

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

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: Diseño de experimentos</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Probabilidad estadística.	<b>Paralelas:</b> Ninguna.	<b>Consecutivas:</b> Ninguna.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	54
<b>Prácticas:</b>	3	36
<b>Total:</b>	5	90

<b>Elaborado por:</b>	M.I. Sergio Llamas Zamorano, M.I. José Manuel Garibay Cisneros, M.I. Gilberto Villalobos Llamas, M.I. Salvador Barragán González.
<b>Fecha:</b>	Mayo/2004.

**II. PRESENTACIÓN**

Los métodos del diseño experimental son muy útiles en la práctica profesional, en las áreas generales de diseño y desarrollo de productos y procesos, en la detección y eliminación de problemas en procesos y en el mejoramiento de la calidad de los productos.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

El curso tiene como propósito, capacitar al alumno con la presentación de métodos y técnicas para construir y analizar diseños para investigación y experimentación.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Que el alumno conozca e interprete los conceptos básicos del diseño de experimentos, así como su planeación, organización y ejecución.	<b>UNIDAD I. Introducción al diseño de experimentos</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Conceptos fundamentales y terminología.</li><li>2. Objetivos y aplicación del diseño experimental.</li><li>3. Pasos a seguir en un diseño de experimentos.</li></ol>
Que el alumno sea capaz de relacionar un experimento con una prueba de hipótesis con sus fundamentos, aplicar el concepto de restricción en la aleatorización por medio de bloques y utilizar el método de análisis de varianza, para decidir respecto a las hipótesis establecidas.	<b>UNIDAD II. Análisis de varianza</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introducción.</li><li>2. Análisis de varianza para un factor.</li><li>3. Bloques.</li><li>4. Análisis de varianza para dos factores.</li></ol>
El alumno conocerá las técnicas para estudiar los efectos producidos por dos o mas factores.	<b>UNIDAD III. Diseños factoriales</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introducción a los diseños factoriales.</li><li>2. Diseño factorial <math>2^K</math>.</li><li>3. Técnica de confusión en el diseño factorial <math>2^K</math>.</li><li>4. Diseños factoriales fraccionarios de dos niveles.</li></ol>
Que el alumno aprenda a utilizar el análisis de regresión en el análisis de datos que provienen de experimentos.	<b>UNIDAD IV. Análisis de regresión</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introducción.</li><li>2. Regresión lineal simple.</li><li>3. Regresión lineal múltiple.</li><li>4. Otros modelos de regresión lineal.</li></ol>
El alumno aprenderá la técnica del análisis de covariancia, la cual resulta útil para mejorar la precisión de un experimento.	<b>UNIDAD V. Análisis de covariancia</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introducción.</li><li>2. Diseño unifactorial con una covariable.</li><li>3. Deducción mediante la prueba de significancia de regresión general.</li><li>4. Otros modelos de covariancia.</li></ol>

## 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	-	-	-
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	20%	20%	20%
Ensayo	-	-	-
Investigación	20%	20%	20%
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Douglas C. Montgomery. (1991). <i>Diseño y análisis de experimentos</i> . México: Grupo editorial Iberoamérica. Robert O. Kuehl. (2001). <i>Diseño de experimentos</i> . (2ª edición). México: Thomson. Cochran W. G., & Cox G. M. (1990). <i>Diseños experimentales</i> . México: Trillas. Box, G. E. P., Hunter, W.G., & Hunter, J. S. (1978). <i>Statistics for experimenters</i> . USA: John Wiley. Hinkelmann, K., & Kempthorne, O. (1994). <i>Design and analysis of expereriments. Volume I. Introduction to experimental design</i> . USA: John Wiley. John, P. W. (1977). <i>Statistical design and analysis of experiments</i> . USA: McMillan. Miller, R. G. Jr. (1981). <i>Simultaneous statistical inference</i> . USA: Academic Press. Montgomery, D. C. (1991). <i>Diseño y analisis de experimentos</i> . México: Grupo editorial Iberoamérica. Seber, G. A. F. (1977). <i>Linear regression analysis</i> . USA: Wiley Weber, D.C. Skillings, J. H. (2000). <i>A first course in the design of experiments</i> . USA: CRC Press.
Bibliografía complementaria
José Lozano Taylor. (1999). <i>Diseño de experimentos industriales</i> . (2ª edición). México: UNISON. Arnold, S. F. (1981). <i>The theory of linear models and multivariate analysis</i> . USA: John Wiley. Hochberg, Y., & Tamhane, A. (1987). <i>Multiple comparsion procedures</i> . USA: John Wiley. Seber, G. A. F. (1977). <i>Linear regression analysis</i> . USA: John Wiley.
Links de Internet
---

Prácticas de laboratorio:
El alumno llevará a cabo un estudio de investigación, que abarque desde la recopilación de datos de campo su análisis y el estudio de confiabilidad, utilizando paquetes computacionales relacionados con diseño de experimentos.

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

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

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: Energías alternas</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Circuitos eléctricos II, Máquinas eléctricas III, Sistemas eléctricos de potencia II, Termodinámica II, Turbomáquinas.	<b>Paralelas:</b> Sistemas de distribución, Aire acondicionado y refrigeración.	<b>Consecutivas:</b> Ninguna.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	36
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	90

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

**II. PRESENTACIÓN**

Ante el creciente y hasta ahora inevitable deterioro del medio ambiente, por el empleo irracional de energías convencionales no renovables, es necesario establecer estrategias que permitan el empleo de energías alternas como son las energías renovables, ya que estas tienen la ventaja de producirse en forma continua y son inagotables a escala humana. Entre ellas la solar, eólica, hidráulica, biomasa, geotermica, cogeneración, maremotriz, etc. Las cuales son fuentes de abastecimiento energético cuyos efectos negativos sobre el medio ambiente son infinitamente menores comparados con los impactos negativos ocasionados por las fuentes de energía convencionales.

Para todo ello, es necesario el desarrollo de nueva tecnología, la cual permita la explotación de estas fuentes alternas, es aquí donde el ingeniero mecánico electricista juega un papel preponderante, aportando conocimiento y trabajando en el desarrollo de los diferentes sistemas de explotación.

### III. PROPÓSITO DEL CURSO

Proporcionar un panorama global sobre las principales fuentes de energía no convencionales. Destacar las ventajas y desventajas de estas fuentes de energía y hacer consciente al alumno de la necesidad de usar fuentes de energía alterna que nos permitan un desarrollo sostenible.

### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
Conocer para qué se usa y cómo se produce la energía en nuestra civilización. Analizar los problemas ecológicos, económicos y políticos que lleva consigo la generación de energía de una forma convencional. Comprender las bases sobre las que se crítica a la tecnología contemporánea.	<b>UNIDAD I. Introducción</b>  1.1 El uso de la energía en la sociedad moderna 1.2 Energía, economía y medio ambiente. 1.3 Una crítica a la tecnología convencional y la posibilidad de la tecnología apropiada.
Conocer el funcionamiento global de una planta termoeléctrica, así como los problemas asociados a su funcionamiento. Conocer el funcionamiento global de una planta hidroeléctrica, así como los problemas asociados a su funcionamiento. Conocer el funcionamiento global de una planta núcleo eléctrica, así como los problemas asociados a su funcionamiento. Mencionar los principales productos de desecho de la combustión. Comprender cuales son las consecuencias adversas sobre la salud de los productos de desecho arriba mencionados. Conocer el problema del	<b>UNIDAD II. Las fuentes convencionales de energía</b>  2.1 Plantas termoeléctricas 2.2 Plantas hidroeléctricas 2.3 Las plantas núcleo eléctricas.

<p>enriquecimiento del uranio y de la contaminación radiactiva. Explicar el efecto invernadero y el posible calentamiento global de la tierra. Explicar el problema de la desintegración de la capa de ozono.</p>	
<p>Calcular el flujo de energía solar en diferentes regiones del planeta y en las distintas épocas del año. Comprender el principio de funcionamiento de los instrumentos que miden la radiación solar. Explicar la diferencia entre radiación difusa y radiación directa. Describir y explicar el efecto Seebeck. Explicar el funcionamiento de un generador termoeléctrico. Explicar el funcionamiento de un refrigerador termoeléctrico. Analizar la eficiencia y el coeficiente de rendimiento de un generador y de un refrigerador termoeléctrico respectivamente. Explicar cómo se genera electricidad a partir de la luz. Explicar el efecto fotoeléctrico. Describir la diferencia entre un conductor, un semiconductor y un aislante. Analizar el comportamiento de las celdas fotovoltaicas. Analizar y diseñar sistemas solares térmicos pasivos. Describir el funcionamiento de un colector solar plano. Describir el funcionamiento de un concentrador solar. Diseñar un calentador solar de agua doméstico.</p>	<p><b>UNIDAD III. Energía solar: principales aplicaciones</b></p> <p>3.1 La radiación solar</p> <p>3.1.1 Definición de radiación directa y radiación difusa</p> <p>3.1.2 La constante solar</p> <p>3.1.3 La distribución espectral de la radiación solar.</p> <p>3.1.4 Medidores de radiación solar: piranómetros y piroheliómetros</p> <p>3.1.5 La radiación disponible</p> <p>3.2 Conversión directa de energía térmica a energía eléctrica</p> <p>3.2.1 Generadores termoeléctricos</p> <p>3.2.2 Refrigeradores termoeléctricos</p> <p>3.3 Electricidad a Partir de la Luz</p> <p>3.3.1 El efecto termoeléctrico</p> <p>3.3.2 Conductores, semiconductores y aislantes</p> <p>3.3.3 La Celda fotovoltaica</p> <p>3.4 Aplicaciones térmicas de la energía solar</p> <p>3.4.1 Calentamiento pasivo de edificios</p> <p>3.4.2 Colectores planos para calentar agua y aire</p> <p>3.4.3 Concentradores solares y plantas generadoras de energía</p> <p>3.4.4 Refrigeración por absorción</p> <p>3.4.5 Secadores y destiladores solares</p> <p>3.5 Almacenamiento térmico de energía</p> <p>3.5.1 Aspectos generales</p> <p>3.5.2 Estratificación en tanques de almacenamiento</p> <p>3.5.3 El almacenamiento en un lecho de piedras</p> <p>3.5.4 Almacenamiento en paredes</p> <p>3.5.5 Almacenamiento químico.</p>

Clasificar los diferentes métodos de almacenamiento de energía.	
<p>Evaluar un emplazamiento particular respecto a sus posibilidades de generar energía por medio del viento. Comprender, analizar y diseñar turbinas eólicas. Explicar los fenómenos físicos de la sustentación y el arrastre de un objeto sumergido en un fluido. Describir el papel que juegan los sistemas auxiliares del rotor. Explicar las aplicaciones principales de la energía eólica.</p>	<p><b>UNIDAD IV. La energía eólica</b></p> <p>4.1 El viento como recurso energético  4.1.1 La circulación del viento en el planeta  4.1.2 La energía del viento  4.1.3 Selección del emplazamiento  4.2 Rotores y palas  4.2.1 Principios de aerodinámica  4.2.3 Parámetros característicos de los rotores  4.2.3 Número de palas y dimensiones  4.2.4 Diseño de un rotor  4.3 Sistemas mecánicos  4.3.1 Sistema de regulación  4.3.2 Sistema de transmisión  4.3.3 Sistema de orientación  4.4 Sistemas de utilización y aprovechamiento  4.1 Aplicaciones a bombeo de agua  4.4.2 Bombeo y compresión de aire  4.4.3 Producción de energía eléctrica: generadores síncronos y asíncronos.</p>
<p>Conocer la gran diversidad de formas diferentes de generar energía. Comprender los principios físicos que sustentan el funcionamiento de estas fuentes.</p>	<p><b>UNIDAD V. Otras fuentes no convencionales</b></p> <p>5.1 Energía de las mareas  5.2 Diferencias de temperaturas en el océano  5.3 Energía geotérmica  5.4 Fusión nuclear  5.5 Celdas de combustible  5.6 Biomasa  5.7 Los biocombustibles y otros combustibles alternativos (aplicación: carros híbridos)</p>
Analizar los diferentes métodos usados para ahorrar energía.	<p><b>UNIDAD VI. Ahorro de energía</b></p> <p>6.1 Edificios  6.2 Cogeneración  6.3 Auditorías energéticas</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 _____	
<b>Experiencias de aprendizaje</b>					
Investigación	*	Prácticas	*	Mapa conceptual	
Lectura	*	Resolución de problemas	*	Examen	*
Reporte de lectura		Ensayo		Visitas de estudio	
Proyecto	*	Exposición		Otras _____	
<b>Recursos didácticos</b>					
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	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
José A. Manrique. (1984). <i>Energía solar. Fundamentos y aplicaciones</i>

*phototermicas*. (4ª edición). México: Harla.

Mario A. Rosato. (1991). *Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia*. (2ª edición). Madrid: Promotora General de Estudios (ProgenSA).

Bent Sorensen. (2005). *Renewable energy*. USA: Academy Press.

Juan Carlos, Cádiz Deleito. (1990). *La energía eólica: tecnología e historia*. USA: Hermann Blume.

Alonso Concheiro, Antonio, & Rodríguez Viqueira, Luis. (1985). *Alternativas energéticas*. México: CONACYT FCE.

Polo Encinas, Manuel. (1989). *Energéticos y desarrollo tecnológico*. México: Limusa.

Quintanilla M., Juan. (1986). *El mundo de la física. Capítulo 7: los energéticos y la transición energética en México. Temas de nuestro tiempo, volumen 10*. (4ª edición). México: Trillas.

Viejo Zubizaray, Manuel, & Pedro Alonso Palacios. (1977). *Energía hidroeléctrica*. (3ª edición). México: Limusa.

Scientific American. (1982). *La energía*. Madrid: Alianza editorial núm. 561. (Revista especializada).

#### **Bibliografía complementaria**

Duffie & Beckman. (1991). *Solar engineering of thermal processes*. (2th edition). New York: Wiley interscience publication.

Farrington & Daniels. (1984). *Uso directo de la energía solar*. USA: Blume Ediciones.

Archie W. Culp, Jr. (1991). *Principles of energy conversion*. (2th edition). USA: McGraw Hill.

#### **Links de Internet**

[www.censolar.es](http://www.censolar.es)  
[www.eere.energy.gov/](http://www.eere.energy.gov/)  
[www.enersun.es](http://www.enersun.es)  
[www.iie.org.mx](http://www.iie.org.mx)  
[www.poweriseverything.com](http://www.poweriseverything.com)  
[www.ceducapr.net](http://www.ceducapr.net)  
[www.casasolar.net](http://www.casasolar.net)

#### **Prácticas de laboratorio:**

1 El alumno elaborará un proyecto sobre fuentes alternas 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**

<b>MATERIA: Fundamentos de robótica</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Dinámica, mecanismos, Control de máquinas eléctricas.	<b>Paralelas:</b> Ninguna.	<b>Consecutivas:</b> Automatización y control.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	36
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	90

<b>Elaborado por:</b>	M.I. Sergio Llamas Zamorano, M.I. Gilberto Villalobos Llamas, M.I. Salvador Barragán González, M.I. José Manuel Garibay Cisneros.
<b>Fecha:</b>	Mayo/ 2004.

**II. PRESENTACIÓN**

La formación del profesional en Ingeniería Mecánica no puede dejar de lado el notable auge que ha experimentado la robótica en las últimas décadas, por lo que se debe incluir a ésta como parte de sus enseñanzas.

La robótica posee un reconocido carácter interdisciplinario, participando en ellas diferentes disciplinas básicas y tecnológicas tales como la teoría de control, la mecánica, la electrónica, el álgebra y la informática, entre otras.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

Que el alumno al final del curso, sea capaz de desarrollar modelos cinemáticos y dinámicos de un robot y pueda establecer las adecuadas estrategias de control que redunden en una mayor calidad de sus movimientos.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno conocerá el desarrollo de la robótica y su clasificación.	<b>UNIDAD I. Introducción</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antecedentes históricos.</li> <li>2. Origen y desarrollo de la robótica.</li> <li>3. Definición y clasificación del robot.</li> </ol>
El alumno tendrá conocimiento sobre las partes mecánicas que componen un robot.	<b>UNIDAD II. Morfología del robot</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Estructura mecánica de un robot               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 Transmisiones y reductores.</li> <li>2.1.2 Transmisiones</li> <li>2.1.3 Reductores</li> <li>2.1.4 Accionamiento directo</li> </ol> </li> <li>2.2 Actuadores               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Actuadores neumáticos</li> <li>2.2.2 Actuadores hidráulicos</li> <li>2.2.3 Actuadores eléctricos</li> </ol> </li> <li>2.3 Sensores internos               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Sensores de posición</li> <li>2.3.2 Sensores de velocidad</li> <li>2.3.3 Sensores de presencia</li> </ol> </li> <li>2.4 Elementos terminales.</li> </ol>
Que el alumno maneje adecuadamente una serie de herramientas matemáticas que permitan situar en posición y orientación un objeto (en particular, el extremo del robot), en el espacio tridimensional.	<b>UNIDAD III. Herramientas matemáticas para la localización espacial</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Representación de la posición               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Sistema de cartesiano de referencia</li> <li>3.1.2 Coordenadas cartesianas</li> <li>3.1.3 Coordenadas polares y cilíndricas</li> <li>3.1.4 Coordenadas esféricas</li> </ol> </li> <li>3.2 Representación de la orientación               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Matrices de rotación</li> <li>3.2.2 Ángulos de Euler</li> <li>3.2.3 Par de rotación</li> <li>3.2.4 Cuaternios</li> </ol> </li> <li>3.3 Matrices de transformación homogénea               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 Coordenadas y matrices homogéneas</li> <li>3.3.2 Aplicación de las matrices homogéneas</li> <li>3.3.3 Significado geométrico de las matrices homogéneas</li> <li>3.3.4 Composición de matrices homogéneas</li> <li>3.3.5 Gráficos de transformación</li> </ol> </li> <li>3.4 Aplicación de los cuaternios               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.4.1 Álgebra de cuaternios</li> </ol> </li> </ol>

	<p>3.4.2 Utilización de los cuaternios</p> <p>3.4.3 Relación y comparación entre los distintos métodos de localización espacial.</p>
Que el alumno conozca los fundamentos de la cinemática y dinámica de cuerpos rígidos necesarios para el estudio de la mecánica de robots.	<p><b>UNIDAD IV. Fundamentos de mecánica de cuerpo rígido</b></p> <p>4.1 Movimiento general de cuerpo rígido.</p> <p>4.2 Rotación de un cuerpo rígido alrededor de un punto fijo.</p> <p>Movimiento general instantáneo de un cuerpo rígido.</p> <p>Análisis de aceleración de movimiento de cuerpo rígido.</p> <p>Movimiento de cuerpo rígido referido a sistemas de ejes coordenados en movimiento.</p> <p>4.6 Análisis estático de cuerpos rígidos.</p> <p>4.7 Dinámica de cuerpos rígidos.</p>
Con el estudio de la cinemática, el alumno podrá relacionar la posición de sus actuadores con la posición y orientación final del extremo de un robot.	<p><b>UNIDAD V. Cinemática del robot</b></p> <p>5.1 El problema cinemática directo</p> <p>5.1.1 Resolución del problema cinemática directo mediante matrices de transformación homogéneas</p> <p>5.1.2 Algoritmo de Denavit-Hartenberg para la obtención del modelo cinemática directo</p> <p>5.1.3 Resolución del problema cinemático directo mediante el uso de cuaternios</p> <p>5.2 Cinemática inversa</p> <p>5.2.1 Resolución del problema cinemático inverso por métodos geométricos</p> <p>5.2.2 Resolución del problema cinemático inverso a partir de la matriz de transformación homogénea</p> <p>5.2.3 Desacoplo cinemático</p> <p>5.3 Matriz Jacobiana</p> <p>5.3.1 Relaciones diferenciales</p> <p>5.3.2 Jacobiana inversa</p> <p>5.3.3 Configuraciones singulares.</p>
Que el alumno sea capaz de obtener el modelo dinámico de un robot, para poder conocer la relación entre el movimiento y las fuerzas implicadas en el mismo.	<p><b>UNIDAD VI. Dinámica del robot</b></p> <p>6.1 Modelo dinámico de la estructura mecánica de un robot rígido.</p> <p>6.2 Modelo dinámico mediante la formulación de Euler-Lagrange.</p>

	6.3 Algoritmo computacional para el modelado dinámico por Euler-Lagrange. 6.4 Modelo dinámico mediante la formulación Newton-Euler. 6.5 Algoritmo computacional para el modelado dinámico por Newton-Euler. 6.6 Modelo dinámico en variables de estado. 6.7 Modelo dinámico en el espacio de la tarea. 6.8 Modelo dinámico de los actuadores.
	<b>CAPITULO VII. Control cinemático</b>  7.1 Funciones del control cinemático 7.2 Tipos de trayectorias 7.2.1 Trayectorias punto a punto 7.2.2 Trayectorias coordinadas 7.2.3 Trayectorias continuas 7.3 Generación de trayectorias cartecianas 7.4 Interpolación de trayectorias 7.4.1 Interpoladores lineales 7.4.2 Interpoladores cúbicos 7.4.3 Interpoladores a tramos.

## 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 _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica
Antonio Barrientos, Luis Felipe Peñín, Carlos Balaguer, & Rafael Aracil. (1999). <i>Fundamentos de Robótica</i> . España: McGraw Hill.
K. S. Fu, R. C. González, & C. S. G. Lee. (1987). <i>Robotics: control, sensing, vision and intelligence</i> . USA: McGraw Hill.
Jorge Angeles. (1997). <i>Fundamentals of robotic mechanical systems: theory, methods and algorithms</i> . USA: Springer.
Mark W. Spong, & M. Vidyasagar. (1989). <i>Robot dynamics and control</i> . USA: John Wiley & Sons.
John J. Craig. (2003). <i>Introduction to robotics: mechanical and control</i> . (Third edition). USA: Prentice Hall.
Robert J. Schilling. (2000). <i>Fundamentals of robotics: analysis &amp; control</i> . USA: Book News Inc.
Bibliografía complementaria
Saeed B. Nike. (2001). <i>Introduction to robotics: analysis, systems, applications</i> . USA: Prentice Hall.
Tsuneo Yoshikawa. (1990). <i>Foundations of robotics: analysis and control</i> . USA: Book News Inc.
David D. Ardayfio. (1987). <i>Fundamentals of robotics</i> . USA: Marcel Dekker.
Links de Internet

---

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
----------------------------------

Los alumnos diseñarán y construirán a lo largo del curso un robot, utilizando materiales económicos además del equipo con que cuenta el laboratorio de robótica de la Facultad; desde el análisis dinámico hasta la etapa de control.
---

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
---

2 horas por semana.
---------------------



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

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: Principios de elemento finito</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Diseño II, Transferencia de calor, Máquinas eléctricas III.	<b>Paralelas:</b> Ninguna.	<b>Consecutivas:</b> Ninguna.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	36
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	90

<b>Elaborado por:</b>	M.I. Salvador Barragán González.
<b>Fecha:</b>	Mayo/2004.

**II. PRESENTACIÓN**

En la actualidad, con la introducción de paquetes computacionales se ha facilitado 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, de alta productividad y fácil mantenimiento.

#### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno será capaz de solucionar los problemas aplicando la computadora.	<b>UNIDAD I. Introducción</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esfuerzos y equilibrio.</li> <li>1. Condiciones de frontera.</li> <li>2. Relaciones de deformación unitaria y desplazamientos.</li> <li>3. Relaciones de esfuerzos y deformaciones.</li> <li>4. Efectos de temperatura.</li> <li>5. Energía potencial y equilibrio (método de Rayleigh-Ritz)</li> <li>6. Principio de Saint Venant.</li> <li>7. Esfuerzo de Von Mises.</li> <li>8. Álgebra de matrices</li> <li>9. Eliminación de Gauss.</li> </ol>
El alumno será capaz de calcular y determinar los esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en una estructura unidimensional utilizando la computadora.	<b>UNIDAD II. Problemas unidimensionales</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción del modelo de elemento finito.</li> <li>2. Coordenadas y función de forma.</li> <li>3. El enfoque de la energía potencial.</li> <li>4. El enfoque de Galerkin.</li> <li>5. Ensamble de la matriz de rigidez global y el vector de carga.</li> <li>6. Propiedades de la matriz global de rigidez.</li> <li>7. Manejo de las condiciones de frontera.</li> <li>8. Función de forma cuadrática.</li> <li>9. Efectos por cambio de temperatura.</li> </ol>
El alumno será capaz de calcular y determinar los esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en una estructura plana y tridimensional utilizando la computadora.	<b>UNIDAD III. Armaduras</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Armaduras planas.</li> <li>2. Armaduras tridimensionales.</li> <li>3. Ensamble de la matriz global de rigidez para armaduras planas y tridimensionales.</li> </ol>
El alumno será capaz de calcular y determinar los esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en vigas y marcos utilizando la computadora.	<b>UNIDAD VI. Vigas y marcos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación del elemento finito.</li> <li>2. Vector de carga.</li> <li>3. Consideraciones de frontera.</li> <li>4. Fuerza cortante y momento flexionante.</li> <li>5. Vigas sobre soportes elásticos.</li> <li>6. Marcos planos.</li> </ol>

	1. Marcos tridimensionales.
El alumno será capaz de calcular y determinar los esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en elementos shell utilizando la computadora.	<b>UNIDAD VIII. Problemas en 2D usando triángulos de deformación unitaria constante</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Como construir el modelo de elemento finito.</li> <li>2. Triángulo de deformación unitaria constante.</li> <li>3. Modelado de problemas y condiciones de frontera.</li> <li>4. Materiales ortotrópicos.</li> </ol>

## 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	20%	20%	20%
Proyecto	25%	25%	25%
Participación individual	5%	5%	5%
Participación en equipo	5%	5%	5%
Ensayo	-	-	-
Investigación	5%	5%	5%
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
R. K., Livesley. (1988). <i>Elemento finito</i> . México: Limusa.
Tirupathi R. Chandrupatla, & Ashok D. Belegundu. (1999). <i>Elemento finito en ingeniería</i> . (2ª edición). México: Prentice Hall.
Cooke, R. (1995). <i>Finite element modeling for stress analysis</i> . New York: John Wiley & Sons.
Reddy. (1984). <i>An introduction to the finite element method</i> . (2th edition). Boston: McGraw Hill.
Zienkiewicz, O., Taylor, R., Cervera Ruiz, M., & Oñate Ibanez de Navarra, E- (1994). <i>El método de los elementos finitos</i> . (4ª edición). España: McGraw Hill.
Robert D. Cook, David S. Malkus., & Michel E. Plesha. (1989). <i>Concepts and applications of finite element analysis</i> . USA: Wiley.
Thomas J. R. Hughes. (2000). <i>The finite element method</i> . USA: Dover.
<b>Bibliografía complementaria</b>
Steele, J. (1989). <i>Applied finite element modeling: practical problem solving for engineers</i> . USA: Dekker.
Guarracino, F., & Walker, A. (1999). <i>Energy methods in structural mechanics: a comprehensive introduction to matrix and finite element methods of analysis</i> . Inglaterra: Thomas Telford.
Ross, C. (1996). <i>Finite element programs in structural engineering and continuum mechanics</i> . Gran Bretaña: Albion publishing.
Raamachandran, T. (2000). <i>Boundary and finite elements: theory and problems</i> . (2ª edición). India: CRC press, Narosa.
Kwon, Y., & Bang, H. (2000). <i>The finite element method using matlab</i> . (2ª edición). Boca Raton Florida, USA: CRC press.
Manuales del software Ansys.
<b>Links de Internet</b>
---

**Prácticas de laboratorio:**

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Modelar una estructura unidimensional</li><li>2. Modelar problemas de armaduras</li><li>3. Modelar problemas de vigas y marcos</li><li>4. Modelar un elemento mecánico con el elemento shell</li><li>5. Utilización del ANSYS</li></ol> <p>(Se llevan a cabo en el centro de cómputo)</p> |
|--|

<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
---

2 horas de uso por semana.
----------------------------

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

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**I. DATOS GENERALES**

<b>MATERIA: Taller de diseño</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Diseño II.	<b>Paralelas:</b> Ninguna.	<b>Consecutivas:</b> Ninguna.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	36
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	90

<b>Elaborado por:</b>	M.I. Salvador Barragán González, M.I. Norberto López Luiz.
<b>Fecha:</b>	Noviembre/2004.

**II. PRESENTACIÓN**

En la actualidad el ingeniero diseñador debe ser capaz de resolver problemas que involucren la utilización de dispositivos mecánicos óptimos, seguros y económicos, para lo cual deberá mantenerse al tanto de las normas que rigen tal campo.

**III. PROPÓSITO DEL CURSO**

Capacitar al alumno para el diseño de máquinas y dispositivos mecánicos aplicando ingeniería básica y a detalle, con conocimiento de normas y estándares internacionales.

**IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS**

<b>Objetivo por unidad</b>	<b>Contenidos</b>
Que el alumno tenga conocimiento de las diferentes etapas a seguir durante el	<b>UNIDAD I. Metodología de diseño</b>  1. Determinación de la función de la

proceso de un diseño. Que el alumno diseñe, dibuje y detalle los mecanismos principales de accionamiento, transmisión y alimentación.	<p>máquina.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Parámetros principales.</li> <li>3. Estudio de alternativas.</li> <li>4. Configuración de la máquina.</li> <li>5. Estudio de conjuntos y subconjuntos.</li> <li>6. Mecanismos principales de accionamiento.</li> <li>7. Mecanismos de transmisión, alimentación.</li> <li>8. Diseño detallado, listas de partes.</li> <li>9. Controles.</li> <li>10. Bastidores.</li> <li>11. Dibujos y especificaciones de Fabricación.</li> </ol>
Que el alumno adquiera habilidad en la selección diseño, dibujo y detallado de diferentes tipos de mecanismos y actuadores.	<p><b>UNIDAD II. Mecanismos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mecanismos.</li> <li>2. Mecanismos de cierre.</li> <li>3. Mecanismos de inversión y desplazamiento.</li> <li>4. Mecanismos de movimiento intermitente.</li> <li>5. Mecanismos de transmisión.</li> <li>6. Mecanismos de seguridad.</li> <li>7. Alimentadores.</li> <li>8. Actuadores hidráulicos y neumáticos.</li> </ol>
Que el alumno utilice las normas de dibujo y fabricación aprendidas en materias anteriores. Que el alumno aplique los criterios para la selección de tolerancias y ajustes en la fabricación de las piezas mecánicas.	<p><b>UNIDAD III. Normas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normas de dibujo.</li> <li>2. Normas de fabricación.</li> <li>3. Tolerancias.</li> <li>4. Ajustes.</li> </ol>
El alumno diseñará una máquina cumpliendo con todas las normas y reglas de diseño.	<p><b>UNIDAD IV. Ejecución de proyectos de diseño</b></p>

## V. LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

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

Debates	*	Discusión en pequeños grupos	*	Visitas de estudio	*
Mesa redonda		Lectura dirigida		Otra _____	
<b>Experiencias de aprendizaje</b>					
Investigación	*	Prácticas		Mapa conceptual	
Lectura		Resolución de problemas		Examen	
Reporte de lectura		Ensayo		Elaboración de material didáctico	*
Proyecto	*	Exposición		Visitas de estudio	*
<b>Recursos didácticos</b>					
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	-	-	-
Examen oral	-	-	-
Examen práctico	-	-	-
Tareas	20 %	20%	20%
Prácticas	-	-	-
Proyecto	50%	50%	50%
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	10%	10%	10%
Ensayo	-	-	-
Investigación	20%	20%	20%
Otros	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
B. S. Dhillon. (1996). <i>Engineering design: a modern approach</i> . USA: IRWIN.



<p>Paul H. Wright. (1998). <i>Introduction to engineering</i>. USA: John Wiley.</p> <p>Franklin D. Jones. (2000). <i>Ingenious mechanisms: for designers and inventors, Volúmenes I, II, III y IV</i>. USA: Industrial press inc.</p> <p>Chevalier, A. (1998). <i>Dibujo industrial</i>. México: Limusa.</p> <p>José M. Auria Apilluelo, &amp; P. Ibañez Carabaotes. (2001). <i>Dibujo industrial: conjuntos y despieces</i>. España: Paraninfo.</p> <p>Shigley Joseph, &amp; Michel Larry D. (2002). <i>Diseño en ingeniería mecánica</i>. (6a edición). México: McGraw Hill.</p> <p>Deutscheman Aron D., &amp; Michels Walter J. (1987). <i>Diseño de máquinas teoría y práctica</i>. México: CECSA.</p> <p>Faires J. M. (1970). <i>Diseño de elementos de máquinas</i>. México: Montaner y Simon.</p> <p>Paul H. Black, &amp; O. Eugene Adams Jr. (1981). <i>Machine design</i>. (Third edition). USA: McGraw Hill.</p>
<b>Bibliografía complementaria</b>
<p>Warren J. Luzadder. (2000). <i>Introducción al dibujo en ingeniería</i>. México: Compañía editorial Continental.</p> <p>Aguirre Esponda M. (1990). <i>Diseño de elementos de máquinas</i>. México: Limusa.</p> <p>Robert L. Mott. (2000). <i>Diseño de elementos de máquinas</i>. México: Prentice Hall.</p> <p>M. F. Spotts, T. E. Shoup. (2001). <i>Elementos de máquinas</i>. México: Prentice Hall.</p>
<b>Links de Internet</b>
---

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
El alumno llevará a cabo el diseño de una máquina, desde la concepción de la idea hasta los cálculos de elementos mecánicos y dibujos de fabricación.
<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
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**

<b>MATERIA: Tribología</b>		<b>UBICACIÓN: Optativa</b>
<b>Antecedentes:</b> Mecánica de materiales I, Mecánica de materiales II, Tecnología de los materiales.	<b>Paralelas:</b> Ninguna.	<b>Consecutivas:</b> Ninguna.
<b>PLAN</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CRÉDITOS</b>
		7
<b>HORAS</b>	<b>SEMANA</b>	<b>SEMESTRE</b>
<b>Teóricas:</b>	2	36
<b>Prácticas:</b>	3	54
<b>Total:</b>	5	90

<b>Elaborado por:</b>	M.I. Gilberto Villalobos Llamas, M.I. Sergio Llamas Zamorano, M.I. Salvador Barragán González.
<b>Fecha:</b>	Abril/2004.

**II. PRESENTACIÓN**

La tribología es la ciencia que estudia las causas que originan fricción, desgaste y corrosión, y cómo reducirlas mediante la aplicación de diferentes técnicas.

En la industria de construcción de máquinas, se estima que entre el desgaste y la fatiga se produce el 95 % de las causas de salida de servicio de los elementos de máquina. En todo diseño de maquinaria, hay elementos en movimiento donde la fricción y el desgaste están presentes. Esto sin duda refleja la gran necesidad de incorporarse e introducir los conocimientos existentes de tribología en el diseño, la manufactura, la operación y mantenimiento de maquinaria y así complementar la formación de los futuros ingenieros creando una conciencia de ahorro de energía.

### III. PROPÓSITO DEL CURSO

Introducir al alumno en los problemas de rozamiento, desgaste y lubricación, con lo que podrán comprender algunos de los fenómenos que se presentan durante el funcionamiento de las máquinas. Familiarizarse con técnicas de gran aplicación industrial para aumentar la resistencia al desgaste, reducción de la fricción, etc. Conocer la minimización de costos que supone para la industria la reparación, sustitución u optimización de los elementos mecánicos deteriorados como consecuencia de la fricción y el desgaste.

### IV. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Objetivo por unidad	Contenidos
El alumno conocerá conceptos básicos en tribología y descubrirá la importancia de su estudio.	<b>UNIDAD I. Introducción</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Objeto de estudio de la tribología.</li><li>2 Evolución histórica.</li><li>3 Nuevos modelos teóricos y métodos de ensayo.</li><li>4 Relevancia de la investigación.</li></ol>
El alumno analizará la naturaleza de la fricción entre dos cuerpos.	<b>UNIDAD II. Fricción</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Concepto de fricción.</li><li>2 Coeficiente de fricción.</li><li>3 Métodos de ensayo para medir la fricción.</li><li>4 Modelos que explican los mecanismos de fricción.</li><li>5 Fricción en materiales metálicos, cerámicos y polímeros.</li><li>6 Aplicaciones industriales que requieren fricción nula.</li></ol>
De acuerdo con las propiedades de los lubricantes el alumno propondrá el más, adecuado para reducir el desgaste en diferentes nudos tribológicos.	<b>UNIDAD III. Lubricación</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Propiedades de los lubricantes.</li><li>2 Lubricación hidrodinámica.</li><li>3 Lubricación elastohidrodinámica.</li><li>4 Lubricación de contacto.</li><li>5 Lubricantes industriales y aditivos.</li><li>6 Lubricación sólida.</li></ol>
El alumno analizará los tipos de desgaste que se presentan en un nudo tribológico.	<b>UNIDAD IV. El desgaste de los sólidos</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Características del proceso de desgaste.</li><li>2 Teoría de la fatiga del desgaste.</li><li>3 Factores que afectan el desgaste.</li></ol>

	4 Desgaste abrasivo. 5 Desgaste erosivo. 6 Desgaste por oxidación. 7 Desgaste corrosivo mecánico. 8 Desgaste por frotamiento.
El alumno aplicará métodos para aumentar la resistencia al desgaste.	<b>UNIDAD V. Métodos tecnológicos para incrementar la resistencia al desgaste de los elementos de máquinas</b>  1 Tratamiento químico-térmico de la superficie de trabajo de los elementos. 2 Tratamiento térmico. 3 Tratamiento químico. 4 Recubrimientos galvanicos. 5 Recargue de las superficies de fricción. 6 Metalización con polvos. 7 Grafitización y aplicación de disulfuro de molibdeno. 8 Fortalecimiento de las superficies por electrochispa o por arco metálico. 9 Deformación mecánica de superficies. 10 Elaboración de superficies con rayo láser.
El alumno realizará ensayos para conocer la resistencia al desgaste de diferentes materiales.	<b>UNIDAD VI. Métodos de ensayo, simulación y control</b>  1 Resistencia al desgaste de los metales. 2 Métodos de ensayo al desgaste 3 Equipamiento para los ensayos de desgaste. 4 Máquina de ensayos de fricción.

## 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 _____	
<b>Recursos didácticos</b>					
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	-	-	-
Participación individual	-	-	-
Participación en equipo	20%	20%	20%
Ensayo	-	-	-
Investigación	30%	30%	30%
Otros _____	-	-	-
<b>TOTAL</b>	100%		100%

## VII. BIBLIOGRAFÍA

<b>Bibliografía básica</b>
Bharat Bhushan. (2002). <i>Introduction to tribology</i> . (2ª edición). New York: John Wiley and Sons.
Francisco Martínez Pérez. (1997). <i>La tribología, ciencia y técnica para el mantenimiento</i> . México: Limusa.
Hutchings Ian M. (2005). <i>Tribology friction and wear of engineering</i> . (2ª edición). USA: UK Edition.
Marinescu Ioan D. (2004). <i>Tribology of abrasive processes</i> . USA: US Edition.
Quinn Terence F. J. (2003). <i>Physical analysis for tribology</i> . (4ª edición). USA: US Edition.
Sarkar A. D. (1990). <i>Desgaste de metales</i> . México: Limusa.

Stachowiak Gwidon. (2000). <i>Engineering tribology</i> . (2ª edición). USA: US Edition.
Stolarski, T. A. (2001). <i>Tribology in machine design</i> . (2ª edición). USA: US Edition.
Totten George E. (2004). <i>Mechanical tribology</i> . (2ª edición). USA: US Edition.
Williams J. A. (2004). <i>Engineering tribology</i> . (2ª edición). USA: US Edition.
<b>Bibliografía complementaria</b>
Goryacheva I. G. (1998). <i>Contact mechanics in tribology</i> . (2ª edición). USA: UK Edition.
Khonsari Michel M. (2001). <i>Applied tribology: bearing design and lubrication</i> . USA: US Edition.
Miyoshi Kazuhisa. (1993). <i>Surface diagnostics in tribology</i> . USA: US Edition.
Neale M. J. (2005). <i>Tribology handbook</i> . USA: UK Edition.
Sviridenok A. I. (1999). <i>Electrophysical phenomena in the tribology of polymers</i> . USA: US edition.
<b>Links de Internet</b>
<a href="http://www.stle-ia.org">www.stle-ia.org</a>

<b>Prácticas de laboratorio:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtención del coeficiente de fricción de diferentes materiales.</li> <li>2. Medición de la resistencia al desgaste de materiales.</li> <li>3. Determinación del mejor lubricante para diferentes aplicaciones.</li> <li>4. Técnicas para el aumento a la resistencia al desgaste</li> <li>5. Ensayo de resistencia al desgaste abrasivo.</li> </ol>
<b>Horas de utilización de infraestructura computacional:</b>
5 horas/semana/mes.