado

	<p>2.9 Eficiencia del transformador</p> <p>2.10 Cálculo en valores por unidad.</p>
El alumno será capaz de identificar y realizar físicamente las diferentes conexiones de los devanados de un transformador trifásico y experimentar con ellas en el Laboratorio.	<p>UNIDAD III. Conexiones trifásicas del transformador</p> <p>3.1 Conexión delta-delta</p> <p>3.2 Conexión estrella-estrella</p> <p>3.3 Conexión delta-estrella</p> <p>3.4 Conexión estrella-delta</p> <p>3-5 Conexión delta abierta o conexión de V.</p>
El alumno aprenderá las reglas básicas, sobre las condiciones necesarias que se requieren para poder conectar a dos o más transformadores en paralelo.	<p>UNIDAD IV. Funcionamiento en paralelo de transformadores</p> <p>4.1 Razones y condiciones para conexión en paralelo de transformadores</p> <p>4.2 Distribución de corriente cuando tienen la misma relación de transformación</p> <p>4.3 Distribución de corriente y corrientes circulantes, cuando tienen relaciones de transformación ligeramente desiguales.</p>
El alumno conocerá las características generales de los transformadores de instrumento y aprenderá a seleccionarlos de acuerdo a su utilización.	<p>UNIDAD V. Transformadores de instrumento</p> <p>5.1 Conceptos generales</p> <p>5.2 Transformador de intensidad (T.I.)</p> <p>5.3 Transformador de tensión (T.P.).</p>
El alumno conocerá y aprenderá las características técnicas de operación y funcionamiento del autotransformador.	<p>UNIDAD VI. El autotransformador</p> <p>6.1 Conceptos generales</p> <p>6.2 Principio del autotransformador monofásico</p> <p>6.3 Ventajas e inconvenientes del autotransformador</p> <p>6.4 Autotransformadores trifásicos</p> <p>6.5 Aplicaciones de los autotransformadores.</p>
El alumno conocerá las diferentes técnicas y métodos para modelar y analizar el funcionamiento y comportamiento de los transformadores, tanto en estado estable como en estado transitorio	<p>UNIDAD 7. Modelado del transformador en estado estable y transitorio</p> <p>7.1 Introducción</p> <p>7.2 Transformadores monofásicos</p> <p>7.3 Transformadores trifásicos o de n devanados.</p>
El alumno simulará en computadora, los diferentes modelos obtenidos del	<p>UNIDAD 8. Simulación</p> <p>8.1 Introducción</p>

transformador y sabrá interpretar su comportamiento, para diferentes señales de entrada en cualquiera de sus devanados.	8.2 Fundamentos de transitorios electromagnéticos 8.3 Simulación de transitorios Electromagnéticos en transformadores monofásicos y trifásicos.
---	--

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	60 %	60 %	60 %
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	-	-	-
Prácticas	5 %	5 %	5 %
Proyecto	10 %	10 %	10 %
Participación individual	5 %	5 %	5 %
Participación en equipo	10 %	10 %	10 %

Ensayo	-	-	-
Investigación	10 %	10 %	10 %
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Enrique Ras. (1991). <i>Transformadores de potencia de media y de protección</i> . (2ª edición). México: Alfa Omega Marcombo.
Gilberto Enríquez Harper. (1982). <i>Curso de motores y transformadores trifásicos de inducción</i> . (2ª edición). México: Limusa.
Enciclopedia ceac de electricidad. (1992). <i>Transformadores convertidores</i> . (3ª edición). México: Limusa.
Paúl C. Krause. (1995). <i>Analysis of electric machinery</i> . (3ª edición). USA: IEEE Press.
Chee - Mun Ong. (1995). <i>Dinamic simulation of electric machinery using matlab / simulink</i> . (3ª edición). USA: Prentice Hall.
Jerome Meisel. (1969). <i>Principios de conversión de energía electromecánica</i> . (3ª edición). México: McGraw - Hill.
Richarson, Caisse. (1995). <i>Máquinas eléctricas rotativas y transformadores</i> . (2ª edición). México: Prentice Hall.
Fitsgeral. (1985). <i>Máquinas eléctricas</i> . (2ª edición). México: McGraw Hill.
Chapman. (1996). <i>Máquinas eléctricas rotativas y transformadores</i> . (2ª edición). México: Prentice Hall.
Werner Leonhard. (1997). <i>Control of electrical drives</i> . (4ª edición). Germany: Springer
Jimmie J. Cathey. (2002). <i>Máquinas eléctricas análisis y diseño aplicando matlab</i> . (2ª edición). México: McGraw - Hill.
Theodore Wildi. (1998). <i>Electrical machines, drives, and power systems</i> . (3ª edición). USA: Prentice Hall.
Bibliografía complementaria
Allan Greenwood. (1985). <i>Electrical transient in power systems</i> . (2ª edición). USA: John Wiley & Sons, inc.
Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Transformador monofásico 2. Polaridad del transformador 3. Regulación del transformador 4. El autotransformador 5. Transformadores en paralelo

6. Transformadores de distribución.
Horas de utilización de infraestructura computacional:
20 horas mínimo al semestre.

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 I		UBICACIÓN: 5º Semestre
Antecedentes: Circuitos II, Máquinas eléctricas I.	Paralelas: Máquinas eléctricas II, Electrónica II.	Consecutivas: Sistemas de potencia II.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		8
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	3	54
Prácticas:	2	36
Total:	5	90

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

II. PRESENTACIÓN

Actualmente la energía eléctrica es utilizada por el hombre para realizar casi todas las actividades que lo conducen al desarrollo. La dependencia de este tipo de energía ha provocado el momento, para que las personas dedicadas al proceso de la energía, especialicen su conocimiento mediante técnicas sofisticadas de análisis y simulación.

El dominio de los sistemas eléctricos representa la gran posibilidad de innovar las diferentes etapas que conforman dichos sistemas. Para los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica, la importancia que tiene este estudio, es el consolidar conocimientos necesarios para poder analizar, diseñar y operar las redes eléctricas que abastecen día con día a los grandes centros urbanos.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

El estudio de los sistemas eléctricos de potencia tiene como propósito fundamental, establecer la forma en como se interconectan los diferentes dispositivos, mediante el modelado matemático de los mismos. Al término del curso, el estudiante será capaz de interpretar su correlación entre ellos, y

proporcionará de manera efectiva una herramienta suficientemente robusta para su correcta operación y diseño de nuevos corredores eléctricos.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer el propósito de los sistemas eléctricos de potencia.	UNIDAD I. Introducción <ol style="list-style-type: none"> 1 Historia de los sistemas eléctricos de potencia. 2 Tendencia actual y futura. 3 Computadoras en ingeniería de sistemas de potencia.
Establecer la teoría básica y desarrollar circuitos equivalentes para transformadores operando en estado estable, así mismo, incorporar el sistema por unidad para simplificar los análisis.	UNIDAD II. Transformadores de potencia <ol style="list-style-type: none"> 1 El transformador ideal. 2 Circuitos equivalentes de transformadores 3 El sistema por unidad (pu). 4 Conexiones de transformadores trifásicos y defasadores. 5 Modelos de secuencia en pu de transformadores trifásicos de dos devanados. 6 Transformadores de tres devanados. 7 Autotransformadores. 8 Transformadores con relación fuera del nominal.
Analizar los cuatro parámetros básicos de la línea de transmisión: resistencia serie, inductancia serie, capacitancia en paralelo, y conductancia en paralelo. También se incluirán eléctricos y magnéticos de la línea de transmisión.	UNIDAD III. Parámetros de líneas de transmisión <ol style="list-style-type: none"> 1 Consideraciones de diseño de las líneas de transmisión. 2 Resistencia. 3 Conductancia. 4 Inductancia en un conductor cilíndrico sólido. 5 Inductancia en una línea monofásica con dos conductores y una línea trifásica de tres conductores con igual espacio de fase. 6 Inductancia en conductores compuestos, con desigual espacio de fase, conductores agrupados. 7 Impedancia serie en líneas trifásicas con conductor neutro y retorno por tierra.

	<ul style="list-style-type: none"> 8 Campo eléctrico y voltaje en un conductor cilíndrico sólido. 9 Capacitancia en una línea monofásica con dos conductores y una línea trifásica de tres conductores con igual espacio de fase. 10 Capacitancia en conductores sólidos, con desigual espacio de fase, conductores agrupados. 11 Admitancia en derivación de líneas con conductor neutro y retorno por tierra. 12 Esfuerzos del campo eléctrico en la superficie de un conductor y nivel de tierra. 13 Circuitos paralelos de líneas trifásicas.
Conocer el comportamiento de los parámetros eléctricos cuando los sistemas eléctricos son golpeados por descargas atmosféricas o por la operación de interruptores y su efecto en la selección de los equipos de aislamiento y protección.	UNIDAD IV. Operación transitoria de líneas de transmisión <ul style="list-style-type: none"> 1 Ondas viajeras en una línea monofásica sin pérdidas. 2 Condiciones de frontera para una línea monofásica sin pérdidas. 3 Diagrama de secciones de Bewley. 4 Modelos en tiempo discreto de líneas monofásicas sin pérdidas y elementos RLC. 5 Pérdida de líneas. 6 Líneas de multiconductores. 7 Sobrevoltajes en sistemas de potencia. 8 Coordinación de aislamiento.
Analizar el comportamiento de líneas de transmisión bajo condiciones de operación en estado estable y desarrollar expresiones de voltaje y corriente en cualquier punto a lo largo de la línea de transmisión.	UNIDAD V. Operación de líneas de transmisión en estado estable <ul style="list-style-type: none"> 1 Aproximaciones de la línea corta y media 2 Ecuaciones diferenciales de la línea de transmisión 3 Circuito equivalente Π 4 Líneas sin pérdidas 5 Máximo flujo de potencia 6 Cargabilidad en líneas 7 Técnicas de compensación reactiva.
Proporcionar al estudiante la herramienta más importante en la planeación, control y operación de los sistemas eléctricos de potencia.	UNIDAD VI. Flujos de potencia <ul style="list-style-type: none"> 1 Soluciones directas para ecuaciones algebraicas lineales, eliminación Gaussiana. 2 Soluciones iterativas de ecuaciones

	<p>algebraicas lineales, Jacobi y Gauss-Seidel.</p> <p>3 Soluciones iterativas de ecuaciones algebraicas no lineales, Newton-Raphson.</p> <p>4 El problemas de flujos de potencia.</p> <p>5 Solución de flujos de potencia por Gauss-Seidel.</p> <p>6 Solución de flujos de potencia por Newton-Raphson.</p> <p>7 Técnicas de dispersidad.</p> <p>8 Flujos de potencia desacoplado.</p> <p>9 Control de flujo de potencia.</p> <p>10 Transformadores con el tap fuera del nominal.</p> <p>11 Conclusión de transformadores en el estudio de flujos de potencia.</p> <p>12 Control de voltaje mediante el ajuste automático del tap.</p>
Comprender el principio de operación de los dispositivos FACTS y su representación matemática mediante simulación de redes eléctricas.	<p>UNIDAD VII. Dispositivos FACTS</p> <p>1 Introducción</p> <p>2 Compensador Avanzado Serie</p> <p>3 Compensador Estático de Var</p> <p>4 Transformador defasador</p> <p>5 Controlador Unificado de Flujos de Potencia</p> <p>6 Potencia</p> <p>7 Incorporación de dispositivos FACTS</p> <p>8 Simulación.</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	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
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 system analysis</i> . (Second edition). USA: Wiley and Sons.
Grainger and 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. (1986). <i>Computer methods in power system analysis</i> . (3ª edición). USA: McGraw-Hill.

<p>Arrillaga J., & Arnold C.P. (1990). <i>Computer modelling of electric power systems</i>. England: John Wiley & Sons.</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>
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 de Líneas de transmisión. 2. Compensación serie/derivación de líneas de transmisión. 3. Corrección del factor de potencia. 4. Efecto del cambiador en derivación de transformadores en el voltaje. 5. Simulación de redes de alta tensión bajo contingencias. 6. Efecto de dispositivos FACTS en la red eléctrica.
Horas de utilización de infraestructura computacional:
30 horas en el semestre.

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

PROGRAMA ANALÍTICO

I. DATOS GENERALES

MATERIA: Teoría de control		UBICACIÓN: 5º Semestre
Antecedentes: Circuitos eléctricos II.	Paralelas: Máquinas eléctricas II, Sistemas de potencia I.	Consecutivas: Control moderno.
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. René Octavio Santos torres, M.C. Efraín Hernández Sánchez.
Fecha:	22/Mayo/2004.

II. PRESENTACIÓN

Esta materia proporciona en el perfil del egresado bases en el aspecto de diseño, control e instrumentación desde el punto de vista del control clásico, lo que permitirá que se incorporen a la industria de la transformación y las comunicaciones, a resolver problemas de diseño, mantenimiento, control y mejoramiento de sus sistemas.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno conocerá los principios básicos del control clásico, podrá realizar mediciones de algunas variables físicas con el uso de transductores, analizar sistemas de control en el dominio del tiempo y de la frecuencia, y diseñar compensadores y controladores.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
<p>El alumno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificará los elementos de un sistema de control. 2. Comprenderá la importancia de la teoría del control, y 3. Aprenderá la Transformada de Laplace como bases matemáticas del Control Clásico. 	<p>UNIDAD I. Introducción a los sistemas de control</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Definición de control. <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 Conceptos básicos y terminología. 1.1.2 Diagramas de bloques y señales. 1.2 Control de lazo abierto. 1.3 Control de lazo cerrado. 1.4 Beneficios del control automático. 1.5 Cambios de carga. 1.6 Objetivos de los sistemas de control. 1.7 Amortiguamiento e inestabilidad. 1.8 Criterios de un buen control. 1.9 Clasificación de los tipos de control. 1.10 Transformada de Laplace. <ol style="list-style-type: none"> 1.10.1 Definición de la Transformada de Laplace (TL). 1.10.2 Teorema de la TL. 1.10.3 Transformada de Laplace Inversa (TLI). 1.10.4 Aplicaciones de la TL.
<p>El alumno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificará y modelará las diferentes formas de control automático, y 2. Aprenderá el uso de transductores como elementos de retroalimentación. 	<p>UNIDAD II. Modelado y tecnología de los sistemas de control</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Los cuatro elementos básicos. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1 En los sistemas eléctricos. 2.1.2 En los sistemas de flujo hidráulico. 2.1.3 En los sistemas de flujo gaseoso. 2.1.4 En los sistemas térmicos. 2.1.5 En los sistemas mecánicos. 2.2 Funciones de transferencia de sistemas físicos. 2.3 Reducción de diagramas de bloques. 2.4 Sistemas de múltiples variables. 2.5 Grafos de flujo de señal. 2.6 Modelo en el espacio de estado. 2.7 Acciones de control. <ol style="list-style-type: none"> 2.7.1 Control Encendido-Apagado. 2.7.2 Control Proporcional (P). 2.7.3 Control Derivativo (D) y Control Integral (I). 2.7.4 Control PD y control PI. 2.7.5 Control PID.

	<p>2.8 Componentes de los Sistemas de Control.</p> <p>2.8.1 Transductores de:</p> <p>2.8.1.1 Posición y desplazamiento.</p> <p>2.8.1.2 Presión.</p> <p>2.8.1.3 Temperatura.</p> <p>2.8.1.4 Fuerza.</p> <p>2.8.1.5 Velocidad.</p> <p>2.8.1.6 Humedad.</p> <p>2.8.2 Elementos de control final.</p> <p>2.8.2.1 Válvulas solenoides.</p> <p>2.8.2.2 Válvulas electro neumáticas.</p> <p>2.8.2.3 Reles y contactores.</p> <p>2.8.2.4 Motores de fase partida y servomotores.</p>
El alumno identificará los parámetros de diseño de un sistema de control.	<p>UNIDAD III. Análisis de la respuesta transitoria</p> <p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Funciones singulares como señales de prueba.</p> <p>3.3 Error en estado estacionario</p> <p>3.3.1 Tipos de errores</p> <p>3.4 Sistemas de primer orden</p> <p>3.5 Sistemas de segundo orden.</p> <p>3.6 Sistemas de orden superior.</p> <p>3.7 Criterio de estabilidad de Routh.</p> <p>3.8 Efectos de añadir polos y ceros a la función de transferencia.</p>
El alumno será capaz de aplicar el método del lugar geométrico de las raíces para determinar el comportamiento de los sistemas de control.	<p>UNIDAD IV. Acciones de control y controladores</p> <p>4.1 Propiedades básicas del lugar de las raíces.</p> <p>4.2 Reglas para construir los lugares de las raíces.</p> <p>4.3 Sistemas con retroalimentación positiva</p> <p>4.4 Sistemas con retardo.</p> <p>4.5 Diagramas de contorno de raíz.</p> <p>4.6 Diseño de sistemas de control usando el método del lugar de las raíces.</p> <p>4.6.1 Compensación en atraso.</p> <p>4.6.2 Compensación en adelanto.</p> <p>4.6.3 Compensación en atraso-adelanto.</p>
El alumno determinará la	UNIDAD V. Análisis de la respuesta en

estabilidad de los sistemas de control.	frecuencia 5.1 Introducción. 5.2 Diagramas polares. 5.3 Diagramas de Bode. 5.3.1 Diagramas de magnitud. 5.3.2 Diagramas de fase. 5.3.3 Obtención experimental. 5.4 Comparación de respuesta transitoria y respuesta en frecuencia. 5.5 Diagramas de Nyquist. 5.5.1 Análisis de estabilidad. 5.5.2 Estabilidad relativa. 5.5.3 Respuesta con frecuencia de lazo cerrado. 5.6 Análisis de estabilidad. 5.7 Estabilidad relativa. 5.7.1 Margen de fase. 5.7.2 Margen de ganancia. 5.8 Diseño de sistemas de control usando la respuesta a la frecuencia. 5.8.1 Compensación en atraso. 5.8.2 Compensación en adelanto. 5.8.3 Compensación en atraso – adelanto.
El alumno identificará las acciones de control clásico PID.	UNIDAD VI. Diseño de sistemas de control 6.1 Introducción. 6.2 Reglas de sintonización de controladores. 6.3 Diseño con controlador PD 6.4 Diseño con controlador PI. 6.5 Diseño con controlador PID. 6.6 Diseño con controlador de atraso de fase. 6.7 Diseño con controlador de adelanto de fase. 6.8 Diseño con controlador de atraso - adelanto de fase.

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

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
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.
Ogata, K. (1998). <i>Ingeniería de Control Moderna</i> . (3ª edición). México: Prentice

<p>Hall Hispanoamericana.</p> <p>Ogata, K. (1997). <i>Modern Control Engineering</i>. (3ª edición). USA: Prentice Hall.</p> <p>Phillips, C., & Harbor, R. (1996). <i>Feedback Control Systems</i>. (3ª edición). USA: Prentice Hall.</p> <p>Canales Ruiz, R., & Barrera, R. (1973). <i>Control I</i>. México: UNAM.</p> <p>Canales Ruiz, R., & Barrera Rivera, R. (1980). <i>Análisis de sistemas dinámicos y control automático</i>. México: Limusa.</p> <p>Rohrs, C., Melsa, J., Schultz, D., & Rodríguez Ramírez, F. (1994). <i>Sistemas de control lineal</i>. México: McGraw - Hill.</p>
Bibliografía complementaria
<p>Bateson, R. (1993). <i>Introduction to control system technology</i>. (7ª edición). Columbus, Ohio, USA: Merrill Publishing Co.</p> <p>Lewis, P., & Yang, C. (1999). <i>Sistemas de control en ingeniería</i>. España: Prentice Hall Iberia.</p> <p>Ogata, K. (1987). <i>Dinámica de Sistemas</i>. México: Prentice Hall Hispanoamericana.</p> <p>Ogata, K. (1999). <i>Problemas de ingeniería de control utilizando matlab</i>. Madrid: Prentice Hall Hispanoamericana.</p>
Links de Internet
http://www.mathworks.com

Prácticas de laboratorio:
<ol style="list-style-type: none"> 1 Obtención de la curva característica de un potenciómetro como transductor de posición y configuración de detector de error con dos potenciómetros. 2 Obtención de la curva característica de un termopar como transductor de temperatura, comparación entre diversos termopares. 3 Respuesta transitoria de un sistema de segundo orden (circuito RLC) ante una entrada escalón. 4 Respuesta a la frecuencia de un sistema de segundo orden (circuito RLC) ante una entrada senoidal de frecuencia variable. 5 Caracterización de proceso. 6 Respuesta Transitoria de Sistemas Continuos con MATLAB (Respuesta a una Entrada Escalón). 7 Respuesta Transitoria de Sistemas Continuos con MATLAB (Respuesta Impulsional). 8 Respuesta Transitoria de Sistemas Continuos con MATLAB (Respuesta a una Entrada en Rampa). 9 Análisis de Respuesta de Sistemas Continuos con SIMULINK. 10 Lugar geométrico de las Raíces. 11 Representación Gráfica de la Respuesta en Frecuencia. 12 Controladores PD y PI. 13 Controlador PID.

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: Turbomáquinas		UBICACIÓN: 5º Semestre
Antecedentes: Potencia fluida.	Paralelas: Ninguna.	Consecutivas: Máquinas térmicas.
PLAN	CLAVE	CRÉDITOS
		7
HORAS	SEMANA	SEMESTRE
Teóricas:	2	36
Prácticas:	3	54
Total:	5	90

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

II. PRESENTACIÓN

En la formación del Ingeniero Mecánico Electricista, además de las matemáticas instrumento imprescindible de trabajo y de la física, base de la ingeniería han de intervenir otras disciplinas fundamentales. Una de ellas es la Mecánica de fluidos que junto con el estudio de las turbomáquinas capacita al ingeniero para desarrollar proyectos, instalar y operar plantas hidroeléctricas y turbomáquinas.

III. PROPÓSITO DEL CURSO

Que el alumno conozca el diseño eficiente de las Turbomáquinas basado en la teoría y el experimento.

IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
<p>Conocerá los diferentes tipos y criterios de clasificación de las turbomáquinas.</p> <p>Conocerá las principales aplicaciones de cada una de las turbomáquinas.</p> <p>Aplicará las leyes principales de funcionamiento de las turbomáquinas.</p>	<p>UNIDAD I. Introducción a las turbomáquinas</p> <p>1.1 Fundamentos y definición.</p> <p>1.2 Clasificación fundamental.</p> <p>1.3 Grado de reacción.</p> <p>1.4 Clasificación según la dirección del flujo en rodete.</p>
<p>Que el estudiante sea capaz de comprender el fundamento de la Física que rige el funcionamiento del impulsor de una turbomáquina, el cual se refiere al teorema de impulso o incremento de la cantidad de movimiento.</p>	<p>UNIDAD II. Principio de funcionamiento de las turbomáquinas</p> <p>2.1 La máquina elemental o máquina ideal</p> <p>2.2 Forma integral de la ecuación de la cantidad de movimiento lineal y deducción de la ecuación de Euler.</p>
<p>Manejará las principales variables y parámetros de las bombas centrífugas.</p> <p>Calculará la carga dinámica total.</p> <p>Calculará el N.P.S.H. de una bomba.</p> <p>Investigará los fundamentos que rigen el control del fenómeno de la cavitación en una bomba.</p> <p>Calculará la carga de un sistema de bombas centrífugas en serie y en paralelo.</p> <p>Seleccionará una bomba centrífuga para condiciones particulares de aplicación.</p>	<p>UNIDAD III. Bombas</p> <p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Clasificación de las bombas.</p> <p>3.3 Funcionamiento de la bomba centrífuga.</p> <p>3.4 Triángulos de velocidades.</p> <p>3.5 Ecuación de Euler.</p> <p>3.6 Leyes de Semejanza</p> <p>3.7 Curvas características.</p> <p>3.8 Rendimiento de las bombas según su velocidad específica y su tamaño.</p> <p>3.9 Cavitación en bombas.</p>

<p>Que describa los principales tipos y componentes de las turbinas hidráulicas.</p> <p>Seleccionará el tipo de turbina hidráulica a utilizar en una aplicación específica.</p> <p>Calculará las dimensiones de una turbina hidráulica de acuerdo con la potencia a generar. Describirá los principales elementos de una Central hidroeléctrica.</p> <p>Investigará los fundamentos que rigen el control del fenómeno de la cavitación en una turbina hidráulica, así como el fenómeno de golpe de ariete.</p>	<p>UNIDAD IV. Turbinas hidráulicas</p> <p>4.1 Tipos actuales de turbinas.</p> <p>4.2 Diagrama de transformación de energía en las turbinas.</p> <p>4.3 Turbinas de acción: "Turbinas Pelton."</p> <p>4.4 Turbinas de reacción: "Turbinas Francis, Hélice y Kaplan."</p> <p>4.5 Leyes de Semejanza</p> <p>4.6 Fenómenos de la cavitación.</p> <p>4.7 Golpe de ariete.</p> <p>4.8 Selección de turbinas.</p> <p>4.9 Centrales hidroeléctricas.</p>
<p>Aplicará los principales parámetros de operación de un ventilador centrífugo.</p> <p>Calculará la velocidad específica de un ventilador.</p> <p>Calculará el diámetro específico.</p> <p>Seleccionará un ventilador centrífugo para condiciones particulares de aplicación.</p>	<p>UNIDAD V. Ventiladores</p> <p>5.1 Parámetros particulares: presión total, presión estática y presión dinámica.</p> <p>5.2 Formas constructivas y aplicaciones.</p> <p>5.3 Coeficientes característicos y parámetros de semejanza.</p> <p>5.4 Cálculo y selección.</p>
<p>Aplicará el principio de operación de los motores hidráulicos de desplazamiento positivo.</p> <p>Conocerá los principales parámetros de operación de los motores hidráulicos.</p> <p>Calculará las curvas características de los motores hidráulicos.</p> <p>Seleccionará los motores hidráulicos con curvas características para condiciones de operación particulares.</p> <p>Identificará las características de instalación de los motores hidráulicos.</p>	<p>UNIDAD VI. Bombas y motores hidráulicos</p> <p>6.1 Clasificación de las bombas hidráulicas.</p> <p>6.2 Bombas de desplazamiento positivo.</p> <p>6.3 Bombas alternativas: de simple, doble efecto y múltiples.</p> <p>6.4 Bombas rotativas.</p> <p>6.5 Motores hidráulicos.</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	20%	20%	20%
Prácticas	10%	10%	10%
Proyecto	-	-	-
Participación individual	10%	10%	
Participación en equipo	30%	30%	20%
Ensayo	-	-	-
Investigación	10%	10%	10%
Otros _____	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
J. Agüera Soriano. (2002). <i>Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas</i> . (5ª edición). México: Ciencia 3, S.A.
Claudio Mataix. (1982). <i>Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas</i> . (2ª edición). Madrid, España: Harla.
Robert W. Fox, & Alan T. McDonald. (1989). <i>Introducción a la mecánica de fluidos</i> . (4ª edición). México: McGraw - Hill.
Viejo Zubicaray, Manuel, & Pedro Alonso Palacios. (1987). <i>Energía hidroeléctrica</i> . (4ª edición). México: Limusa.
Kenneth McNaughton. (1989). <i>Bombas, selección, uso y mantenimiento</i> . México: McGraw Hill.
Manuel Viejo Zubicaray, Javier Álvarez Fernández. (2004). <i>Bombas, teoría, diseño y aplicaciones</i> . (3ª edición). México: Limusa.
Manuel Viejo Zubicaray. (1997). <i>Energía hidroeléctrica – turbinas y plantas generadoras</i> . (3ª edición). México: Limusa.
Bibliografía complementaria
Manuel Polo Encinas. <i>Turbomáquinas hidráulicas</i> . (4ª edición). México: Limusa.
Bruce R. Munson, Donald F. Young, & Theodore H. Okiishi. (1977). <i>Fundamentos de mecánica de fluidos</i> . (2ª edición). México: Limusa, Wiley.
Links de Internet

Prácticas de laboratorio:
1. Estudio de pérdidas en accesorios (codos y reducciones en serie)
2. Flujo a través de bombas en serie
3. Flujo a través de bombas en paralelo
4. Curvas características en bombas
5. Carga neta positiva de succión.

Horas de utilización de infraestructura computacional:
1 hora/semana/mes.