

# **INFORME REVISIÓN CURRICULAR**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

*Versión Final JULIO 2006*

*Jean-François DULHOSTE V.  
Coordinador Comisión Curricular*



## INDICE

Informe revisión curricular.....	1
Escuela de Ingeniería Mecánica.....	1
Índice.....	3
Introducción.....	5
Antecedentes.....	7
Perfil del ingeniero mecánico.....	9
Curriculo actual.....	11
Introducción.....	11
Plan de estudios.....	11
Estructura del plan de estudios actual.....	11
Plan de Estudios Actual.....	12
Análisis del Plan de Estudios Actual.....	16
Programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico.....	18
Programas de Extensión.....	19
Estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica.....	19
Organigrama.....	20
Recursos Humanos.....	22
Recursos Económicos.....	23
Planta Física y Equipamiento.....	23
Marco teórico conceptual de la reforma curricular.....	24
Introducción.....	24
Contexto local.....	24
Contexto regional.....	24
Contexto nacional.....	25
Contexto internacional.....	25
Concepción educativa.....	26
Concepción universitaria.....	28
Características y principios de la reforma curricular.....	28
Plan de Estudios.....	28
Actuación docente.....	30
Equipamiento.....	31
Programas de Investigación y extensión.....	31
Nuevo curriculo.....	32
Introducción.....	32
Plan de estudios.....	32
Principales modificaciones respecto al plan de estudios actual.....	32
Estructura del nuevo Plan de Estudios.....	34
Nuevo Plan de Estudios.....	35
Programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico.....	41
Programas de Extensión.....	41
Estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica.....	42

Plan de implantación y evaluación .....	43
Régimen de transición .....	43
Recursos técnicos requeridos para la implantación .....	46
Evaluación de la reforma curricular.....	47
Conclusión.....	49
Anexo I.....	51
Pensum y Programas Vigentes.....	51
Anexo II .....	129
Nuevo pensum y Programas de asignaturas .....	129
Anexo III.....	514
Reglamentos.....	514

## INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta un compendio de la propuesta de reforma curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, el cual es producto de un proceso de revisión amplio y participativo, que abarca la reformulación de la organización del pensum de estudios, la actualización de los contenidos programáticos de las asignaturas, y una ampliación de la oferta de asignaturas electivas. El objeto primordial de esta propuesta de reforma es adecuar los estudios de la Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes a los tiempos actuales, para que estos sean más pertinentes con los requerimientos del ejercicio de la profesión, ya sea en el ámbito industrial, del ejercicio libre, científico o educacional.

La necesidad de esta reforma curricular surge de la evolución que se ha producido en los últimos 30 años, y que se sigue produciendo, en el ejercicio de la Ingeniería Mecánica y en la sociedad mundial, y nacional. Esta evolución hizo indispensable actualizar el plan de estudios con el objeto de que la enseñanza de la Ingeniería Mecánica se adapte a estas nuevas realidades, elevando así la calidad y la pertinencia de nuestros egresados, con miras a satisfacer los requerimientos de una sociedad que exige profesionales altamente calificados, que en este caso particular se refiere a los Ingenieros Mecánicos.

Dentro de la evolución de la sociedad y de los ejercicios de la Ingeniería Mecánica se encuentran algunos factores específicos que resaltan la urgencia de una reforma curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica, entre los que se tienen:

- La configuración social, económica y política actual, la cual se caracteriza por una mayor sensibilidad de los individuos hacia los problemas sociales y la ecología, todo esto enmarcado en un contexto de internacionalización.
- La necesidad que la formación de los ingenieros se adecue a los nuevos escenarios científicos y tecnológicos, lo cual requiere de una flexibilización del pensum, de una actualización permanente de los contenidos programáticos de las asignaturas del plan de estudios y de una particular garantía de calidad del conocimiento impartido.
- La necesidad de formar individuos capaces de mantener altos estándares de calidad y productividad que respondan a los requerimientos y permanentes cambios que impone el campo de trabajo, donde los niveles de competitividad son cada vez mayores.
- La reducción progresiva del número de empresas nacionales, y el aumento progresivo de la población, con lo cual aparece la amenaza constante del desempleo, lo cual genera la necesidad de formar individuos capaces de convertirse en empleadores y no solo empleados.
- La evolución vertiginosa de la informática y de todas las técnicas de la práctica de la ingeniería que de allí derivan, por lo cual se requiere de una reorientación de la formación del ingeniero, desde técnicas manuales hacia estas nuevas técnicas del ejercicio de la profesión.

Con el objeto de contribuir significativamente al desarrollo del país a través de procesos formativos, actualizados en cuanto a su estructura y a sus contenidos, que permitan satisfacer las demandas actuales y asegure la formación de Ingenieros Mecánicos altamente calificados, se requiere que la nueva propuesta curricular de formación del Ingeniero Mecánico esté concebida de tal manera que el objetivo central sea el "Aprender a Aprender". Esta concepción de la formación del Ingeniero Mecánico lleva a la necesidad de delimitar un núcleo fundamental de conocimientos, que permita identificar al Ingeniero Mecánico, diferenciándolo de otras profesiones afines. Todo lo anterior conforma una nueva concepción de formación de calidad, la cual implica una serie de exigencias para su correcta implementación entre las que se cuentan: una exigente formación en Ciencias Básicas, siendo preponderante la vinculación entre la teoría y la práctica; el trascender los criterios de calidad que usan los empleadores y la presencia de Grupos de Investigación.

Adicionalmente, para garantizar el éxito de la reforma, se requiere que la nueva propuesta curricular tome en cuenta una serie de aspectos de suma importancia entre los que se puede citar:

- *Mesura, sensatez y racionalidad.*
- *Pertinencia y visión.*
- *Integridad.*
- *Multiplicidad de enfoques.*
- *Equilibrio y armonía.*
- *Flexibilidad.*
- *Secuencialidad.*
- *Interdisciplinariedad.*
- *Competitividad.*

Esta reforma curricular intenta producir un programa que tome en cuenta todos estos aspectos, con el objeto de contribuir a la formación de profesionales íntegros, comprometidos con el desarrollo del país, incentivando el sentido de responsabilidad social, la actitud crítica, la puesta en práctica de ideas innovadoras y pro-activas, la capacidad de liderazgo y la autonomía personal.

Esta propuesta de reforma curricular fue elaborada a través de una discusión compleja en el seno de la Comisión Curricular de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con la participación de la mayoría de los profesores de la escuela.

El presente documento está organizado de la siguiente forma: En primer término se presenta un breve recuento histórico de la revisión curricular en la Escuela de Ingeniería Mecánica; se hace una exposición del perfil y las características ocupacionales del Ingeniero Mecánico en la actualidad; posteriormente se hace una exposición del currículo actual, incluyendo el plan de estudios y un análisis del mismo, un pequeño resumen de la organización de la Escuela de Ingeniería Mecánica y de los recursos que ésta posee, así como un análisis de los programas de investigación, desarrollo y extensión de la Escuela, evaluando las bondades y defectos que éstos tienen en la formación del Ingeniero, en función del perfil estipulado. Seguidamente se presentan los principales cambios requeridos para lograr la formación integral del Ingeniero Mecánico; para culminar con la propuesta del nuevo currículo. Se añade a éste una sección estructural referente a la implementación del nuevo plan de estudios, haciendo énfasis en el régimen de transición, y por último se anexan los programas de las asignaturas del pensum actual (anexo 1), los programas detallados de cada una de las asignaturas que conforman el nuevo plan de estudios (anexo 2) y los nuevos reglamentos de asignaturas especiales (anexo 3).

## ANTECEDENTES

Las primeras cátedras sobre estudios matemáticos en la Universidad de Los Andes corresponden al año 1890, pero no es hasta 1902 que se crea la Escuela de Agrimensura. El 28 de julio de 1932, siendo Presidente del Gobierno de los Estados Unidos de Venezuela el General Juan Vicente Gómez, y Rector de la Universidad de Los Andes el Dr. Humberto Ruiz Fonseca, se decreta la creación de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, iniciándose la formación de Ingenieros Civiles. El 15 de octubre de 1936, el Consejo Universitario acuerda crear la Facultad de Ingeniería, contando con los recursos humanos y materiales de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas; su primer Presidente fue el Dr. Antonio Bello Cabello. El año 1949, se elige al Dr. Gustavo Gabaldón Parra como primer Decano de la Facultad. En la actualidad, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, ofrece oportunidades de estudios en las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química e Ingeniería de Sistemas, también cuenta con el Instituto de Fotogrametría.

La Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, por iniciativa del Consejo de Facultad, y bajo coordinación del Prof. Néstor Joussef Márquez, se inició como un departamento adscrito a la Escuela de Ingeniería Eléctrica en el año 1970; posteriormente en mayo de 1973, se somete a la consideración del Consejo Nacional de Universidades el proyecto para la creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, y es partir del 23 de abril de 1974, cuando comienza a funcionar como Escuela, contando con una organización basada en un Consejo de Escuela, un Director y dos Departamentos: Ciencias Térmicas y Tecnología y Diseño. A partir del 5 de abril de 1974 egresa la Primera Promoción con un total de seis (6) Ingenieros Mecánicos; de los cuales tres de ellos son actualmente profesores de nuestra ilustre Escuela.

La Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes ha tenido un solo plan de estudio desde sus inicios en julio de 1970. Desde la implementación del pensum vigente en 1974, el Consejo de Escuela, el cual es la Comisión Curricular, ha observado logros y fallas en el actual programa de estudios. Es evidente que, en estos últimos años, las prioridades y necesidades del país y de los conocimientos técnicos han sufrido cambios notables, lo que hizo necesario una revisión del actual plan de estudio de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Para ello el Consejo de Escuela, ha designado a lo largo de su historia varios Coordinadores de la Comisión Curricular, quienes han hecho aportes extraordinarios en la motivación de mejorar y adaptar el programa de estudios vigente a la realidad del país y del mundo.

Cabe destacar, la labor cumplida por varios de sus coordinadores, que se citan en orden cronológico:

Prof. Abel Moreno	Departamento de Ciencias Térmicas
Prof. Manuel Ávila	Departamento de Ciencias Térmicas
Prof. Roberto Suárez	Departamento de Tecnología y Diseño
Prof. Luis Sarache	Departamento de Tecnología y Diseño
Prof. Oswaldo Arteaga	Departamento de Tecnología y Diseño
Prof. Luis Rosario	Departamento de Ciencias Térmicas

Entre los aportes más importantes a la revisión curricular se puede citar los siguientes: En el año 1993 el Prof. Roberto Suárez propuso al Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica comenzar la Revisión Curricular, para lo cual recabó una serie de datos de acuerdo a un formato. La información solicitada debió ser suministrada por el profesorado de modo normalizado, pues esto permitiría al Consejo de Escuela estudiarla de manera más clara, rápida y certera. Esta propuesta fue aprobada en la sesión del Consejo de Escuela el día 11-11-93. Posteriormente en el año 1997 el Prof. Luis Sarache, quien también era director de la Escuela, emprende una reforma curricular mayor llegando durante su período a una actualización de los programas de las asignaturas. Dicho proceso de reforma curricular continuó y en el año 2003 el Prof. Luis Rosario quien se desempeñaba como Coordinador de la Comisión Curricular, entrega una propuesta de revisión curricular al Consejo de Escuela. El Consejo consideró, que la

propuesta presentada podía ser mejorada, por lo cual decide continuar enriqueciendo dicha propuesta, generándose con esto nuevas discusiones y propuestas en el seno de la Comisión Curricular, renovada recientemente, la cual realizó los últimos aportes para lograr la revisión del plan de estudios que se propone en este documento, fruto de la continuación de las otras revisiones realizadas.

La Comisión Curricular que elaboró la versión final de esta revisión, esta integrada por los siguientes miembros:

Prof. José Ramiro Márquez H.	Director de Escuela
Prof. Jean F. Dulhoste	Jefe del Departamento de Ciencias Térmicas (nombrado Coordinador de la Comisión Curricular a partir de junio de 2003)
Prof. Carlos A. Bloem I.	Jefe del Departamento de Tecnología y Diseño (nombrado Coordinador Adjunto de la Comisión Curricular a partir de junio de 2003)
Prof. Victor Guedez	Representante Profesoral
Prof. Rolando Rodríguez	Representante Profesoral
Prof. Mary Vergara	Representante Profesoral
Prof. Sebastián Provenzano R.	Representante Profesoral
Prof. Jesús O. Araque M.	Representante Profesoral
Br. Victor Comezaquira	Representante Estudiantil
Br. Miguel Lobo	Representante Estudiantil

Y los representantes profesorales suplentes: Prof. José Rujano, Prof. María Martín, Prof. Carlos Jerez, Prof. Mariano Peña, quienes participaron de algunas de las discusiones en ausencia de los miembros principales.

Es de notar que recientemente (año 2004) el Prof. Carlos Bloem fue sustituido del cargo de Jefe del Departamento de Tecnología y Diseño por el Prof. Sebastián Provenzano, por lo cual el Prof. Bloem dejó de formar parte del Consejo de Escuela pero se mantiene hasta la finalización de este documento, por decisión del Consejo de Escuela, como coordinador adjunto de la comisión. A finales del año 2004 el Prof. Ramiro Márquez fue sustituido en su cargo de director de la escuela por el Prof. Rolando Rodríguez, y más recientemente posteriormente (mediados de 2005) el Prof. Rolando Rodríguez fue sustituido en la Dirección de la Escuela por el Prof. Francisco León.

Por otro lado la Facultad de Ingeniería dispone de una Comisión Curricular Central nombrada por El Consejo de Facultad cuya función primordial es la de supervisar las modificaciones curriculares de todas las escuelas, y proponer modificaciones generales, entre los que se cuenta por ejemplo el discutir los programas correspondientes al Ciclo Básico, común a todas las Escuelas. Dicha Comisión esta integrada por los coordinadores de las comisiones curriculares de las escuelas, actualmente sus miembros son los siguientes:

Prof. Leonardo Casanova	Coordinador
Prof. Francisco Carreras	Representante del Ciclo Básico
Prof. Isabel Flores	Representante de la Escuela de Ingeniería Civil
Prof. Ramón Cáceres	Representante de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Prof. Marisela Uzcátegui	Representante de la Escuela de Ingeniería Geológica
Prof. Jean F. Dulhoste	Representante de la Escuela de Ingeniería Mecánica
Prof. Aidé Lucena	Representante de la Escuela de Ingeniería Química
Prof. Flor Narciso	Representante de la Escuela de Ingeniería de Sistemas



## PERFIL DEL INGENIERO MECANICO

El establecimiento del perfil del Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad de Los Andes se ha realizado siguiendo los lineamientos generales del Sistema Educativo Nacional y el marco filosófico establecido por las Universidades Nacionales pertenecientes al Sub-Núcleo de Ingeniería Mecánica del Consejo Nacional de Universidades (CNU), se toman además en consideración los procesos cambiantes del país, con un sentido de pertinencia.

La carrera de Ingeniería Mecánica tiene como objetivo formar un profesional multidisciplinario capacitado para realizar las siguientes funciones:

- Diseñar, simular, construir, instalar, mejorar, operar, controlar, mantener, reparar y dirigir con criterios de excelencia instalaciones, plantas, sistemas, equipos y dispositivos de funcionamiento mecánico tales como máquinas herramientas, motores, vehículos, sistemas de transporte de materiales, sistemas de fluidos, instalaciones de climatización y ventilación e instalaciones y equipos para transformación y utilización de la energía.
- Asesorar sobre la ejecución de dichas funciones.
- Efectuar investigación aplicable a la satisfacción de las necesidades del país así como generar e incorporar nuevas tecnologías.
- Realizar proyectos de selección e instalación de equipos de funcionamiento mecánico.
- Dirigir grupos de trabajo en actividades de fabricación, construcción, instalación, operación, inspección, mantenimiento y gestión.

Estas funciones, inherentes a su actuación profesional, deberán estar sustentadas con actitudes y valores orientados hacia la autoformación, la preservación del ambiente y los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida.

El cuanto al perfil de un Ingeniero Mecánico, se considera que cualquier profesional de la Ingeniería Mecánica debe ser un profesional de la ingeniería con las siguientes características:

- Una sólida preparación básica científica que le permita adaptarse al trabajo interdisciplinario, enfrentar panoramas tecnológicos cambiantes bien sea a nivel industrial, tecnológico, de investigación o docente, así como la habilidad de emprender estudios de cuarto y quinto nivel.
- Formación técnica especializada en el campo de la Ingeniería Mecánica, que le permita ingresar al mercado de trabajo con un mínimo esfuerzo de adaptación o crear y gestionar su propia empresa.
- Reconocimiento de la necesidad y desarrollo de las destrezas necesarias para mantenerse en un proceso continuo de autoaprendizaje.
- Una sólida preparación en el área del diseño, tanto térmico como mecánico, que lo capacite para identificar, formular y resolver problemas en el área de Ingeniería Mecánica.
- Capacidad para diseñar y conducir experimentos de forma eficiente, así como de analizar e interpretar datos experimentales.
- Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos orientados a satisfacer necesidades específicas.
- Formación básica en los campos de la Administración, Economía, Gerencia, Calidad y Productividad.

## **Informe Revisión Curricular**

Perfil del Ingeniero Mecánico

- Capacidad para comunicarse efectivamente en su idioma materno y en un idioma extranjero, preferiblemente Inglés.
- Elevados principios éticos personales y profesionales, iniciativa propia, espíritu de competencia, búsqueda de la excelencia y capacidad para trabajar en equipo.
- Conocimientos que le permitan comprender a cabalidad el impacto de las soluciones de la ingeniería en el contexto social.

## CURRÍCULO ACTUAL

### Introducción

El Plan de Estudios actual, vigente desde 1974, está orientado hacia una formación general básica muy sólida, con poca especialización, con el criterio de que ésta corresponde a los cursos de postgrado. En el transcurso del tiempo algunas pequeñas variaciones se han realizado, principalmente con la inclusión de electivas y la actualización de algunos contenidos y técnicas educacionales. Sin embargo, es evidente que las necesidades del país han cambiado en estos años, y aun cuando en la práctica los programas se han ido actualizando, ajustándose a los avances del conocimiento, pero no de forma oficial, resulta imprescindible una revisión completa del plan de estudios y de los programas.

En el presente capítulo se realiza una exposición y un análisis del currículo actual de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, visto en forma integral, lo cual incluye el Plan de Estudios, los programas de investigación y extensión actuales, y los recursos físicos, económicos y humanos que dispone la Escuela de Ingeniería Mecánica para llevar a buen término la formación de los Ingenieros Mecánicos.

### Plan de estudios

#### Estructura del plan de estudios actual

El Plan de Estudios actual, está organizado en dos ciclos principales a saber: Ciclo Básico y Ciclo Profesional. Esto distribuido en 10 semestres, en donde el cuarto semestre es considerado semestre de integración pues contiene asignaturas pertenecientes a los dos ciclos. La Figura 1 representa la estructura del Plan de Estudios actual y la Tabla 1 presenta las características de la carrera de Ingeniería Mecánica según este Plan de Estudios.

Tabla 1. Características de la carrera de Ingeniería Mecánica

Requerimientos de ingreso	Título de bachiller en ciencias
Ciclos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Básico</li> <li>• Profesional</li> </ul>
Número de unidades requeridas para graduarse	190 si no ha cursado álgebra 194 si ha cursado álgebra
Duración de la carrera	10 semestres
Título otorgado	Ingeniero Mecánico

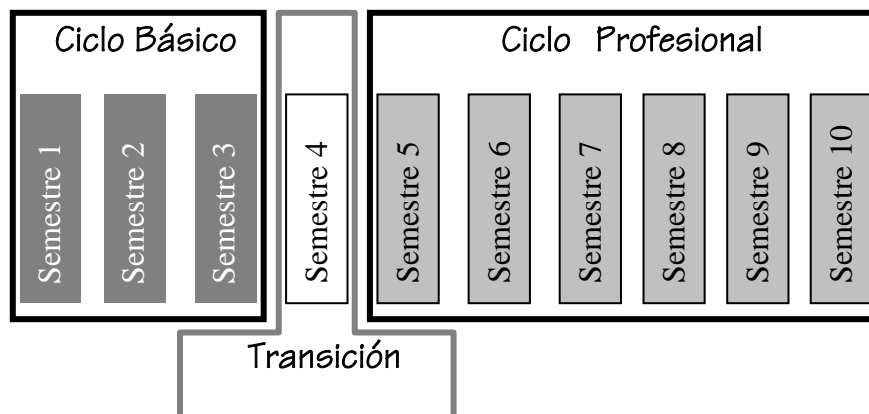


Figura 1. Esquema de la estructura del plan de estudios actual

El ciclo básico incluye asignaturas propias de las ciencias básicas y de formación general que son comunes a la mayoría de las ingenierías, tales como: Cálculo, Física, Química, Mecánica Racional, Sistemas de Representación, Estadística y asignaturas humanísticas. El ciclo profesional por su lado incluye asignaturas propias de la formación fundamental del Ingeniero Mecánico, tales como: Dibujo Mecánico, Resistencia y Mecánica de materiales, Elementos de Máquinas, Metalurgia, Tecnología Mecánica, Producción, Ingeniería Económica, Termodinámica, Fluidos, Transferencia de Calor, Instrumentación, Teoría de Control, y técnicas del ejercicio profesional del Ingeniero Mecánico que se estudian en las asignaturas electivas.

La estructura organizativa del Plan de Estudios por área se puede observar en la Tabla 2, la cual incluye el número de asignaturas, unidades crédito y porcentaje que representa respecto del plan de estudios de cada una de las áreas.

Tabla 2. Estructura del Plan de estudios actual de Ingeniería Mecánica

Ciclo Básico (78 UC, 41.1%)	Ciclo Profesional (112 UC, 58.9%)
<p>Asignaturas obligatorias: 14 (64 UC, 33.7%), en las áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemáticas: 4 (24UC, 12.6%)</li> <li>• Física: 4 (14 UC, 7.4%)</li> <li>• Química: 1 (5 UC, 2.6%)</li> <li>• Mecánica Racional: 2 (8 UC, 4.2%)</li> <li>• Sistemas de Representación: 2 (8 UC, 4.2%)</li> <li>• Estadística: 1 (5 UC, 2.6%)</li> </ul> <p>Asignaturas electivas: 2 (6 UC, 3.2%), en el área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Humanidades</li> </ul> <p>Asignaturas de Integración: 2 (8 UC, 4.2%), en el área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño</li> </ul>	<p>Asignaturas obligatorias de Tecnología y diseño: 12 (45 UC, 23.7%), en las áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño: 3 (15 UC, 7.9%)</li> <li>• Manufactura: 3 (11 UC, 5.8%)</li> <li>• Gerencia: 3 (9 UC, 4.7%)</li> <li>• Metalurgia: 2 (7 UC, 3.7%)</li> <li>• Proyecto: 1 (3 UC, 1.6%)</li> </ul> <p>Asignaturas obligatorias de Ciencias Térmica: 10 (37 UC, 19.5%) en las áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodinámica: 4 (16 UC, 8.4%)</li> <li>• Fluidos: 2 (9 UC, 4.7%)</li> <li>• Transferencia de Calor y Refrigeración: 2 (6 UC, 3.2%)</li> <li>• Instrumentación y control: 2 (6 UC, 3.2%)</li> </ul> <p>Asignaturas obligatorias de otras áreas: 3 (10 UC, 5.3%) en las áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación: 1 (3 UC, 1.6%)</li> <li>• Electricidad: 1 (5 UC, 2.6%)</li> <li>• Seminario: 1 (2 UC, 1.1%)</li> </ul> <p>Asignaturas Electivas: 5 a 7 (20 UC, 10.5%).</p>

## Plan de Estudios Actual

### ***Ciclo Básico***

Proporciona formación fundamental en las ciencias básicas y formación integral, comprende: catorce materias obligatorias que proporcionan formación básica en las áreas de matemática, física, química, mecánica racional,

sistemas de representación y estadística; dos materias electivas, de carácter humanístico; dos materias de integración: Resistencia de Materiales y Dibujo Mecánico.

Todo ello para un total de 78 Unidades Crédito que corresponden a un 41.1 % del total de Unidades Crédito del Plan de estudios.

### **Ciclo Profesional**

Proporciona formación profesional general, en las ocho áreas principales de la Ingeniería Mecánica las cuales se agrupan en dos departamentos:

- Tecnología y Diseño. Comprende 12 asignaturas de las áreas: Diseño, Materiales, Manufactura y Producción. Estas áreas de la enseñanza están dirigidas al estudio y diseño de elementos de máquinas en, cuanto a su comportamiento y resistencia, el estudio de los materiales y procesos metalúrgicos, los procesos de fabricación de piezas y máquinas, el estudio de los procesos productivos y la gerencia.
- Ciencias Térmicas. Comprende 10 asignaturas de las áreas: Termodinámica, Fluidos, Transferencia de Calor e Instrumentación y Control. La orientación principal de estas áreas es hacia el estudio y diseño de los procesos de transformación de la energía, particularmente en lo referente a: los motores de combustión interna y las plantas de vapor; la mecánica de fluidos y las turbomáquinas, la transferencia de calor y los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, los sistemas de control y la instrumentación de procesos industriales.

Adicionalmente se cursan en el ciclo profesional dos materias de áreas externas afines a la carrera como lo son: Elementos de Ingeniería Eléctrica y Programación Digital; dos asignaturas de formación integral: Proyecto de Grado y Seminario; y un total de 20 U.C. en materias electivas, que pueden escogerse de un total de 30 propuestas: 8 en Tecnología y Diseño, 10 en Ciencias Térmicas y 12 pertenecientes a otras Escuelas de la Facultad de Ingeniería.

A esto hay que agregarle las Pasantías Industriales (cortas), Pasantías Especiales (largas), Pasantías Docentes y Trabajo Especial que, actualmente, son opciones que pueden elegirse voluntariamente, en sustitución de algunas de las materias electivas. El número de unidades crédito necesarias para culminar la carrera es de 190 si no ha cursado Álgebra y 194 si a cursado Álgebra.

La Tabla 3 resume los datos principales del Plan de Estudios actual, incluyendo asignaturas por semestre con sus códigos, TPLU, prelación, número de unidades crédito y densidad horaria por semestre; la Tabla 4 resume las asignaturas electivas para el ciclo básico y el ciclo profesional, la Figura 2 presenta un flujograma del Plan de Estudios actual y en el anexo 1 se incluyen los programas vigentes de las asignaturas.

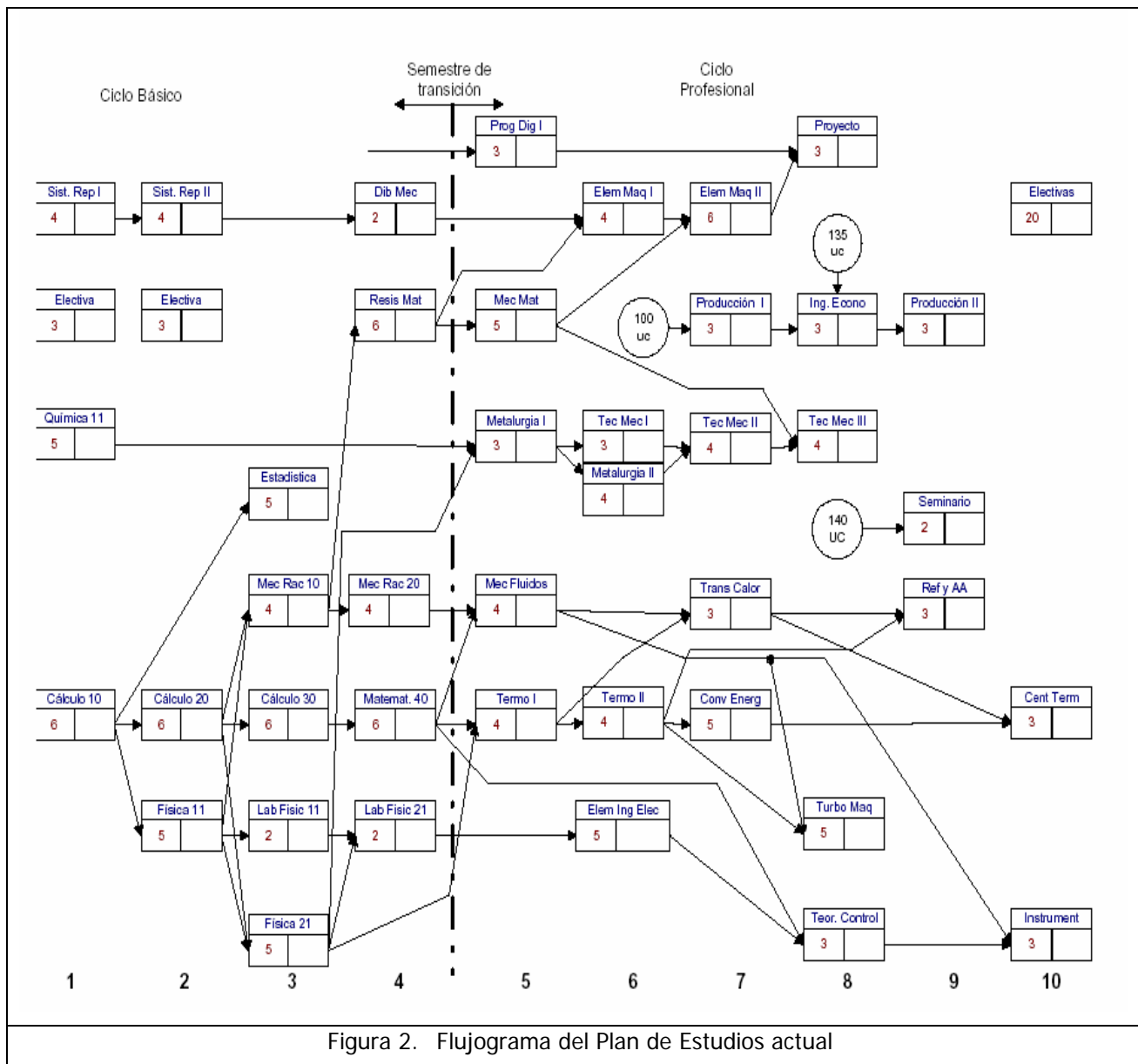


Figura 2. Flujo del Plan de Estudios actual

Tabla 3. Plan de Estudios actual de Ingeniería Mecánica

Sem.	Código	Asignatura	Área	TPLU	Prelación	UC / DH semestre	UC acumulado
<i>Ciclo Básico</i>							
<b>1</b>	IMCA10	Calculo 10	Cálculo	5206	--	18 / 22	18
	IMQI11	Química 11	Química	4205	--		
		Electiva	Humanidades	3003	--		
	IMSR10	Sistemas de Representación 10	Sistemas de rep.	2404	--		
<b>2</b>	IMCA20	Calculo 20	Cálculo	5206	IMCA10	18 / 22	36
	IMFI11	Física 11	Física	4205	IMCA10		
		Electiva	Humanidades	3003	--		
	IMSR20	Sistemas de Representación 20	Sistemas de rep.	2404	IMSR10		
<b>3</b>	IMCA30	Calculo 30	Cálculo	5206	IMCA20	22 / 28	58
	IMFI21	Física 21	Física	4205	IMFI11-IMCA20		
	IMLF11	Laboratorio de Física 11	Física	0042	IMFI11		
	IMMR10	Mecánica Racional 10	Mecánica rac.	4104	IMFI11-IMCA20		
	IMET10	Estadística	Estadística	4205	IMCA10		
<b>4</b>	IMMT40	Matemáticas 40	Matemáticas	5206	IMCA30	20 / 26	78
	IMLF21	Laboratorio de Física 21	Física	0042	IMLF11-IMFI21		
	IMMR20	Mecánica Racional 20	Mecánica rac.	3204	IMMR10		
	IMT201	Dibujo Mecánico	Diseño (integ)	1202	IMSR20		
	IMT200	Resistencia de Materiales	Diseño (integ)	5206	IMMR10		
<i>Ciclo Profesional</i>							
<b>5</b>	IMPD10	Programación digital I	Programación	3103	IMCA30	19 / 24	97
	IMT202	Mecánica de Materiales	Diseño	4115	IMT200		
	IMT203	Metallurgia I	Materiales	3013	IMFI21-IMQI11		
	IMC200	Mecánica de Fluidos	Fluidos	3204	IMMR20-IMMT40		
	IMC201	Termodinámica I	Termodinámica	3204	IMFI21-IMMT40		
<b>6</b>	IMT204	Elementos de Máquinas I	Diseño	3304	IMT200-IMT201	20 / 28	117
	IMT205	Tecnología Mecánica I	Manufactura	2033	IMT203		
	IMT206	Metallurgia II	Materiales	3034	IMT203		
	IMC202	Termodinámica II	Termodinámica	3204	IMC201		
	IMEEO1	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Eléctrica	4025	IMLF21		
<b>7</b>	IMT207	Elementos de Máquinas II	Diseño	5306	IMT202-IMT204	21 / 26	138
	IMT209	Producción I	Producción	3003	100 UC		
	IMT208	Tecnología Mecánica II	Manufactura	3024	IMT205-IMT206		
	IMC203	Transferencia de Calor	Transf. Calor	3103	IMC201-IMC200		
	IMC204	Conversión de Energía	Termodinámica	5105	IMC202		
<b>8</b>	IMT302	Proyecto en Ingeniería Mecánica	Común	1403	IMT207-IMPD10	18 / 24	156
	IMT210	Ingeniería Económica	Producción	3103	IMT209-135 UC		
	IMT301	Tecnología Mecánica III	Manufactura	3024	IMT208-IMT202		
	IMC205	Turbomáquinas	Fluidos	4205	IMC200-IMC202		
	IMC206	Teoría de Control	Intrum. y Cont.	2023	IMMT40-IMEEO1		
<b>9</b>	IMT303	Producción II	Producción	3103	IMT201	18 / 20-23	174
	IMT304	Seminario para Ing. Mecánica	Común	2002	140 UC		
	IMC301	Refrigeración y Aire Acondicionad. + Electivas	Transf. Calor	3103	IMC203-IMC202		
			Varias	+ 10			
<b>10</b>	IMC302	Centrales Termoeléctricas	Termodinámica	3103	IMC203-IMC204	16 / 18-21	190
	IMC303	Instrumentación	Intrum. y Cont.	3103	IMC200-IMC206		
		+ Electivas	Varias	+ 10			

Sem: Semestre.

TPLU: Horas de Teoría, Práctica, Laboratorio y Unidades crédito.

UC: Unidades crédito.

DH: Densidad horaria.

Tabla 4. Asignaturas Electivas del Plan de Estudios actual de Ingeniería Mecánica

Semestre	Código	Asignatura	Área	TPLU	Prelación
<b>Electivas Ciclo Básico</b>					
<b>1 6 2</b>	HC-10	Historia de la Cultura	Humanidades	3003	--
	AT-10	Antropología 10	Humanidades	3003	--
	SO-10	Sociología 10	Humanidades	3003	--
	TE-10	Técnicas de Estudio 10	Humanidades	3003	--
<b>Electivas Ciclo Profesional</b>					
<b>9 6 10</b>	IMT305	Tecnología Mecánica IV	Manufactura	3204	IMT301-IMT207
	IMT306	Mantenimiento Industrial	Producción	3103	IMT2010-IMT207
	IMT307	Máquinas de Elevación y Transporte	Diseño	4104	IMT207-IMT301
	IMT308	Vibraciones	Diseño	3103	IMT207
	IMT309	Tratamientos Térmicos	Materiales	3024	IMT301
	IMT310	Ingeniería del Automóvil	Diseño	3024	IMT207-IMC204
	IMT311	Análisis Experimental de Esfuerzos	Diseño	3304	IMT202
	IMT313	Diseño por Computadora	Diseño	3324	IMPD10-IMT209
	IMC304	Instalaciones Térmicas	Transferencia de Calor	3103	IMC200-IMC203
	IMC305	Turbinas de Gas	Fluidos	4004	IMC205
	IMC306	Sistemas Térmicos	Transferencia de Calor	3103	IMC203-IMPD10
	IMC308	Bombas y Ventiladores	Fluidos	3204	IMC205
	IMC309	Compresores	Fluidos	4004	IMC205
	IMC310	Motores Diesel	Termodinámica	4004	IMC204
	IMC311	Aire Acondicionado Avanzado	Transferencia de Calor	3003	IMC301
	IMC312	Flujo de dos Fases	Fluidos	4004	IMC203-140 UC
	IMC313	Aerotecnía	Fluidos	4004	IMC205
	IMC307	Trabajo Especial	Común		160 UC
	IMDP10	Controles Industriales	Potencia	4024	IMEE01
	IMCO01	Programación II	Ens. Generales	4004	60 UC Profesional
	IMEE01	Redacción de Informes	Orientación	2002	80 UC Profesional
	IMQO01	Desagregación Tecnológica	Operaciones	3003	120 UC
	IMS001	Control de Calidad	Inv.de Operaciones	4205	IMET10-IMT210
	IMEE02	Relaciones Industriales	Sistemas	3003	IMT209
IMS002	Programación Digital II	Sistemas	4105	IMPD10	
IMS003	Probabilidades	Sistemas	4205	CET10-CCA30	
IMS004	Análisis Numérico I	Sistemas	4205	IMPD10-IMMT40	
IMS005	Investigación Operativa	Sistemas	4205	IMS003-IMMT40	
IMS006	Computación Analógica	Sistemas	3124	IMEE01-IMMT40	
IMCO02	Máquinas Hidráulicas	Hidraulica	3204	--	

## Análisis del Plan de Estudios Actual

El Plan de Estudios actual posee ciertas fortalezas, que deben tratar de preservarse en la nueva propuesta, y debilidades, que deben evitarse en la nueva propuesta, se tratará por tanto en esta parte de hacer una exposición de las fortalezas y debilidades del Plan de Estudios actual, con el objetivo de presentar posteriormente la base de análisis de las principales modificaciones propuestas.

### Fortalezas del Plan de Estudios actual

El Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica utilizado en la actualidad rige los estudios que se realizan en la Escuela de Ingeniería Mecánica desde 1974, época de su creación. Durante estos treinta años han egresado una gran cantidad de Ingenieros Mecánicos y la mayoría de éstos han ejercido la profesión con gran éxito, logrando con esto que la Escuela goce de una buena imagen en las industrias del país, entre las que podemos citar las más importantes como lo son: PDVSA, CVG, Procter and Gamble, Polar, etc. Esto indica que la calidad de nuestros egresados es relativamente buena, sin embargo ésta es mejorable, por lo cual es evidente que Plan de Estudios actual posee ciertas fortalezas que es conveniente tomar en cuenta a la hora de realizar las modificaciones.



Una de las fortalezas más importantes de nuestro Plan de Estudios es el incluir una formación en las ciencias básicas (matemática, física y química) bastante buena y completa. Lo cual da a los estudiantes unas bases muy importantes para la continuación de los estudios, ya que estas herramientas son indispensables para la correcta comprensión de las diversas asignaturas del ciclo profesional.

Otra fortaleza importante es que la formación fundamental de la Ingeniería Mecánica también se puede considerar bastante buena y completa. Lo cual redundará en un buen aprendizaje de los fundamentos de la Ingeniería Mecánica así como de diversas herramientas de trabajo requeridas para el ejercicio profesional.

Todo esto nos indica que la formación obtenida con este Plan de Estudios se ajusta aproximadamente al perfil del Ingeniero Mecánico, a excepción de algunos puntos particulares, que forman las debilidades identificables en el Plan de Estudios y que trataremos en el siguiente punto.

### ***Debilidades del Plan de Estudios actual***

A pesar de que en el párrafo anterior se elogia al Plan de Estudios actual, en el seno de la Comisión Curricular de la Escuela de Ingeniería Mecánica se han identificado una serie de problemas presentes en este plan que ocasionan dificultades en la formación de sus Ingenieros. En la mayoría de los casos estas debilidades son puntuales y no problemas estructurales, razón por lo cual serán listadas a continuación en un orden que no necesariamente corresponde con la importancia de las mismas:

- Formación muy reducida en informática y nula en métodos numéricos. Esta falla reviste gran importancia en la actualidad ya que en el ejercicio de la Ingeniería Mecánica se requiere cada vez más de la utilización de la informática y de métodos numéricos. Es evidente que ésta no era la realidad para el momento de creación de la carrera de Ingeniería Mecánica (año 1974) y es la razón principal de que esta falla exista en el Plan de Estudios actual.
- El balance en la relación de peso de las áreas de formación no es uniforme. Esto no necesariamente puede considerarse un defecto, sin embargo es conveniente hacer un estudio completo de la importancia de cada área y definir si el peso de cada una de las áreas es el conveniente en función del perfil y de las necesidades del país.
- Diferencia notable en carga académica de las diversas asignaturas. Esta es una particularidad de nuestro Plan de Estudios, donde se presentan asignaturas de 2 horas de dedicación y otras de 7 horas de dedicación, hace que los estudiantes le den mayor importancia a las asignaturas de mayor peso, relegando a segundo plano las de menor peso, lo cual no es conveniente ya todas las áreas tienen importancia para la formación.
- Poca uniformidad en la densidad horaria de los semestres, presentándose semestres que van de 20 horas a 28 horas de dedicación, este último valor no adecuado según los estándares educacionales.
- Poca claridad en la definición de lo que es una asignatura electiva y lo que es una asignatura obligatoria. Esto se aprecia en la inclusión de asignaturas como obligatorias sin que presenten las características propias que deben tener dichas asignaturas.
- Baja valoración y mala ubicación del proyecto de grado. Este es uno de los defectos más importantes del Plan de Estudios actual, ya que el proyecto tiene una valoración de 3 UC, y se encuentra en el octavo semestre, siendo los objetivos de esta asignatura hacer un trabajo en el que se haga un compendio de una parte de los conocimientos de la carrera. En la práctica se observa que esto produce que los estudiantes pasen más de un semestre en la realización de esta actividad, y en algunos casos les ocupa un semestre solo para esta actividad, lo que implica una dedicación superior a las 3 UC.
- Problemas con prelación por números de crédito. Existen algunas materias para las cuales se ha establecido una prelación por número de créditos aprobados y no por otra asignatura cuyos conocimientos sean necesarios para la comprensión de la misma. Esto ha producido que muchos estudiantes soliciten el

rompimiento de estas relaciones con el objeto de adelantar esta asignatura, ya que aparentemente no requiere de conocimiento alguno anterior.

- Alta valoración y mala interpretación de la asignatura Pasantías Especiales. Comparado con la asignatura Proyecto en Ingeniería Mecánica, las pasantías especiales, que tienen una duración igual y una carga horaria similar, tienen una valoración desproporcionada, además con el objeto de introducir la asignatura, esta fue incorporada en sustitución de asignaturas electivas, a pesar de que su objetivo es muy diferente al de éstas, lo cual produce que los estudiantes que escogen pasantías prácticamente no cursan asignaturas electivas.
- Poca claridad en la escogencia de las electivas. Esto se debe a que no existe ningún lineamiento que permita a los estudiantes escoger las electivas, cosa que redundará en una formación desordenada.
- Programas de asignaturas desactualizados. Este es otro de los graves problemas del Plan de Estudios actual, el cual se ha venido resolviendo en la práctica del dictado de las asignaturas, ya que los profesores han variado el contenido programático un poco respecto al programa oficial, sin embargo ya en este momento se impone una actualización oficial de los programas.
- Fallas en la formación de los estudiantes al llegar al ciclo profesional, a pesar de tener asignaturas con programas aparentemente adecuados en el Ciclo Básico. Este es un problema de formación que es difícil de corregir, ya que proviene de un enfoque incorrecto en el dictado de las asignaturas, a pesar de tener programas aparentemente adecuados.
- Ausencia de formación en idiomas extranjeros. En la actualidad es importante el intercambio de conocimientos entre los profesionales de diversos países, y aún más en profesiones como la ingeniería, y para ello es necesaria la formación en idiomas extranjeros, aspecto totalmente ausente en el plan de estudios actual.

## **Programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico**

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA se desarrolla a través de:

- Proyectos de grado, tesis de Maestría y Doctorado,
- Trabajos de ascenso.
- Proyectos de investigación
- Programas de intercambio científico.

En promedio se realizan en la Escuela 40 proyectos de grado por semestre, realizados por estudiantes en forma individual o en grupos de dos, lo que conforma la actividad de desarrollo tecnológico de mayor importancia en la Escuela, aportando algunos aspectos a la investigación. Se dirigen alrededor de 10 tesis de maestría en el seno de diversos postgrados de la facultad entre los que podemos citar: Postgrado de Ingeniería de Mantenimiento, Postgrado de Matemáticas Aplicadas, Postgrado de Automatización e Instrumentación y Postgrado de Control. Por otro lado anualmente se realizan unos 50 trabajos, en las modalidades de: Desarrollo de prototipos, Artículos en Revistas, Artículos en Congresos, Libros, Capítulos de Libros, Monografías e Informes Técnicos.

La investigación en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA se lleva a cabo en forma individual o en grupos de investigación, ya sea en el seno de cada Departamento o en forma multidisciplinaria con la intervención de varios departamentos y o grupos de investigación.

La Escuela cuenta con cinco grupos de investigación formalmente establecidos que se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Grupos de Investigación en la Escuela de Ingeniería Mecánica

Nombre del Grupo	Miembros	Departamento
Grupo de motores térmicos (GRUMOTE)	S. Fygueroa, J. Araque, M. Martín, C. Villamar	Ciencias Térmicas
Ciencias Térmicas Computacionales (CTC)	A. Sanchez, J. Rujano, L. Rosario, M. Bracho	Ciencias Térmicas
TermoFluidoDinámica (TFD)	M. Avila, R. Loreto, JF. Dulhoste, R. Santos, C. Torres, J. Muñoz, N. Gonzalo, C. Jerez, R. Rodríguez, R. Dyer, A. Matamoros	Ciencias Térmicas
Diseño y Modelado de Máquinas (DIMMA)	M. Vergara, S. Provenzano, C. Bloem, M. Diaz, R. Chacón	Tecnología y diseño
Grupo de Materiales y Tecnología (GRUTEC)	V. Guede, L. Sarache, F. León, M. Peña, R. Tolosa, M. Dávila, R. Reinoza	Tecnología y diseño

## Programas de Extensión

La Escuela de Ingeniería Mecánica realiza diversas actividades de extensión, como son:

- *Cursos de formación y actualización.* Estos son organizados por la Escuela directamente, o en colaboración con otras entidades como: la unidad de Diseño en Ingeniería Asistido por Computadora (UNIDIAC), la Unidad de Asesoría de Proyectos de Investigación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería (UAPIT) o el Centro de Ingenieros del Estado Mérida. Para ello la Escuela cuenta con un catálogo importante de cursos dirigidos a estudiantes, profesionales y empresas de diversas áreas afines a la Ingeniería Mecánica.
- *Asesorías.* Estas asesorías son realizadas a profesionales, empresas, y organismos del estado mediante proyectos administrados por la UAPIT, entre las asesorías de mayor importancia podemos citar la inspección del diseño y construcción del sistema Trolebús de la ciudad de Mérida, que se ha realizado últimamente para la Gobernación del Estado Mérida.
- *Organización de eventos.* La Escuela organiza constantemente eventos de intercambio profesional y científico, tales como seminarios, conferencias y congresos. De estos eventos el más importante es el Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica que se realiza en nuestra institución cada tres años, y congrega una gran cantidad de Ingenieros, docentes e investigadores. En el año 2001 fue realizado conjuntamente al Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica.
- *Programas de intercambio.* Se realizan diversos programas de intercambio a nivel estudiantil en donde se han recibido estudiantes de otras universidades de Venezuela y otros países, pero también se han enviado estudiantes a otros países y ciudades, en el ámbito de las pasantías, por ejemplo. A nivel profesoral también se realizan intercambios con empresas y con otras universidades.

## Estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica

Dentro de la estructura organizativa de la Escuela resaltan diversos aspectos a saber: El organigrama, los recursos humanos, los recursos administrativos y la planta física.

### Organigrama

La Escuela de Ingeniería Mecánica, forma parte de la Facultad de Ingeniería, y está organizada en dos departamentos: Tecnología y Diseño y Ciencias Térmicas. Cada departamento agrupa varias áreas de conocimiento en el ámbito docente, en el Departamento de Tecnología y Diseño estas son denominadas cocátedras; dentro de estas áreas de conocimiento existen laboratorios que prestan servicio de docencia e investigación. En cuanto a la investigación los miembros de los departamentos se organizan en grupos de investigación. La Figura 3 muestra de una forma esquemática el organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA.

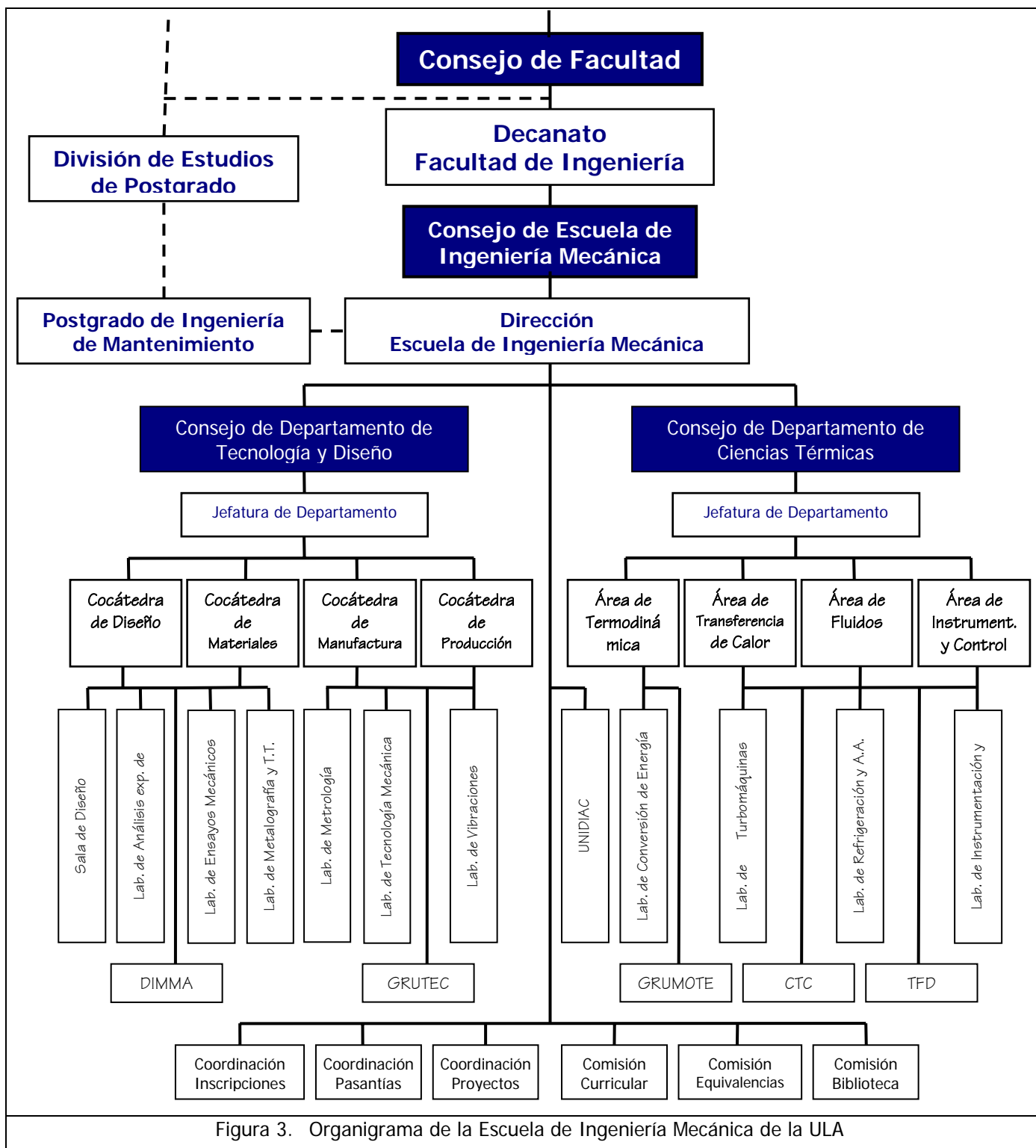


Figura 3. Organigrama de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA

## Recursos Humanos

La Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con profesores altamente capacitados y de gran experiencia, con formación que va desde los estudios de pregrado hasta la maestría y el doctorado. La mayoría de los profesores son a dedicación exclusiva y poseen las competencias necesarias para cubrir todas las áreas curriculares del programa. Sin embargo, su número es reducido y gran parte de su dedicación es utilizada para la docencia, quedando poco tiempo para la investigación y la extensión, lo cual repercute negativamente en la producción de esas últimas actividades. Se plantea la necesidad de balancear la carga académica de los profesores, de manera, que se cuente con el tiempo necesario para realizar todas labores académicas: investigación, mejoras en la docencia, preparación de material técnico, preparación de laboratorios, preparación de problemarios, etc. En este sentido, existe el obstáculo financiero que impide que los profesores usen mejor su tiempo en beneficio del mejoramiento de la Escuela.

Otro aspecto importante a resaltar es que varios de los profesores tienen la antigüedad suficiente para jubilarse en cualquier momento, y que dada la actual situación económica de la Universidad, no se están llevando a cabo políticas de formación de nuevos profesores en número suficiente. Esto podría ocasionar, a corto plazo, serios problemas de falta de personal capacitado en la Escuela de Ingeniería Mecánica.

La Tabla 6 presenta un resumen del personal docente, administrativo y técnico de la Escuela, detallando la condición y dedicación, mientras que la Tabla 7 detalla el personal docente activo en cuanto a su formación.

Tabla 6. Personal de la Escuela de Ingeniería Mecánica

	Escuela	Departamento de Tecnología y Diseño	Departamento de Ciencias Térmicas
Número de profesores activos	32	17	15
Ordinarios a dedicación exclusiva	30	17	13
Ordinarios a tiempo completo	1	0	1
Contratados a dedicación exclusiva	0	0	0
Contratados a tiempo completo	0	0	0
Contratados a tiempo convencional	1	0	1
Número de profesores jubilados	18	9	9
Número de ayudantes docentes	1	1	0
Número de Becarios Académicos de Postgrado	3	1	2
Número de técnicos de laboratorio	9	4	4
Número de preparadores	10	6	4
Número de secretarías	3	1	1

Tabla 7. Formación del Personal Docente Activo de la Escuela de Ingeniería Mecánica

	Escuela	Departamento de Tecnología y Diseño	Departamento de Ciencias Térmicas
Número de profesores con Doctorado	12	8	4
Número de profesores con Maestría	9	3	6
Número de profesores con Título de Ingeniero solamente	11	6	5

## Recursos Económicos

Actualmente, la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA cuenta con los recursos económicos aportados por la Administración Central de la Universidad de Los Andes y los ingresos propios generados por cada unidad académica, principalmente a través de los programas de extensión e investigación que se realizan.

## Planta Física y Equipamiento

La Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA funciona en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, en el núcleo la Hechicera y en la antigua sede de la Av. Don Tulio Febres Cordero. En el núcleo la Hechicera cuenta con espacio físico para la Dirección de Escuela, oficinas para los Departamentos, cubículos para profesores, aulas de clase y sala de computación. En la antigua sede de la Av. Don Tulio cuenta con espacio para los Laboratorios de docencia e investigación donde se imparten prácticas que apoyan a las asignaturas de la carrera.

Es de notar que actualmente la Facultad de Ingeniería está en proceso de mudanza hacia su nueva sede ubicada en el núcleo de la Hechicera. En esta nueva sede la Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con espacio de mayor calidad en cuanto a oficinas y aulas de clase. En cuanto a los laboratorios, está prevista la construcción de un nuevo edificio de laboratorios para la Facultad, mientras esto ocurre los laboratorios de la Escuela seguirán ubicados en la sede de la Avenida Don Tulio.

La Escuela cuenta para las actividades docentes con un equipamiento importante entre los que se cuentan, proyectores de transparencias, proyectores de diapositivas, televisor, reproductor de cintas VHS, proyectores para presentaciones computarizadas, y un buen número de computadores. De igual manera cuenta en los laboratorios con un gran número de equipos de laboratorio y computadores que permiten la ilustración de un gran número de fenómenos físicos y la realización de prácticas relacionadas con actividades importantes de la Ingeniería Mecánica. Sin embargo debemos notar aquí que muchos de los equipos de laboratorio y computadores ya se encuentran obsoletos o han pasado el tiempo de vida útil, por lo cual se producen constantemente fallas en los equipos, y se hace difícil ilustrar los nuevos procedimientos de la Ingeniería Mecánica, lo que repercute sobre la calidad de la enseñanza que se imparte.

# MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA REFORMA CURRICULAR

## Introducción

La reforma curricular de la Escuela de Ingeniería Mecánica se apoya en un marco teórico conceptual que toma en cuenta una serie de criterios de importancia como lo son: el ejercicio profesional de la carrera en el contexto local, regional, nacional e internacional, así como la concepción educativa y las características y principios del modelo curricular. Todos estos criterios concluirán en un análisis particular de los lineamientos a seguir para mejorar el currículo actual y adaptarlo a los criterios presentados.

## Contexto local

La visión que se tiene de la ciudad de Mérida como centro de generación de conocimiento y de desarrollo tecnológico regional y nacional, existiendo iniciativas de gran impacto como lo es, por ejemplo, el Parque Tecnológico, le confieren un alto compromiso a la Universidad de Los Andes, en cuanto a la formación de personal de alta calidad en múltiples áreas, dentro de las cuales se encuentra inmersa la Ingeniería Mecánica de alta tecnología. En torno a Mérida se han ido instalando un conjunto de empresas de desarrollo tecnológico, las cuales cada día requieren más de personal altamente calificado. Además, iniciativas de la Universidad de Los Andes, tales como el desarrollo de centros, como el CITEC y el Parque Tecnológico, ahondan el compromiso de dicha casa de estudio por tener una unidad que forme profesionalmente a los futuros miembros de esa comunidad. Actualmente, las otras ofertas educativas en Mérida no poseen la calidad requerida para enfrentar el reto planteado por estas propuestas a nivel local. La Universidad de Los Andes está actualmente conformando un grupo humano de altísima calidad para afrontar dicho reto, contando para ello con profesores de formación doctoral o maestría, de quienes se espera puedan enfrentar este reto. Todo esto nos lleva a la conclusión que la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA debe enfocarse a formar Ingenieros Mecánicos preparados para desarrollarse en ambientes de alta tecnología, como una manera de enfrentar los retos locales y diferenciarse con otras escuelas de Ingeniería Mecánica.

## Contexto regional

En la región andina, área de mayor influencia de la Universidad de Los Andes, la actividad económica gira principalmente en torno a varios sectores fundamentales, todos relacionados en mayor o menor grado con la Ingeniería Mecánica.

En primer lugar deben tomarse en cuenta un conjunto de iniciativas que la apuntalan como una región con ciertas bondades para el desarrollo de empresas de bases tecnológicas. Muchos de esos esfuerzos se derivan de la reciente creación de una Zona Libre de Impuesto para las áreas Científicas, Tecnológicas y Culturales, así como la existencia de uno de los Parques Tecnológicos más activos a nivel nacional. Al respecto, es bueno resaltar que entre las compañías del entorno de la Zona Libre y del Parque Tecnológico existen empresas que requieren de individuos preparados en el área de la Ingeniería Mecánica, como lo son, las empresas fabricantes de carrocerías, de metalmecánica en general y de equipamiento médico, actividad que últimamente esta tomando mucho auge en la región.

En segundo lugar debe tomarse en cuenta la presencia de la industria petrolera, actividad económica de mayor importancia para el país, en las áreas de influencia de la ULA, como lo son el pie de monte andino y la zona del lago de Maracaibo. En torno a esta actividad económica gira una gran cantidad de empresas íntimamente relacionadas con diversas áreas de la Ingeniería Mecánica, como lo son las instalaciones térmicas, los procesos de fluidos, la generación de potencia, el diseño y la manufactura de elementos mecánicos especializados para la industria



petrolera, la instrumentación y control de los diversos procesos, y finalmente la gerencia de los procesos de producción.

La tercera actividad de importancia en la región es la actividad agrícola y pecuaria, que es mucho más especializada e intensa que otras regiones del país, y en la cual se realizan actividades propias de la Ingeniería Mecánica, como por ejemplo el diseño y construcción de equipamiento agrícola, el manejo del agua como recurso primordial de la agricultura, recurso que requiere de múltiples implementos mecánicos debido principalmente al tipo de topografía de la región, y otra actividad de la Ingeniería Mecánica relacionada con la agricultura es la conservación de productos mediante la refrigeración.

Finalmente encontramos el turismo, otra actividad relacionada con la Ingeniería Mecánica, aunque en menor grado. Sin embargo en torno a esta actividad se encuentran empresas muy relacionadas con la Ingeniería Mecánica, como lo es por ejemplo el Teleférico de Mérida, algunos parques de atracciones que surgen para satisfacer las demandas de actividades del turista, las cuales en nuestra región aún están en pleno desarrollo, y por último es conveniente citar las instalaciones hoteleras, que requieren de sistemas de climatización de sus ambientes, así como equipos de conservación y tratamiento de alimentos.

En conclusión, el contexto regional induce a una formación que prepare al Ingeniero Mecánico en: actividades de alta tecnología, en actividades relacionadas con la industria petrolera, en actividades relacionadas con la producción agrícola y en actividades relacionadas con servicios al turismo.

## Contexto nacional

En el contexto nacional la Ingeniería Mecánica tiene una gran importancia, ya que está íntimamente relacionada con las principales actividades económicas del país como lo son: las industrias básicas entre las que se cuentan las empresas relacionadas con el petróleo, el hierro, el aluminio, de la generación de energía eléctrica, entre otras; pero también se relaciona con las otras actividades industriales fundamentales, como la industria manufacturera, metalmeccánica, de procesamientos de alimentos e insumos varios, de mantenimiento y servicios, las actividades agrícolas y pecuarias y finalmente las actividades turísticas. Por lo cual la formación de Ingenieros Mecánicos de calidad tiene una gran importancia y pertinencia para el país.

## Contexto internacional

La concepción de nuevas tecnologías, la disminución de la dependencia tecnológica y la adecuada adaptación de tecnologías foráneas en nuestro medio social, pasa por el establecimiento de una cultura del conocimiento, misma que la Universidad está llamada a instaurar y robustecer. Por su especificidad e implicaciones, el conocimiento científico y tecnológico, que da sustentación a las áreas de la carrera de Ingeniería Mecánica, es de interés mundial. De este modo, un programa de estudios donde se balanceen ponderadamente aspectos de la Ciencia y la Tecnología en las áreas antes mencionadas, es de pertinencia social internacional. Así, los egresados, formados con el respaldo de un cuerpo profesoral de altísimo nivel académico, como lo es la planta docente que posee y que está desarrollando la Escuela de Ingeniería Mecánica, poseen el potencial para acometer tareas transformadoras e innovadoras en el más amplio espectro social. Por otro lado, en medio de la globalización, regiones en el mundo han ido identificando y determinando sus nichos de negocios, de acuerdo a sus bondades y habilidades particulares. Al respecto, Venezuela es un país que posee un sinnúmero de ventajas para fortalecer su actividad económica en torno a quehaceres íntimamente relacionadas con la Ingeniería Mecánica, como lo son, por ejemplo, el aprovechamiento adecuado de las materias primas, desarrollando empresas de transformación y manufactura de productos a partir de estas materias primas y así agregar un valor adicional a las mismas, en lugar de simplemente comercializarlas en su forma natural. Para incursionar en mercados internacionales, con este enfoque, se requiere de una altísima formación del recurso humano, para garantizar los estándares de calidad y competitividad, que son los lineamientos principales del comercio mundial actual, y que ha sido tradicionalmente una de las fallas del parque industrial venezolano.

## Concepción educativa

La acumulación de conocimientos es, en la época contemporánea, extremadamente amplia, más aún en las carreras de corte tecnológico como lo es la Ingeniería Mecánica, por lo que es imposible pretender que la formación completa del profesional pueda lograrse en un lapso de cinco años. En realidad, solo se puede pretender que en este lapso, corto de duración, de la carrera de Ingeniería Mecánica, se brinde un esbozo de ese conjunto de conocimiento. Si se agrega a esto el hecho que los procesos de modernización hacen que cada día aparezcan nuevos métodos y nuevas técnicas, se llega rápidamente a la conclusión que la formación del Ingeniero Mecánico debe estar concebida de tal manera que el objetivo central sea el “**Aprender a Aprender**”. Esta concepción de la formación del Ingeniero Mecánico lleva a la necesidad de delimitar un **núcleo fundamental de conocimientos**, que permita identificar al Ingeniero Mecánico, y diferenciarlo de otras profesiones afines. Si el estudiante se apropia de ese núcleo fundamental de conocimientos de la Ingeniería Mecánica y de las formas de operar en el interior de esta profesión, podrá, de una manera relativamente fácil, reconocer lo que es específico de ella y lo que se constituye en un avance en el conocimiento y, por lo tanto, le será posible enfrentar la tensión que crea la continua aparición de nuevos conocimientos y prácticas, reorientando de esta manera y si es necesario, su práctica personal a partir de ellos. Esta nueva concepción de una **formación de calidad**, también debe tomar en cuenta que el conocimiento de la disciplina o profesión no contiene todo el saber indispensable para la exploración y la explicación de ciertos problemas que se presentan en la práctica. Esto hace necesario acudir, en el momento preciso, a otros conocimientos disciplinarios o profesionales, sin por ello perder la especificidad del campo particular, sino que más bien se enriquece la comprensión del problema y las posibilidades de proponer soluciones.

La formación para la apropiación de ese núcleo fundamental de conocimientos y la capacitación para poder acudir a otros conocimientos disciplinarios tiene múltiples exigencias que en forma esquemática pueden enunciarse como sigue:

- La necesidad de una **exigente formación en Ciencias Básicas**, para lo cual se debe considerar como preponderante la **vinculación entre la teoría y la práctica**. La afirmación, frecuentemente escuchada en los medios empresariales, industriales y de servicios, de que los egresados de las Universidades son demasiados “teóricos” corresponde más bien a una segmentación de los conocimientos, ya que la formación teórica suele estar desvinculada de la formación práctica. La formación del Ingeniero Mecánico debe considerar el creciente componente científico de la profesión, en consecuencia fortalecer la actitud teórica y la comprensión de que es a partir de ella que se puede ordenar y transformar la realidad. Adicionalmente se debe hacer énfasis en los procesos de apropiación del conocimiento tecnológico y en la preparación para una actividad de reproducción y de adecuación de los objetos tecnológicos, como un primer paso para la conformación de una nueva, activa y creativa relación con el conocimiento tecnológico y sus potencialidades creativas.
- La Universidad debe **trascender los criterios de calidad** que usan los empleadores, en donde un profesional puede ser considerado de buena calidad si se adapta sin demasiadas dificultades a las necesidades de una empresa o un servicio, siendo preponderante lo operatorio. Los criterios de calidad deben estar referidos a una formación competente que permita utilizar autónoma y creativamente los conocimientos. Para ello debe crearse una infraestructura que no puede reducirse a una información sobre el estado del conocimiento tecnológico, a la adquisición de equipos para llevar a cabo ciertas prácticas, a la transmisión de conocimientos por parte de profesores, cuya relación con la enseñanza se reduzca a la que se tiene en la hora de clase, a Ingenieros que posean el conocimiento teórico y establezcan a los otros grupos de producción las reglas que se deben seguir en los procesos de trabajo ó a la compra de nuevos equipos considerados como cajas negras y seleccionadas en función de la utilidad inmediata.
- La **presencia de Grupos de Investigación** a los que se vinculen los estudiantes de varios niveles, la acumulación de información estructurada y el acceso a redes de comunicación y a bases de datos, el incremento de relaciones de comunicación entre los que operan en los mismos o en campos análogos, la confrontación permanente para encontrar la pertinencia de lo que se estudia, se investigue, se compra, se

proyecta y se realiza, son condiciones necesarias para que se pueda esperar el despegue de un desarrollo económico que encuentre en el conocimiento tecnológico propio de la Ingeniería Mecánica uno de sus puntales como alternativa estratégica para el desarrollo de la región y del país.

Adicionalmente, para garantizar el éxito de la reforma en los objetivos planteados, se requiere que la nueva propuesta curricular tome en cuenta una serie de aspectos de suma importancia entre los que se pueden citar:

- **Mesura, sensatez y racionalidad.** La formación de aptitudes debe ser lo primordial en la formación de Pregrado, pues en esta etapa solo comienza la formación del profesional, proporcionándole las bases para la formación futura, ya sea mediante actividades profesionales creativas e innovadoras o estudios de especialización. El currículo del Ingeniería Mecánica debe diseñarse entonces, con la sensatez necesaria para encontrar en el vasto mundo de los conocimientos técnicos, lo que es auténticamente fundamental, ya que en esta etapa no se puede abarcar todo. Se debe evitar la saturación de asignaturas y la congestión de actividades, dado que la Educación Superior es un proceso de formación que tiene inicio pero que no culmina, pues dura toda la vida.
- **Pertinencia y visión.** El currículo debe diseñarse pensando en los conocimientos requeridos para responder a los retos que depara el mañana y el desarrollo del país, y no simplemente para ejercer una profesión aquí y ahora. Es necesario tener una visión futurista, con sentido común, tomando en cuenta el contexto social y regional, el conocimiento de los problemas del país, del mundo y la realidad histórica. En consecuencia, la calidad del nuevo currículo sólo podrá ser acreditada por la sociedad, que dirá mañana si ese profesional aprendió a aprender, a pensar, a crear, a emprender, a hacer, a comunicarse, a liderar, a servir, a convivir, a arriesgarse, a comprometerse con su entorno.
- **Integridad.** El currículo debe conformarse con asignaturas, prácticas y metodologías que apunten hacia la formación integral del ser humano, permitiendo el acceso a los diversos campos del conocimiento para propiciar una visión global del saber y una mente abierta al cambio. Se debe formar íntegramente al individuo como ser social partícipe de una cultura en proceso constante de conservación y renovación de conocimientos y de valores, un individuo con derecho a las emociones, al asombro y a la magia, tanto como a la racionalidad, un individuo con criterios morales y éticos que le permitan desempeñarse como un actor principal en el desarrollo del bienestar común y el logro de la equidad en la sociedad. El segundo tópico a contemplar en el concepto de integridad es el correspondiente a la disciplina. El currículo debe integrar los diferentes campos del saber para que puedan posibilitar al estudiante un entorno cultural nuevo, nutrido con elementos de tipo económico, social, político, artístico, ético, etc. Sólo un ambiente multidisciplinario abre la visión del mundo y permite resolver creativa y globalmente los diferentes problemas que debe enfrentar el futuro profesional.
- **Multiplicidad de énfasis.** Las asignaturas que se consideren indispensables para fundamentar, orientar y capacitar en la formación deben establecerse como obligatorias, pero debe permitirse a los estudiantes optar por asignaturas electivas tanto de refuerzo de los conocimientos como de apertura a una formación integral. Con esta estructura abierta a la participación del estudiante en la construcción de su plan de estudios, todo el sistema se enriquece; ganan los alumnos, que pueden realizarse mejor optando por lo que más les gusta; gana la Institución, que sin duda, logrará más fácilmente la excelencia académica, y gana la sociedad, que recibe profesionales con múltiples especificidades y perfiles novedosos.
- **Equilibrio y armonía.** Los campos del conocimiento deben incluirse dentro del Plan de Estudios de una manera armónica, en donde todas las asignaturas tengan la misma importancia, y que apunten hacia la formación integral del profesional.
- **Flexibilidad.** En vista de los acelerados cambios de la sociedad actual y de los ejercicios profesionales, el Plan de Estudios debe diseñarse con versatilidad y adaptabilidad, con el objetivo de permitirle mantener una vigencia adecuada. Mediante un proceso de evaluación permanente de su calidad y pertinencia, las áreas se ajustarán y los programas se adecuarán a nuevas exigencias. La composición de las áreas, los

contenidos, las metodologías, el énfasis, las combinaciones y la interdisciplinariedad, cambiarán tan dinámicamente como lo requiera el tipo de estudiantado que ingrese a la Institución, las necesidades del medio y el avance del conocimiento. Esta respuesta natural al dinamismo de todo ser o comunidad, es extensible a la estructura del currículo.

- **Secuencialidad.** Se deben suceder en forma ascendente los diferentes niveles de formación, conforme a su complejidad y grado de fundamentación.
- **Interdisciplinariedad.** Desde los estudios básicos hasta la formación profesional el Plan de Estudios debe incluir formación con un nivel importante de interdisciplinariedad, ya que esta aptitud es indispensable para el ejercicio profesional futuro.
- **Competitividad.** En este mundo globalizado, el egresado debe poseer una alta formación integral, que le permita competir apropiadamente con sus pares. Esto se logra mediante la incorporación en el plan de estudios de materias de alto nivel, que involucran innovación tecnológica, una preparación para el trabajo y el impulso de iniciativas.

## Concepción universitaria

La reforma curricular se enmarca en el espíritu de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y la Ley de Universidades. Así, la visión y misión de dicha reforma es la búsqueda de la verdad y el afianzamiento de los valores trascendentales del hombre, de modo que se pretende crear, difundir y asimilar el conocimiento en las áreas de competencia, de una manera integral.

## Características y principios de la reforma curricular

En función de los aspectos antes mencionados, se hizo un análisis completo del currículo actual de la carrera de Ingeniería Mecánica de la ULA y se han determinado los cambios principales que debe sufrir el currículo con el fin de satisfacer estos aspectos. De este análisis se llegó a la conclusión que el currículo actual debe modificarse en cinco puntos primordiales que son: El Plan de Estudios, la actuación docente, el equipamiento, la investigación y la extensión.

## Plan de Estudios

Con el análisis realizado al Plan de Estudios se determinó que se requiere una reestructuración parcial y no un cambio total. Esta conclusión surge por la observación que el Plan de Estudios actual posee una sólida formación en ciencias básicas y ciencias aplicadas propias de la Ingeniería Mecánica, con un alto grado de vinculación entre la teoría y la práctica, que es uno de los criterios que se requieren para una formación concebida con el objetivo central de Aprender a Aprender. Lo cual implica que a nivel estructural solo se requieren cambios parciales con el fin de reforzar este hecho y modernizar la enseñanza para adaptarlo a las nuevas realidades del ejercicio profesional. A continuación se presentan los cambios propuestos en el nuevo Plan de Estudios.

- Incluir formación en Métodos Numéricos y dar mayor peso a la formación en Informática. Este cambio surge con las nuevas realidades del ejercicio de las profesiones de la ingeniería en donde el computador se ha convertido en una herramienta indispensable en casi todas las tareas, desde el modelado, pasando por el control de procesos, diseño, dibujo y cálculos de elementos mecánicos. Por lo tanto se ha decidido reforzar esta área en tres aspectos. Primero aumentar un poco el peso de programación digital en el plan de estudios y ubicarlo al principio de la carrera, para que las herramientas allí aprendidas puedan ser utilizadas a lo largo de toda la carrera. Segundo, incluir una asignatura de Métodos Numéricos, que es una herramienta indispensable hoy en día para resolver problemas de ingeniería. Y la tercera, y más importante de las modificaciones propuestas, consiste en modificar la enseñanza de la mayoría de las asignaturas, incluyendo actividades propias de éstas que tengan que ver con la informática e incluir, en lo posible, actividades prácticas con el uso del computador.

- Definir el balance correcto en el peso de las áreas de formación, bajo el principio que lo importante es aprender a aprender, y en este contexto todas las áreas tienen una importancia equivalente, se planteó la necesidad de hacer un reajuste en el balance del peso de cada una de las áreas en la carrera. En este aspecto se propone incluir la posibilidad que el estudiante tenga una mayor formación en lo correspondiente a la formación integral, respecto a lo que existe en la actualidad.
- Ajustar las unidades crédito de las asignaturas con el objeto de uniformizarlas y así evitar las de bajo o alto peso. Esto se plantea ya que actualmente existen asignaturas que poseen desde las 2 unidades crédito para 2 horas presenciales de clase, hasta las 6 unidades crédito para 7 horas presenciales. Esta falta de balance en la carga de las diversas asignaturas hace que el estudiante preste menor atención a asignaturas de poco peso, mientras que dedica casi todo su tiempo a asignaturas de alto valor. Además, la carga de las asignaturas de 7 horas presenciales es excesiva, tanto para el estudiante como para el profesor. Se pretende aquí, evitar en lo posible, que las asignaturas tengan un valor superior a las 4 unidades crédito, oscilando en la propuesta entre 5 y 3 unidades crédito. Es de notar, que en la primera etapa del cambio curricular, las asignaturas del Ciclo Básico no fueron consideradas, debido a que estas son comunes a todas las carreras de la Facultad de Ingeniería, sin embargo, se está proponiendo en la Comisión Curricular de la Facultad disminuir las unidades crédito a un máximo de 5 para los cálculos que hoy en día poseen 6 unidades crédito. Este cambio sería beneficioso para todas las carreras ya que permitiría incluir un peso mayor en formación integral.
- Definir con claridad los criterios para la designación de materia obligatoria y electiva. En la actualidad no existen criterios para definir correctamente que materia es obligatoria y que materia debe ser electiva. En función de esto, se realizó un estudio llegándose a la conclusión que una asignatura obligatoria es aquella que forma parte de la formación fundamental del Ingeniero Mecánico, y que éste no es capaz de aprender solo. En cambio, toda asignatura que el estudiante es capaz de aprender solo, a partir de los fundamentos aprendidos en la formación fundamental, puede ser electiva. Con este criterio, y un poco de mesura, sensatez y racionalidad, se trató de disminuir, en lo posible, la carga de asignaturas obligatorias y aumentar las opciones en asignaturas electivas, obteniéndose de esta manera un Plan de Estudios más flexible, que es otro de los criterios establecidos para su elaboración.
- Redefinir la interpretación de las pasantías especiales y del proyecto de grado. Este es quizás uno de los cambios de mayor importancia dentro del nuevo Plan de Estudios, y surge de la constatación de una interpretación y valoración incorrecta, tanto del proyecto de grado como de las pasantías especiales. En cuanto al proyecto, en el Plan de Estudios actual tiene un valor de 3 unidades crédito y está ubicado en el octavo semestre, lo cual no se ajusta ni al objetivo, que es realizar un compendio de una parte de los conocimientos adquiridos en la formación, ni a la carga que éste representa para los estudiantes. Es de notar que ésta es la asignatura donde el estudiante realmente completa el ciclo que representa el aprender a aprender, pues allí, además de utilizar los conocimientos adquiridos, frecuentemente tiene que estudiar tópicos adicionales, en algunos casos incluso de otras disciplinas. Es por ello que en función de la importancia de esta actividad, se decidió ubicarla al final de la carrera (último semestre) y darle el peso necesario, para que abarque la mayor parte de la carga del semestre, de esta manera el estudiante realmente puede dedicarse, en esta actividad, a aprender a aprender y demostrar que fue capaz de hacerlo. Es de notar, sin embargo, que el proyecto de grado no es una tesis, y su objetivo no es la realización de un proyecto de investigación, a pesar que en algunos casos pueda formar parte de un proyecto de investigación, pero siempre con el objetivo de enseñar al estudiante a aprender a aprender. En este sentido la pasantía especial se ha considerado como una actividad muy cercana a la del proyecto de grado, con objetivos similares, pero obtenidos en una industria. Es decir, se considera que el proyecto y la pasantía especial son en esencia lo mismo, solo que uno es realizado en ambientes universitarios y el otro realizado en una empresa. Por esta razón se ha concluido que de estas dos actividades el estudiante podrá escoger una de ellas, y su valor deberá ser el mismo.

- Sustituir prelacones de número de créditos. Este es un pequeño cambio estructural que surge debido a que en la actualidad existen algunas asignaturas obligatorias cuya prelación consiste en haber aprobado un número de unidades crédito, y cuyo único objetivo es no permitir al estudiante cursar una asignatura antes de un cierto plazo. En el análisis hecho al Plan de Estudios se consideró que este tipo de prelación es totalmente inconveniente ya que pareciera indicar que la asignatura prelada no requiere de conocimiento alguno en otras asignaturas, además en algunos casos impide al estudiante que se ha atrasado en algún área del conocimiento, avanzar en otra. Por lo tanto se propone eliminar este tipo de prelacones, y sustituirlas por las prelacones naturales.
- Actualizar los programas de asignaturas. Este es otro de los puntos importantes de la revisión curricular, ya que los programas oficiales actuales tienen alrededor de 30 años y se han realizado múltiples cambios en la mayoría de las disciplinas enseñadas, por lo tanto la actualización es ya urgente. Es de notar sin embargo, que en la enseñanza de las asignaturas, los profesores de forma individual o concertada han establecido variaciones en el dictado de las asignaturas, respecto al programa oficial, para mantener actualizada la formación de nuestros estudiantes.
- Incluir la formación en idioma extranjero. Con las nuevas realidades mundiales y las nuevas tecnologías de la información, surge la imperiosa necesidad de una formación en idiomas, que se ha vuelto una herramienta indispensable para el Ingeniero Mecánico. En este contexto se propone la introducción de una asignatura donde se imparta cierta formación básica del idioma inglés, enseñando al menos a leer documentos de utilidad para la Ingeniería Mecánica.
- Estudiar la posibilidad de mejorar la formación real del Ciclo Básico. En el Ciclo Básico se mantienen dos problemas fundamentales que deberán solucionarse con la revisión curricular continua que deberá realizarse en lo sucesivo. La primera ya se ha mencionado y se refiere al alto peso de las asignaturas Cálculo, lo cual pretendemos resolver mediante una propuesta a aplicar a toda la Facultad de Ingeniería. La segunda, es que en el dictado de las asignaturas, muchos profesores no toman en cuenta la vinculación que debe existir entre la teoría y la práctica, probablemente por su formación en ciencias básicas o por falta de interés. Esto produce que muchos estudiantes llegan al Ciclo Profesional con serias fallas de comprensión de las ciencias básicas, lo cual redundará en dificultades adicionales en el aprendizaje de las asignaturas del Ciclo Profesional. Este problema es quizás el más difícil de corregir, y no es exclusivo del Ciclo Básico, por lo cual será de gran importancia el seguimiento y evaluación que deberá hacerse al nuevo Plan de Estudios.
- Finalmente se debe ampliar la oferta en asignaturas electivas, con el objeto de permitir a los estudiantes una mayor opción de especialización en cada una de las áreas de la carrera, mejorando así las posibilidades de una formación especializada que sea más congruente con sus aptitudes e intereses y más pertinente con los requerimientos del país y la región.

## Actuación docente

Todos los cambios propuestos en el Plan de Estudios no son suficientes para garantizar un buen currículo a los profesionales egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, es necesario además que los profesores adopten una actitud proactiva en función de lograr esa formación integral, que es el objetivo de toda formación profesional.

Esto implica, para todo el personal docente de la Escuela, tomar conciencia de este hecho, y realizar la actividad docente con mística e integridad, recordando que el buen ejemplo muchas veces es la herramienta principal de una buena educación. Además de esto, se requiere modernizar y actualizar los conocimientos y métodos de enseñanza constantemente, siempre con el objetivo de lograr la mejor formación posible en cada área de competencia. Finalmente, fuera del aula de clase, los profesores tienen la responsabilidad de continuar con la formación de los estudiantes, participando con ellos en actividades extraacadémicas e incentivándolos para que estas otras actividades redunden en la formación de un individuo integral útil a la sociedad.

Es importante destacar aquí que la creación de nuevas áreas de formación, como lo es la aparición de la asignatura Métodos Numéricos, requiere de la contratación de nuevo personal capacitado en el área, más específicamente se requerirá de al menos un profesor en esta área, siendo lo ideal dos.

## **Equipamiento**

El equipamiento es otro aspecto de importancia para un buen currículo. Al respecto se debe notar que la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA siempre ha realizado esfuerzos por tener un equipamiento de primera línea para la formación de los estudiantes, sin embargo esto no siempre es fácil, ya que para ello muchas veces se requieren de recursos que no se disponen. El problema más grave lo representa en la actualidad el equipamiento de los laboratorios, que en la mayoría de los casos ya es obsoleto y requiere una actualización urgente, por lo que serán necesarios recursos para tal actualización.

## **Programas de Investigación y extensión**

Los programas de investigación y extensión son quizás los puntos más débiles de la Escuela de Ingeniería Mecánica en la actualidad, ya que ésta tradicionalmente ha dejado de hacer este tipo de actividad, favoreciendo primordialmente la docencia. En muchas ocasiones esto es producto de exceso de carga en docencia y administración que tienen todos los profesores de la Escuela. Sin embargo debe notarse que las actividades de investigación y extensión, son una herramienta indispensable para mantener al profesor actualizado y conectado con la realidad del ambiente que lo rodea.

En este sentido es imperativo que se fortalezcan los grupos de investigación existentes, y que se creen grupos nuevos, con el objetivo que todos los profesores de la Escuela pertenezcan a algún grupo de investigación, ya que esta es la estructura fundamental que permite un ambiente propicio para la realización de actividades de investigación y extensión. Adicionalmente se requiere urgentemente del aumento de la planta profesoral, ya que por muy buena que sea la voluntad de realizar investigación, esta no es posible si no se dispone de tiempo para dedicarse a ella, y en la actualidad la carga existente en cuanto a docencia y administración no permite el tiempo suficiente a los profesores para dedicarse a la investigación.

A esto se debe agregar la necesaria mejora en la formación de nuestra planta profesoral, ya que en la actualidad solo un poco más del 30% posee doctorado, y lo deseable sería que todo el personal docente posea formación doctoral, para poder participar, realizar y dirigir actividades de investigación.

Por último, es importante fortalecer las actividades de postgrado para impulsar las actividades de investigación, ya que es en este ámbito donde realmente existe el personal calificado para realizar las tareas básicas de investigación. En este sentido es de notar que la Escuela dispone de un postgrado muy cercano, que es el postgrado de Ingeniería de Mantenimiento, y existen postgrados afines como lo son el postgrado de Matemáticas Aplicadas a la Ingeniería, el Postgrado de Automatización e Instrumentación y el postgrado de Control. Además se debe mencionar que está en proceso de creación un Postgrado de Ingeniería Mecánica, el cual deberá abarcar varias áreas de la Ingeniería Mecánica, apoyándose en los grupos de investigación existentes y en proceso de creación, debido a ello este tendrá tres menciones una en el área de diseño y tecnología, una segunda en el área de materiales y una tercera en el área de termofluidos.

# NUEVO CURRÍCULO

## Introducción

El nuevo currículo fue desarrollado partiendo del currículo actual y tomando como base para las modificaciones propuestas los criterios establecidos en el marco teórico conceptual presentado en el capítulo anterior.

En el presente capítulo se va a realizar una exposición y un análisis de la propuesta de nuevo currículo de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, haciendo énfasis en el plan de estudios propuesto, ya que los demás aspectos, referentes a los planes de investigación y desarrollo tecnológico, programas de extensión y la estructura organizativa de la escuela variará en menor grado.

## Plan de estudios

### Principales modificaciones respecto al plan de estudios actual

#### **Ciclo Básico**

Se sustituye una “Electiva” del Ciclo Básico por Inglés.

Se mueve Programación Digital 10 del 5to al 2do semestre y se le aumenta 1 UC, para poder utilizar estas técnicas durante toda la carrera.

Se sustituyen los laboratorios de Física 11 y 21 por un solo laboratorio denominado “Laboratorio General de Física”

La asignatura Estadística pasa de 5 a 4 UC con el fin de uniformizarla con otras escuelas.

Se disminuye una unidad a Matemáticas 40, con el fin de que sus unidades crédito sean más acordes al dictado real de la materia.

La asignatura Elementos de Ingeniería Eléctrica se mueve del 6to al 4to semestre, y sus unidades se disminuyen de 5 a 4 UC.

#### **Ciclo Profesional**

Se incluye la asignatura Métodos Numéricos en el 5to semestre con 3 UC, con el fin de introducir a los estudiantes en esta metodología moderna y para que puedan utilizarla en la resolución de problemas de otras asignaturas del profesional.

#### **Área de Diseño**

Se aumenta una unidad a Dibujo Mecánico y se le cambia el nombre a Dibujo de Máquinas, con el fin de hacer más completa la formación en el área, incluyendo los nuevos métodos informáticos.

Se cambia el nombre de Elementos de Máquinas I a Teoría de Máquinas y Mecanismos.

Se disminuye el número de unidades de Elementos de Maquinas II de 6 a 4 UC.

Se reorganiza la rama de Mecánica de Materiales, conformada antes por dos asignaturas de 6 y 5 UC pasando a tres asignaturas de 5, 4 y 3 UC. Y se renombran las asignaturas.

#### **Área de Manufactura**

Se cambia el nombre de Tecnología Mecánica al de Procesos de Manufactura.

No se presentan cambios en las unidades, pero se reestructuran los programas para modernizarlos.



### **Área de Materiales**

Se cambia el nombre de Metalurgia por el de Materiales en las dos asignaturas.

Se reestructuran los programas, producto del cambio de enfoque de las materias.

Materiales I pasa de 3 a 4 UC.

### **Área de Producción**

Se adelanta la asignatura Ingeniería Económica para el 5to semestre, antes ubicada en el 8vo y la asignatura Producción I al 6to semestre, antes ubicada en el 7mo.

Se produce una reestructuración de los programas de las asignaturas para modernizar su contenido.

### **Área de Termodinámica**

La asignatura Centrales Termoeléctricas pasa a Electiva.

Se sustituye Conversión de energía con 5 UC por Motores de Combustión con 4 UC.

### **Área de Mecánica de Fluidos**

Se separa la asignatura Mecánica de Fluidos de 4 UC en 2 asignaturas de 3 y 4 UC, para reforzar el área.

Se disminuye el número de UC de Turbomáquinas de 5 a 4 UC.

### **Área de Transferencia de Calor.**

Se aumenta el número de unidades de Transferencia de Calor de 3 a 4 UC, con el fin de introducir un laboratorio en la materia.

La asignatura Refrigeración y Aire Acondicionado pasa a ser una asignatura electiva.

### **Área de Instrumentación y Control**

Se adelanta la asignatura Instrumentación para el 6to semestre con el fin que los conocimientos puedan ser utilizados en otros laboratorios de la carrera.

Se aumenta el número de créditos de instrumentación de 3 a 4 con el fin de sincerar el dictado de la asignatura.

Se aumenta el número de créditos de Teoría de control de 3 a 4 con el fin de poder impartir una formación más completa en el área.

### **Opciones comunes**

Se incluye la asignatura Metodología de Proyectos, con el fin de separar las clases de la elaboración del proyecto en sí.

La asignatura Seminario pasa a ser una electiva distribuida a todo lo largo de la carrera.

Se actualizaron y reestructuraron todos los programas.

### **Ciclo de especialización**

Se aumenta considerablemente el catálogo de las electivas disponibles en ambos departamentos, con el fin de ofrecer mayores opciones a los estudiantes.

Se agrupan las electivas todas en el 9no semestre, con el fin de separar el área de especialización de la formación profesional fundamental.

Se proponen dos opciones de culminación de la carrera: Proyecto de Grado con 16 UC (antes 3 UC) o Pasantía Especial, que incluye un proyecto a realizar en la industria con 16 UC.

## Estructura del nuevo Plan de Estudios

El nuevo Plan de Estudios, está organizado en tres ciclos a saber: Ciclo Básico, Ciclo Profesional y Ciclo de Especialización. Distribuido en 10 semestres en donde el cuarto semestre es considerado semestre de integración pues contiene asignaturas pertenecientes a los dos ciclos. La Figura 4 representa la estructura del nuevo Plan de Estudios y la Tabla 8 presenta las características de la carrera de Ingeniería Mecánica según este Plan de Estudios.

Tabla 8. Características de la carrera de Ingeniería Mecánica según nuevo plan de estudios

Requerimientos de ingreso	Título de bachiller en ciencias
Ciclos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Básico</li> <li>• Profesional</li> <li>• Especialización</li> </ul>
Número de unidades requeridas para graduarse	202
Duración de la carrera	10 semestres
Título otorgado	Ingeniero Mecánico

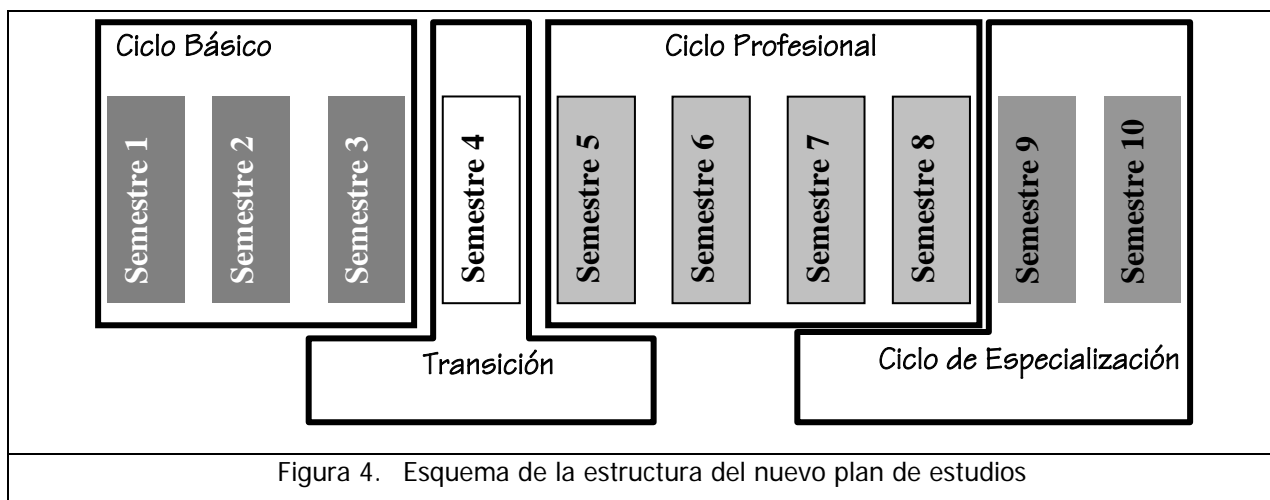


Figura 4. Esquema de la estructura del nuevo plan de estudios

El Ciclo Básico incluye asignaturas propias de las ciencias básicas y de formación general que son comunes a la mayoría de las ingenierías, tales como cálculo, física, química, mecánica racional, sistemas de representación, estadística, inglés y asignaturas humanísticas. El ciclo profesional por su lado incluye asignaturas propias de la formación fundamental del Ingeniero Mecánico, tales como, Mecánica de Materiales, Mecanismos, Elementos de Máquinas, Materiales, Manufactura, Producción, Termodinámica, Fluidos, Transferencia de Calor e Instrumentación y Control. El ciclo de especialización por su parte incluye las técnicas del ejercicio profesional del Ingeniero Mecánico que se estudian mediante asignaturas electivas y con la realización de un proyecto final en donde se intenta realizar un compendio de los conocimientos adquiridos y estructurar el hecho de aprender a aprender.

La estructura organizativa del nuevo Plan de Estudios por área se puede observar en la Tabla 9, la cual incluye el número de asignaturas, unidades crédito y porcentaje que representa respecto del pensum de cada una de las áreas.

Tabla 9. Estructura del Pensum actual de Ingeniería Mecánica

Ciclo Básico: 19 (82UC, 40.6%)	Ciclo Profesional: 23 (83 UC, 41.1%)
Asignaturas obligatorias: 14 (64UC, 31.7%), en las áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemáticas: 4 (23UC, 11.4%)</li> <li>• Física: 3 (12 UC, 5.9%)</li> <li>• Química: 1 (5 UC, 2.5%)</li> <li>• Mecánica Racional: 2 (8 UC, 4.0%)</li> <li>• Sistemas de Representación: 2 (8 UC, 4.0%)</li> <li>• Estadística: 1 (4 UC, 2.0%)</li> <li>• Programación: 1 (4 UC, 2.0%)</li> </ul> Asignaturas electivas: 2 (6 UC, 3.0%), en el área: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inglés: 1 (3UC, 1.5%)</li> <li>• Humanidades 1 (3UC, 1.5%)</li> </ul> Asignaturas de Integración: 3 (12 UC, 5.9%), en el área: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño 2 (8 UC, 4.0%),</li> <li>• Electricidad: 1 (4 UC, 2.0%)</li> </ul>	Asignaturas obligatorias de Tecnología y diseño: 12 (43UC, 21.3%), en las áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño: 4 (15 UC, 7.4%)</li> <li>• Manufactura: 3 (11 UC, 5.4%)</li> <li>• Producción: 3 (9 UC, 4.5%)</li> <li>• Materiales: 2 (8 UC, 4.0%)</li> </ul> Asignaturas obligatorias de Ciencias Térmica: 9 (35UC, 17.3%) en las áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodinámica: 3 (12 UC, 5.9%)</li> <li>• Fluidos: 3 (11 UC, 5.4%)</li> <li>• Transferencia de Calor: 1 (4 UC, 2.0%)</li> <li>• Instrumentación y control: 2 (8 UC, 4.0%)</li> </ul> Asignaturas obligatorias comunes y de otras áreas: 2 (5 UC, 2.5%) en las áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos Numéricos: 1 (3UC, 1.5%)</li> <li>• Metodología de Proyectos: 1 (2 UC, 1.0%)</li> </ul>
<b>Ciclo de especialización (37 UC, 18.3%)</b>	
Asignaturas Electivas: 5 a 7 (21 UC, 10.4%).	
Proyecto de grado o Pasantía especial: 1 (16 UC, 7.9%)	

## Nuevo Plan de Estudios

### **Ciclo Básico**

Proporciona formación fundamental en las ciencias básicas y formación integral, comprende: catorce materias obligatorias que proporcionan formación básica en el área de cálculo, matemáticas, física, química, mecánica racional, sistemas de representación y estadística; dos materias humanísticas: Inglés y una electiva; tres materias de integración: Elementos de Ingeniería Eléctrica, Resistencia de Materiales y Dibujo Mecánico.

Todo ello para un total de 82 Unidades Crédito que corresponden a un 40.6 % del total de Unidades Crédito del Pensum.

### **Ciclo Profesional**

Proporciona formación profesional general, en las ocho áreas principales de la Ingeniería Mecánica las cuales se agrupan en dos departamentos:

- Tecnología y diseño. Comprende 12 asignaturas de las áreas: Diseño, Materiales, Manufactura, Gerencia y Producción. En estas áreas la enseñanza esta dirigida al estudio y diseño de las máquinas y de los

elementos de máquinas, el estudio de los materiales en cuanto a su resistencia y procesos metalúrgicos, los procesos de fabricación de piezas y máquinas, el estudio de los procesos productivos y la gerencia.

- Ciencias Térmicas. Comprende 10 asignaturas de las áreas: Termodinámica, Fluidos, Transferencia de Calor e Instrumentación y Control. La orientación principal de estas áreas es hacia los procesos de transformación de la energía, particularmente los motores de combustión interna y las plantas de vapor; la mecánica de fluidos y las turbomáquinas; la transferencia de calor; los sistemas de control y la instrumentación de procesos industriales.

Adicionalmente se cursan en el Ciclo Profesional dos materias de áreas comunes a los dos departamentos, como lo son, Métodos numéricos y Metodología de proyectos.

### **Ciclo de Especialización**

En este ciclo se concentra la parte más importante de las propuestas del nuevo Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica de la ULA, ya que se ha establecido una nueva organización que garantiza la posibilidad de una formación integral del individuo, de libre elección y una culminación de la carrera que permite la estructuración final del aprender a aprender y la realización de un compendio de gran parte de los conocimientos adquiridos en la carrera. Esta nueva propuesta puede resumirse en: cursar un total de 21 U.C. en asignaturas electivas y la realización de un proyecto final, ya sea en la Escuela o en una industria, mediante la modalidad de Pasantías Especiales. Sin embargo, en este ciclo se agregan una serie de particularidades, que permiten múltiples opciones, tendientes a fortalecer la formación integral del Ingeniero Mecánico y que se especifican a continuación.

El ciclo de especialización de la carrera de Ingeniería Mecánica de la ULA consta de dos partes:

- 21 unidades crédito en unidades electivas.
- 16 unidades crédito con la realización de un proyecto de grado o pasantía.

En referencia al número de unidades crédito en asignaturas electivas, este valor corresponde al mínimo necesario para la obtención del título de Ingeniero Mecánico, y con el objeto de fomentar la formación integral del Ingeniero se ha previsto que éste pueda cursarse según dos modalidades. La suma de las unidades crédito obtenidas por la modalidad 1 más las obtenidas por la modalidad 2 deberá igual o superior a 21.

#### **Modalidad 1**

El estudiante cursa las asignaturas electivas de especialización, ofertadas dentro del pensum de la carrera de Ingeniería Mecánica, en el noveno semestre de la carrera, seleccionadas en función del área de especialización que el desee. El estudiante debe cursar al menos  $\frac{2}{3}$  del mínimo de unidades crédito requeridas por esta modalidad es decir 14 unidades crédito, y no existe valor máximo a cursar. Esto con el objeto de garantizar un mínimo de formación especializada en Ingeniería Mecánica.

#### **Modalidad 2**

Con el objeto de fomentar la formación integral del Ingeniero se ha previsto la posibilidad de validar como créditos de asignaturas electivas otras actividades que realice el estudiante durante su carrera. La validación de estas actividades estará sujeta al estudio de una Comisión de Evaluación de la Formación Integral, se tomaran en cuenta por esta modalidad como máximo de  $\frac{1}{3}$  de las asignaturas electivas de especialización, es decir 7 unidades crédito y como mínimo 1 unidad crédito.

La comisión de Evaluación de la Formación Integral evaluará las actividades que haya realizado el estudiante durante su carrera dentro de los siguientes tipos de actividades:

**1. Seminarios.** Se establecerá en la Escuela un programa de seminarios y conferencias, en donde personalidades de importancia puedan compartir sus experiencias y conocimientos con los estudiantes. La asistencia a estas actividades será abierta al público, y al estudiante se le otorgará 1 unidad crédito por cada 18 seminarios a los que justifique asistencia durante la carrera. Por esta modalidad se podrá otorgar hasta un máximo de 2 unidades

crédito. La comisión de Evaluación de la Formación Integral propondrá un reglamento que rija las condiciones y procedimientos requeridos para la justificación de la asistencia a estos seminarios.

**2. Conocimiento en idiomas.** Con el objeto de fomentar el conocimiento de idiomas extranjeros, se justificará como unidades crédito en electivas el conocimiento de cualquier idioma extranjero. Para ello el estudiante deberá presentar los exámenes de suficiencia realizados por la Escuela de Idiomas de la ULA. Por cada examen de suficiencia de tipo lengua instrumental (comprensión de textos escritos) aprobado, el estudiante recibirá 1 unidad crédito, por cada examen de suficiencia de tipo lengua general (conocimiento de idioma a nivel oral y escrito) aprobado, el estudiante recibirá 2 unidades crédito. En vista de que el idioma inglés se imparte de forma obligatoria en el ciclo básico, solo se tomará en cuenta para este idioma el examen de suficiencia en lengua general. Por esta modalidad se podrá otorgar hasta un máximo de 4 unidades crédito.

**3. Actividades culturales y deportivas.** Con el fin de fomentar la realización de actividades culturales y deportivas se validarán, como unidades crédito en electivas, las actividades culturales y deportivas que haya realizado el estudiante durante su carrera. Para ello se tomarán en cuenta dos cosas:

a. Los premios de reconocido prestigio que haya recibido el estudiante durante la realización de los estudios, por ejemplo premios de artes gráficas, de poesía, de música, medallas en competencias deportivas, etc. Los cuales se valorarán con una unidad crédito por cada premio recibido.

b. Las actividades que haya realizado el estudiante de forma continua durante al menos 75% del tiempo de duración de la carrera, como por ejemplo pertenecer a una coral, a un grupo de teatro, a una orquesta, a un equipo deportivo de alguna disciplina en la universidad, etc. en las que demuestre una trayectoria destacada. Por cada actividad de este tipo se otorgarán 2 unidades crédito.

Para la evaluación de estas actividades, la Comisión de Evaluación de la Formación Integral elaborará un reglamento que permita evaluar el nivel de exigencia requerido para tomar en cuenta cada una de estas actividades, el cual deberá ser aprobado por el Consejo de Escuela. En función de este reglamento la Comisión de Evaluación de la Formación Integral evaluará cada una de las solicitudes realizadas por los estudiantes. Por esta modalidad se podrá otorgar hasta un máximo de 4 unidades crédito.

**4. Asignaturas electivas de otras carreras.** Con el objeto de fortalecer la formación integral del estudiante, permitir el intercambio de conocimientos y favorecer las relaciones con los estudiantes de otras escuelas y facultades, se autorizará al estudiante cursar asignaturas electivas en otras escuelas o facultades. Para esto, el estudiante deberá solicitar la autorización a la Comisión de Evaluación de la Formación Integral, la cual evaluará la solicitud y en caso de ser necesario realizará las gestiones correspondientes para llevar a cabo esta actividad. Se otorgará por esta modalidad, el mismo número de unidades crédito que posee cada asignatura aprobada en su carrera de origen. Por esta modalidad se podrá otorgar hasta un máximo de 4 unidades crédito.

Los créditos obtenidos según la modalidad 2 tendrán calificación solamente en las actividades de tipo 4. Las actividades de tipo 1, 2 y 3 no tendrán calificación, por lo cual estos créditos no serán tomados en cuenta para el promedio de la carrera, y su calificación será: Aprobado, materia especial.

La Tabla 10 resume los aspectos principales del nuevo Plan de Estudios incluyendo asignaturas por semestre con sus códigos, TPLU, prelación, número de unidades crédito y densidad horaria por semestre; la Tabla 4 resume las asignaturas electivas del plan de estudios actual para el ciclo básico y el ciclo profesional, la Figura 2 presenta un flujograma del plan de estudios actual y en el anexo 1 se incluyen los programas de las asignaturas del Plan de Estudios actual.

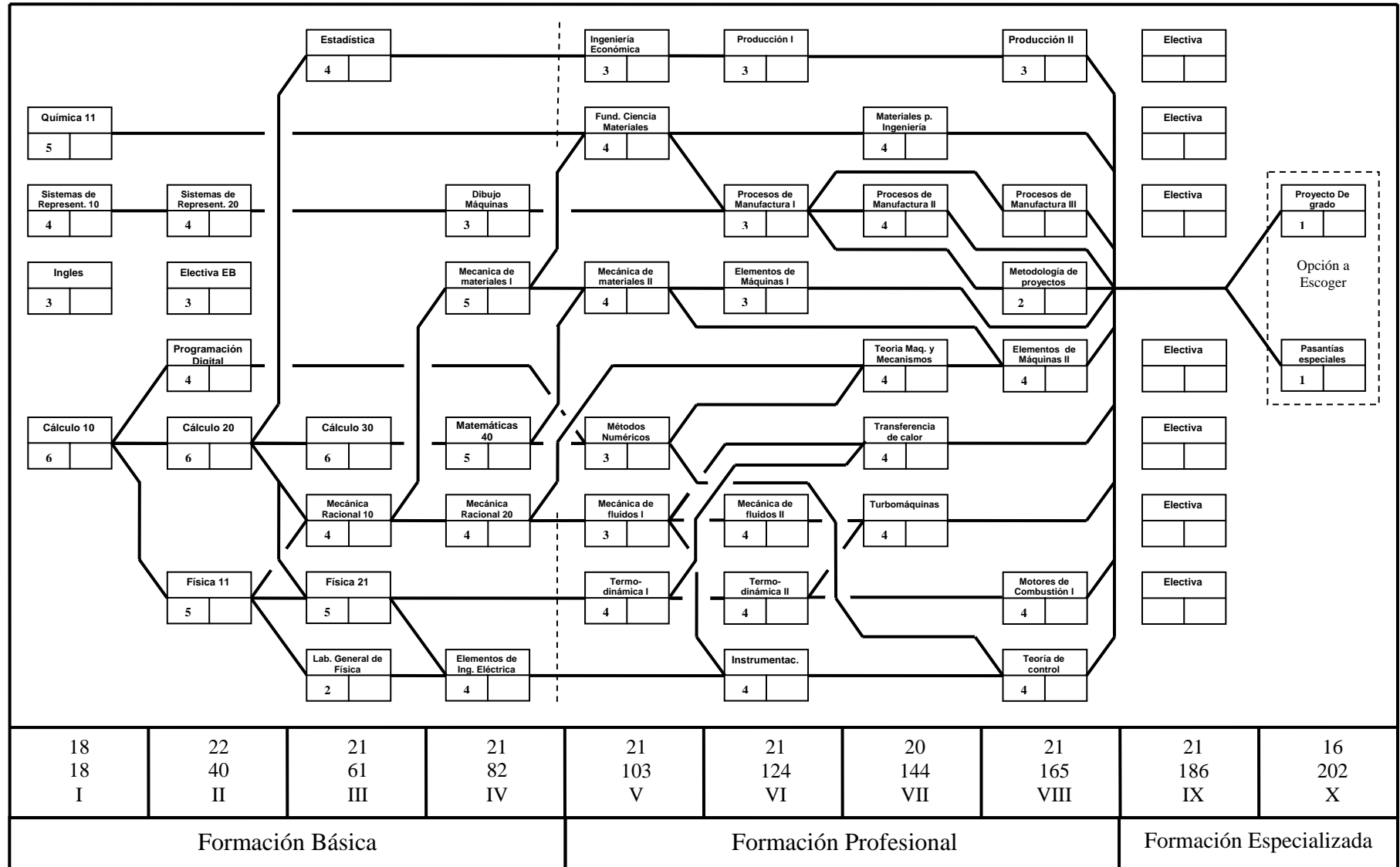


Figura 5. FLUJOGRAMA DEL PENSUM PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Tabla 10. Nuevo plan de estudios de Ingeniería Mecánica

Sem.	Código	Asignatura	Área	TPLU	Prelación	UC / DH semestre	UC acumulado
<b>Ciclo Básico</b>							
<b>1</b>	IMCA10	Calculo 10	Cálculo	6006	--	18 / 22	18
	IMQI11	Química 11	Química	4205	--		
	IMSR10	Sistemas de Representación 10	Sistemas de rep.	2404	--		
	IMIG10	Inglés I	Humanidades	3003	--		
<b>2</b>	IMCA20	Calculo 20	Cálculo	6006	IMCA10	22/27	40
	IMFI11	Física 11	Física	4205	IMCA10		
	IMSR20	Sistemas de Representación 20	Sistemas de rep.	2404	IMSR10		
	IMPD10	Programación digital 10	Programación	3204	IMCA10		
		Electiva	Humanidades	3003	--		
<b>3</b>	IMCA30	Calculo 30	Cálculo	6006	IMCA20	21 / 27	61
	IMFI21	Física 21	Física	4205	IMFI11-IMCA20		
	IMLF10	Laboratorio General de Física	Física	0042	IMFI11		
	IMMR10	Mecánica Racional 10	Mecánica rac.	3204	IMFI11-IMCA20		
	IMET10	Estadística	Estadística	3204	IMCA20		
<b>4</b>	IMMT40	Matemáticas 40	Matemáticas	4205	IMCA30	21 / 26	82
	IMMR20	Mecánica Racional 20	Mecánica rac.Ç	3204	IMMR10		
	IMEE01	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Eléctrica	3114	IMFI21-IMLF10		
	IMT401	Mecánica de Materiales I	Diseño	4205	IMMR10		
	IMT402	Dibujo de Máquinas	Diseño	2203	IMSR20		
<b>Ciclo Profesional</b>							
<b>5</b>	IMT501	Mecánica de Materiales II	Diseño	3114	IMT401-IMMT40	21 / 26	103
	IMT502	Fundament. Ciencia de Materiales	Materiales	3114	IMQI11-IMT401		
	IMT503	Ingeniería Económica	Gerencia	3003	IMET10		
	IMC501	Termodinámica I	Termodinámica	3204	IMFI21		
	IMC502	Mecánica de Fluidos I	Fluidos	2203	IMMR20		
	IMC503	Métodos Numéricos	Matemáticas	2203	IMMT40		
<b>6</b>	IMT601	Elementos de Máquinas I	Diseño	2203	IMT501	21 / 26	124
	IMT602	Procesos de Manufactura I	Manufactura	2023	IMT402-IMT502		
	IMT603	Producción I	Gerencia	3003	IMT503		
	IMC601	Termodinámica II	Termodinámica	3204	IMC501		
	IMC602	Mecánica de Fluidos II	Fluidos	3114	IMC502		
	IMC603	Instrumentación	Intrum. y Cont.	3204	IMEE01-IMC502		
<b>7</b>	IMT701	Teoría Maquinas y Mecanismos	Diseño	3204	IMMR20-IMC503	20 / 26	144
	IMT702	Materiales de Ingeniería	Materiales	3114	IMT502		
	IMT703	Procesos de Manufactura II	Manufactura	3024	IMT602		
	IMC701	Transferencia de Calor	Transf. Calor	3114	IMC501-IMC502		
	IMC702	Turbomáquinas	Fluidos	3114	IMC601-IMC602		
<b>8</b>	IMT801	Elementos de Máquinas II	Diseño	3204	IMT501-IMT701	21 / 25	165
	IMT802	Procesos de Manufactura III	Manufactura	3204	IMT602		
	IMT803	Producción II	Gerencia	3003	IMT603		
	IMM801	Metodología de Proyectos	Común	2002	IMT602		
	IMC801	Motores de Combustión Interna	Termodinámica	3114	IMC601		
	IMC802	Teoría de Control	Intrum. y Cont.	3204	IMC503-IMC603		
<b>Ciclo de Especialización</b>							
<b>9</b>		Electivas			Según asignatura	21 / var	186
<b>10</b>	IM1001 ó	Proyecto de Grado	Común	00016	Todas las asignaturas obligatorias.	16 / 0	202
	IM1002	Pasantía Especial	Común	00016			

Sem: Semestre. TPLU: Horas de Teoría, Práctica, Laboratorio y Unidades crédito. UC: Unidades crédito. DH: Densidad horaria.

Tabla 11. Asignaturas Electivas del nuevo plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Mecánica

Semestre	Código	Asignatura	Area	TPLU	Prelación
<b>Electivas Ciclo Básico</b>					
<b>1 ó 2</b>	IMHC10	Historia de la Cultura	Humanidades	3003	--
	IMAT10	Antropología 10	Humanidades	3003	--
	IMS010	Sociología 10	Humanidades	3003	--
	IMLC10	Lengua y Comunicación I	Humanidades	3003	--
	IMIG20	Ingles lectura II	Humanidades	3003	IMIG10
	IMPP10	Procesos Básicos del Pensamiento	Humanidades	3003	--
	IMMLA10	Lectura Analítico Crítica	Humanidades	3003	--
	IMMI10	Métodos y Técnicas de Investigación	Humanidades	2203	--
IMTA10	Técnicas de Aprendizaje	Humanidades	2203	--	
<b>Electivas Ciclo Profesional.</b>					
<b>9</b>	<b>Departamento de Tecnología y Diseño.</b>				
	IMT901	Análisis Experimental de Esfuerzos	Diseño	2203	IMT501
	IMT902	Máquinas de Elevación y Transporte	Diseño	4004	IMT701
	IMT903	Diseño por Computadora	Diseño	4004	IMT501-IMT701
	IMT904	Simulación de Sistemas Mecánicos	Diseño	4004	IMT701
	IMT905	Mecánica de Robots	Diseño	4004	IMT701
	IMT906	Síntesis de Mecanismos	Diseño	3003	IMMR20-IMC503
	IMT907	Vibraciones	Diseño	4004	IMMR20
	IMT908	Principios de Mecánica de la Fractura	Diseño	3003	IMT501-IMT702
	IMT909	Teoría de la Lubricación	Diseño	4004	IMT601-IMT801
	IMT910	Ingeniería del Automóvil	Diseño	4004	IMT701
	IMT911	Aplicación de la Teoría de la Plasticidad	Manufactura	4004	IMT802
	IMT912	Tiempos y Costos del Conformado de Materiales	Manufactura	4004	IMT703
	IMT913	Soldadura, Tipos, Aplicaciones y Cálculos	Manufactura	4004	IMT602
	IMT914	Control Numérico Computarizado CNC	Manufactura	3114	IMPD10-IMT703
	IMT915	Ergonomía I	Manufactura	4004	IMT602
	IMT916	Gestión de Calidad ISO 9000-2000 e ISO 14000	Manufactura	4004	IMT602
	IMT917	Metrología Dimensional	Manufactura	2113	IMT602
	IMT918	Control Numérico Computarizado CNC para Fresado y Centros de Mecanizado	Manufactura	3114	IMPD10-IMT703
	IMT919	Materiales Compuestos	Materiales	3024	IMT702
	IMT920	Introducción a la Pulvimetalurgia	Materiales	3114	IMT702
	IMT921	El Aluminio y sus Aleaciones	Materiales	2113	IMT702
	IMT922	Fundición Básica	Materiales	2103	IMT702
	IMT923	Fundamentos del Análisis y Prevención de Fallas	Materiales	3003	IMT702-IMT802
	IMT924	Propiedades y Ensayos Mecánicos	Materiales	3204	IMT702
	IMT925	Tratamientos Térmicos	Materiales	3003	IMT702
	IMT926	Metodología de la Investigación	Gerencia	4004	IMT503
	IMT927	Mantenimiento Industrial	Gerencia	4004	IMT601-IMT803
	IMT928	Vibraciones Mecánicas	Gerencia	3114	IMT801
	IMT929	Creación de empresas	Gerencia	3003	IMT803
	IMT930	Mercadeo para Ingenieros	Gerencia	3003	IMT603
	IMT931	Introducción a la Calidad Total	Gerencia	3003	IMT803
	IMT932	Estadísticas para la Calidad Total	Gerencia	3003	IMT503
	IMT933	Introducción a la Legislación	Gerencia	3003	IMT503
	IMT934	Producción III	Gerencia	3003	IMT803
IMT935	Relaciones Industriales	Gerencia	3003	IMT803	



IMT936	Modelos Cuantitativos para la Producción y las Operaciones	Gerencia	3003	IMT803
IMT937	Fundamentos de Ingeniería Clínica	Gerencia	3003	IMT803
IMT938	Microestructura y Desgaste de Materiales	Materiales	4004	IMT702
<b>Departamento de Ciencias Térmicas</b>				
IMC901	Plantas de vapor	Termodinámica	4004	IMC701-IMC702
IMC902	Motores Diesel	Termodinámica	4004	IMC801
IMC903	Fundamentos de Combustión	Termodinámica	3204	IMC701-IMC801
IMC904	Tecnología Energética	Termodinámica	4004	
IMC905	Bombas	Fluidos		IMC702
IMC906	Ventilación	Fluidos		IMC702
IMC907	Compresores	Fluidos	4004	IMC702
IMC908	Turbinas hidráulicas	Fluidos		IMC702
IMC909	Turbinas de Gas	Fluidos	4004	IMC702
IMC910	Introducción a la Producción de Crudo y Gas	Fluidos	4004	IMC602
IMC911	Instalaciones Térmicas	Transferencia de Calor	3103	IMC601-IMC602-IMC701
IMC912	Sistemas Térmicos	Transferencia de Calor	3103	IMC701-IMC503
IMC913	Aire Acondicionado	Transferencia de Calor	3114	IMC601-IMC701
IMC914	Refrigeración	Transferencia de Calor	3114	IMC601-IMC701
IMC915	Oleohidráulica	Instrument. y Control	4004	IMC602-IMEE01
IMC916	Neumática	Instrument. y Control	3003	IMC602-IMC802
IMC917	Instrumentación avanzada	Instrument. y Control	4004	IMC603-IMC802
IMC918	Control avanzado	Instrument. y Control	3204	IMC802
<b>Otros</b>				
IMM901	Tópicos Especiales	Variable	3003	Variable
IMM902	Pasantía Industrial	Variable	0004	Variable
IMM903	Pasantía Académica	Variable	0004	Variable
IMM904	Seminario	Variable	Variable	Variable

## Programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, se mantienen prácticamente igual a lo especificado en el currículo actual, sólo se propone aquí el aumento de los grupos y proyectos de investigación. El objetivo propuesto es que a corto plazo todos los profesores de la Escuela integren un grupo de investigación, para la lo cual deben crearse grupos de investigación que abarquen todas las áreas que componen la formación del Ingeniero Mecánico. Ya sea grupos multidisciplinarios o grupos que abarquen un área de forma específica.

## Programas de Extensión

Las actividades de extensión de la Escuela de Ingeniería Mecánica se seguirán realizando mediante las modalidades presentadas en la sección correspondiente del Plan de Estudios actual. Entre los cambios o mejoras propuestas se incluye: fortalecer la organización de eventos, principalmente con la institucionalización del Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, la ampliación de la oferta de cursos de extensión a través de propuestas, fruto principalmente de las nuevas asignaturas electivas y el fortalecimiento de las relaciones con la industria, usando como herramienta principal de contacto a las Pasantías, las cuales pueden dar pie en corto plazo a proyectos de asesoría, investigación aplicada y desarrollo de tecnología, y con esto la creación de recursos propios indispensables para la mejora de la Escuela.

### Estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica

La estructura organizativa sufre pocos cambios, es de notar principalmente la aparición de la Comisión de Evaluación de la Formación Integral, nuevos grupos de Investigación y la creación del Postgrado de Ingeniería Mecánica. Éste último si bien no forma parte de la estructura organizativa de la Escuela, idealmente debería trabajar estrechamente ligado al funcionamiento de ésta, estableciéndose una colaboración que permita el aprovechamiento de los recursos comunes disponibles. Idealmente sería conveniente el aumento de la planta profesoral y la mejora del equipamiento, sin embargo estos dos puntos dependerán de los recursos financieros disponibles, sobre los cuales la Escuela no tiene incidencia directa.

## PLAN DE IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN

La puesta en marcha de la reforma curricular requiere de un análisis particular, puesto que la intención de la reforma es que los cambios se implementen lo más pronto posible, ya que se trata de mejorar el Plan de Estudios existente (que denominaremos "plan viejo" a partir de este momento), pero sin perjudicar a los estudiantes que en la actualidad se encuentran estudiando la carrera, basados en este plan de estudios.

Para ello es necesario identificar los problemas que se podrían presentar. Comparando los dos planes de estudio, se observa que nueve asignaturas ganan en total diez unidades crédito pero siete asignaturas pierden en total nueve unidades crédito. También nacen nuevas asignaturas obligatorias como Inglés, Métodos Numéricos y Metodología de Proyectos, así como la división de asignaturas del plan viejo como Mecánica de Fluidos en Mecánica de Fluidos I y Mecánica de Fluidos II, y Elementos de Máquinas II en Elementos de Máquinas I y Elementos de Máquinas II, que se compensan con la desaparición o el pase a electivas de asignaturas como Seminario, Centrales Termoelectricas, Refrigeración y Aire Acondicionado. El problema principal se presenta en Proyecto de Ingeniería Mecánica, denominado Proyecto de Grado en el nuevo Plan de Estudios, al cual se le da el valor que realmente representa, pasando de 3 unidades crédito, a 16 unidades crédito. Esto podría conducir a alargar la carrera a quienes no hayan aprobado el proyecto en el momento del cambio de Plan de Estudios. Otro de los aspectos a tomar en cuenta es que el régimen de transición debe ser de fácil implementación, en el que los procedimientos sean simples, tanto para el estudiante como para la Escuela, y que no exija recursos adicionales, lo cual se logra evitando la simultaneidad de los dos planes de estudio.

### Régimen de transición

En base a estos criterios, se ha establecido un régimen de transición que permite pasar gradualmente, pero lo más rápido posible, del plan viejo hacia la nueva propuesta de Plan de Estudios. En este sentido, el régimen de transición busca establecer los siguientes aspectos:

- Dictado solamente de las asignaturas del nuevo Plan de Estudios a partir del momento de su implementación, a excepción de Proyecto en Ingeniería Mecánica, con el objeto de no duplicar el número de materias y secciones, y permitir una actualización inmediata de la enseñanza, objetivo primordial de este cambio de Plan de Estudios.
- Coexistencia del Plan de Estudios viejo y el Plan de Estudios nuevo para los alumnos, hasta la obtención del grado del último alumno que se mantenga en el plan viejo.
- Libre escogencia del Plan de Estudios de los alumnos inscritos que se encuentren cercanos a la obtención del grado, al momento de implantación del nuevo plan, y obligatoriedad del nuevo plan para los demás.
  - Para efecto de este régimen de transición, la asignatura Proyecto en Ingeniería Mecánica es el parámetro utilizado para definir la situación del estudiante. En este sentido, se considerará alumno que se encuentra cercano a la obtención del grado, únicamente a todo aquel alumno que haya aprobado las asignaturas Programación Digital 10 y Elementos de Máquinas II (prelaciones de Proyecto en Ingeniería Mecánica) para el momento de la implementación del nuevo plan de estudios.
  - Todos los demás estudiantes deben acogerse al nuevo plan de estudios.
  - Todos los alumnos que se mantengan en el Plan de Estudios viejo deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en dicho plan para la obtención del grado, mientras que los estudiantes que se acojan al nuevo Plan de Estudios deben cumplir con todos los requisitos establecidos en este último para la obtención del grado. Con esto se busca flexibilizar al máximo las opciones de los estudiantes con el objeto de beneficiarlos.

- La selección del Plan de Estudios, para los que tengan opción a ello, se debe hacer antes de la inscripción en el primer semestre de implementación del nuevo Plan de Estudios. La decisión tomada se mantiene durante el resto de la carrera.
- Para ello se debe informar a los estudiantes todas las modificaciones propuestas al menos 4 semanas antes del último semestre de vigencia del Plan de Estudios viejo, con el fin de que puedan tomar decisiones necesarias sin contratiempos.
- Definición de las equivalencias entre las materias del plan viejo y las materias del nuevo plan de estudios, en ambos sentidos. Esto implica que a los estudiantes que se acojan al nuevo plan de estudios, les serán otorgadas equivalencias para las asignaturas ya aprobadas al momento del cambio de plan, y los estudiantes que se mantengan en el plan viejo les serán otorgadas equivalencias para las asignaturas a cursar en el nuevo plan de estudios, con el objeto de completar los requisitos de grado establecidos en el plan de estudios viejo. Estas equivalencias se mantienen independientemente del tiempo que el estudiante permanezca en la carrera. Para realizar esto:
  - Cada estudiante que se le asigne o escoja el nuevo plan de estudios debe presentar su propuesta de equivalencias, antes del inicio del primer semestre de implementación del nuevo plan de estudios, en los casos de equivalencias en el que se permite seleccionar la asignatura (por ejemplo: electivas por materias nuevas).
  - Cada estudiante que se mantenga en el plan de estudios viejo debe presentar su propuesta de finalización de carrera, en la que establece cuales asignaturas va a cursar del nuevo plan de estudios para suplir las asignaturas restantes para el grado usando el plan viejo.

Para realizar esto la escuela debe instruir a los profesores con el fin de que puedan asesorar a los estudiantes en esta tarea.

Con el objeto de que la información sea lo mas explicita posible, se establecen a continuación tres tablas de equivalencias, la Tabla 12 y la Tabla 13 a ser utilizadas por los estudiantes que se acojan al nuevo plan de estudios y la Tabla 14 a ser utilizada por los estudiantes que decidan mantenerse en el plan de estudios viejo, es de notar que esta última solo se refiere a asignaturas de los últimos semestres, las necesarias para los estudiantes que califican para mantenerse en el plan viejo.

Tabla 12. Equivalencias para los alumnos que se acogen al nuevo plan de estudios

Sem.	Asignatura otorgada por equivalencia para el nuevo plan de estudios	Asignatura del plan de estudios viejo
<b>Ciclo Básico</b>		
<b>1</b>	Calculo 10	Calculo 10
	Química 11	Química 11
	Sistemas de Representación 10	Sistemas de Representación 10
	Inglés Para Ingeniería Mecánica	Electiva Escuela Básica
<b>2</b>	Calculo 20	Calculo 20
	Física 11	Física 11
	Sistemas de Representación 20	Sistemas de Representación 20
	Programación digital 10	Programación digital 10
	Electiva Escuela Básica	Electiva Escuela Básica
<b>3</b>	Calculo 30	Calculo 30
	Física 21	Física 21
	Laboratorio General de Física	Laboratorio de Física 11
	Mecánica Racional 10	Mecánica Racional 10
	Estadística	Estadística,
<b>4</b>	Matemáticas 40	Matemáticas 40,
	Mecánica Racional 20	Mecánica Racional 20
	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Elementos Ingeniería Eléctrica
	Mecánica de Materiales I	Resistencia de Materiales
	Dibujo de Máquinas	Dibujo Mecánico
<b>Ciclo Profesional</b>		
<b>5</b>	Mecánica de Materiales II	Mecánica de Materiales
	Introducción a la Ciencia de los Materiales	Metalurgia I
	Ingeniería Económica	Ingeniería Económica
	Termodinámica I	Termodinámica I
	Mecánica de Fluidos I	Mecánica de Fluidos
	Métodos Numéricos	Electiva ciclo profesional de 3 o más U.C., Refrigeración y A.A., Centrales Termoeléctricas.
<b>6</b>	Elementos de Máquinas I	Elementos de Máquinas II
	Procesos de Manufactura I	Tecnología Mecánica I
	Producción I	Producción I
	Termodinámica II	Termodinámica II
	Mecánica de Fluidos II	Mecánica de Fluidos
	Instrumentación	Instrumentación
<b>7</b>	Teoría de Maquinas y Mecanismos	Elementos de Máquinas I
	Materiales para Ingeniería	Metalurgia II
	Procesos de Manufactura II	Tecnología Mecánica II
	Transferencia de Calor	Transferencia de Calor
	Turbomáquinas	Turbomáquinas
<b>8</b>	Elementos de Máquinas II	Elementos de Máquinas II
	Procesos de Manufactura III	Tecnología Mecánica III
	Producción II	Producción II
	Metodología de Proyectos	No tiene, Se permite paralelo con proyecto los dos primeros semestres de implementación del nuevo plan de estudios.
	Motores de Combustión Interna	Conversión de Energía
	Teoría de Control	Teoría de Control

Tabla 13. Equivalencias para los alumnos que se acogen al nuevo plan de estudios (continuación)

Sem.	Asignatura otorgada por equivalencia para el nuevo plan de estudios	Asignatura del plan de estudios viejo
<b>Ciclo de Especialización</b>		
<b>9</b>	Electivas (deben totalizar al menos 21 U.C.)	Electivas ciclo profesional, Refrigeración y AA, Centrales termoeléctricas, Seminario, Laboratorio de Física 21.
<b>10</b>	Proyecto de Grado (16 UC) ó Pasantía Especial (16 UC)	Pasantía Especial

Tabla 14. Equivalencias para los alumnos que se mantienen en el plan de estudios viejo

Sem.	Asignatura otorgada por equivalencia para el plan de estudios viejo	Asignatura del nuevo plan de estudios
<b>Ciclo Profesional</b>		
<b>5</b>	Mecánica de Fluidos	Mecánica de Fluidos I más Mecánica de Fluidos II
	Termodinámica I	Termodinámica I
	Metalurgia I	Int. a la Ciencia de los Materiales
	Programación digital IO	Programación digital IO
<b>6</b>	Termodinámica II	Termodinámica II
	Tecnología Mecánica I	Procesos de Manufactura I
	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Elementos Ingeniería Eléctrica
	Metalurgia II	Materiales para Ingeniería
<b>7</b>	Tecnología Mecánica II	Procesos de Manufactura II
	Transferencia de Calor	Transferencia de Calor
	Conversión de Energía	Motores de Combustión Interna
	Producción I	Producción I
<b>8</b>	Tecnología Mecánica III	Procesos de Manufactura III
	Proyecto en Ingeniería Mecánica	El estudiante cursará proyecto en la modalidad del plan viejo
	Turbomáquinas	Turbomáquinas
	Teoría de Control	Teoría de Control
	Ingeniería Económica	Ingeniería Económica
<b>9</b>	Refrigeración y AA,	Electiva de 3 o más U.C.
	Producción II	Producción II
	Seminario	Electiva de 2 o más U.C.
	Electivas	Electivas, Métodos Numéricos, Metodología de Proyectos, Pasantía especial.
<b>10</b>	Centrales termoeléctricas	Electiva de 3 o más U.C.
	Instrumentación	Instrumentación
	Electivas	Electivas, Métodos Numéricos, Metodología de Proyectos, Pasantía especial.

## Recursos técnicos requeridos para la implantación

A lo largo de la puesta en marcha del plan de estudios que se propone, surgen necesidades para atender las asignaturas nuevas del plan de estudios. En particular, se destacan necesidades de dos profesores en el área de matemáticas y métodos numéricos, con el objeto de que dicten las asignaturas Matemáticas 40 y Métodos Numéricos. Es de notar que en la actualidad la asignatura Matemáticas 40 es dictada por profesores de la Escuela Básica, pero la Escuela ha identificado problemas de enfoque de esta asignatura por lo cual considera conveniente que sea dictada por personal de la Escuela y no de la Escuela Básica, lo que genera la necesidad de dos profesores en el área. Sin embargo este cambio puede hacerse por etapas, en la primera etapa, y de forma temporal, sería suficiente un solo profesor para cubrir la asignatura Métodos Numéricos.

### Evaluación de la reforma curricular

Se realizará un proceso de evaluación permanente de la reforma curricular con el objeto de mejorar y/o mantener actualizada la misma.

Con el fin de realizar los reajustes necesarios al currículo, serán funciones de la Comisión Curricular de la Escuela de Ingeniería Mecánica evaluar:

- El grado de conocimiento y aceptación de la reforma curricular.
- Las reglamentaciones conducentes a la puesta en marcha de la reforma curricular.
- Los efectos producidos por la implementación de la reforma curricular.
- La incidencia de la reforma curricular en las actividades de investigación y extensión.
- Los contenidos programáticos de las materias del Plan de Estudios propuesto.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El desempeño de los profesores en cuanto al cumplimiento, métodos de enseñanza, dominio de la materia y evaluaciones.
- El rendimiento de los estudiantes.
- El desempeño de los egresados y de las competencias desarrolladas durante su proceso de formación.

De manera complementaria, es necesario evaluar, anualmente, la relación entre los contenidos programáticos y el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de determinar los niveles de satisfacción del perfil profesional del egresado definido en el currículo, sometiendo a consideración de los organismos competentes, los ajustes necesarios, tal y como lo establece el artículo 58 numeral 2 literal c del Estatuto del Personal Docente y de Investigación.

Además, será función de la Comisión Curricular asesorar a la comunidad de la Escuela de Ingeniería Mecánica en todo lo relacionado con la reforma curricular.





# CONCLUSIÓN

*Se espera que la puesta en marcha de este nuevo pensum permita:*

- *Obtener una formación pertinente y de calidad.*
- *Generar profesionales acordes con la realidad de la profesión, del país y el mundo de hoy en día, que puedan desempeñarse como empleados o como generadores de empleo.*
- *Satisfacer con esto las necesidades de la región, del país y del mundo.*
- *Impulsar a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ULA, para llegar a ser una de las mejores del país y del mundo en el área de la Ingeniería Mecánica.*

*Sin embargo este nuevo Plan de Estudios no es suficiente por si solo, se requiere además:*

- *Del apoyo y aceptación de los profesores y estudiantes de la Escuela.*
- *De una actitud crítica y constructiva en la implementación de este nuevo pensum.*
- *De toda la voluntad y el trabajo posible por parte de estudiantes y profesores para el cumplimiento de los objetivos trazados en este nuevo pensum.*



## **ANEXO I**

# **PENSUM Y PROGRAMAS VIGENTES**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PENSUM DE ESTUDIOS**

**CICLO BÁSICO**

<b><u>CODIGO</u></b>	<b><u>MATERIA</u></b>	<b><u>T P L U</u></b>	<b><u>PRELACIÓN</u></b>
----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------

**PRIMER PERIODO**

IMCA10	Cálculo 10	5 2 0 6	
IMSR10	Sist. de Representación 10	2 4 0 4	
IMQI11	Química 11	4 2 0 5	
	Electiva	3 0 0 3	
18 Unidades			

**SEGUNDO PERÍODO**

IMCA20	Cálculo 20	5 2 0 6	IMCA10
IMFI11	Física 11	4 2 0 5	IMCA10
IMSR20	Sist. de Representación 20	2 4 0 4	IMSR10
	Electiva	3 0 0 3	
18 Unidades			

**TERCER PERÍODO**

IMCA30	Cálculo 30	5 2 0 6	IMCA20
IMFI21	Física 21	4 2 0 5	IMFI11-IMCA20
IMLF11	Laboratorio de Física 11	0 0 4 2	IMFI11
IMET10	Estadística 10	4 2 0 5	IMCA10
IMMR10	Mecánica Racional 10	4 1 0 4	IMCA20-IMFI11
22 Unidades			

**ELECTIVAS** : (Para tomar 6 Unidades)

HC-10	Historia de la Cultura	3 0 0 3	
AT-10	Antropología 10	3 0 0 3	
SO-10	Sociología 10	3 0 0 3	
TE-10	Técnicas de Estudio 10	3 0 0 3	

**PERÍODO DE TRANSICIÓN**

<b><u>CODIGO</u></b>	<b><u>MATERIA</u></b>	<b><u>DEPARTAMENTO</u></b>	<b><u>T P L U</u></b>	<b><u>PRELACIÓN</u></b>
----------------------	-----------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------

**CUARTO PERIODO**

IMMT40	Matemáticas 40	Ens. Generales (Ciclo Básico)	5 2 0 6	IMCA30
IMMR20	Mecánica Racional 20	Estructuras (Ciclo Básico)	3 2 0 4	IMMR10
IMT200	Resistencia de Materiales	Tec. y Diseño (C. Profesional)	5 2 0 6	IMMR10
IMT201	Dibujo Mecánico	Tec. y Diseño (Ciclo Profesional)	1 2 0 2	IMSR20
IMLF21	Lab. de Física 21	Física (Ciclo Básico)	0 0 4 2	IMLF11-IMFI21
20 Unidades				

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**CODIGO MATERIA                      DEPARTAMENTO                      T P L U                      PRELACIÓN**

**CICLO PROFESIONAL**

**QUINTO PERÍODO**

IMT202	Mecánica de Materiales	Tec. y Diseño	4 1 1 5	IMT200
IMC200	Mecánica de Fluidos	Ciencias Térmicas	3 2 0 4	IMMR20-IMMT40
IMC201	Termodinámica I	Ciencias Térmicas	3 2 0 4	IMFI21-IMMT40
IMT203	Metalurgia I	Tec. y Diseño	3 0 1 3	IMFI21-IMQI11
IMPD10	Programación Digital I	Computación (Ciclo Básico)	3 1 0 3	IMCA30
				19 Unidades

**SEXTO PERÍODO**

IMC202	Termodinámica II	Ciencias Térmicas	3 2 0 4	IMC201
IMT204	Elementos de Máquinas I	Tec. y Diseño	3 3 0 4	IMT200-IMT201
IMT205	Tecnología Mecánica I	Tec. y Diseño	2 0 3 3	IMT203
IMEE01	Elementos de Ing. Eléctrica	Circuitos-Potencia	4 0 2 5	IMLF21
IMT206	Metalurgia II	Tec. y Diseño	3 0 3 4	IMT203
				20 Unidades

**SEPTIMO PERÍODO**

IMT207	Elementos de Máquinas II	Tec. y Diseño	5 3 0 6	IMT202-IMT204
IMT208	Tecnología Mecánica II	Tec. y Diseño	3 0 2 4	IMT205-IMT206
IMC203	Transferencia de Calor	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC201-IMC200
IMC204	Conversión de Energía	Ciencias Térmicas	5 1 0 5	IMC202
IMT209	Producción I	Tec. y Diseño	3 0 0 3	100 Unidades
				21 Unidades

**OCTAVO PERÍODO**

IMT301	Tecnología Mecánica III	Tec. y Diseño	3 0 2 4	IMT208-IMT202
IMT302	Proyecto en Ing. Mecánica	Tec. y Diseño	1 4 0 3	IMT207-IMPD10
IMC205	Turbomáquinas	Ciencias Térmicas	4 2 0 5	IMC200-IMC202
IMC206	Teoría de Control	Ciencias Térmicas	2 0 2 3	IMMT40-IMEE01
IMT210	Ingeniería Económica	Tec. y Diseño	3 1 0 3	IMT209-135 Unid.
				18 Unidades

**NOVENO PERÍODO**

IMC301	Refrig. y Aire Acondicionado	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC203-IMC202
IMT303	Producción II	Tec. y Diseño	3 1 0 3	IMT210
IMT304	Seminario para Ing. Mecánica	Tec. y Diseño	2 0 0 2	140 Unidades
				8 Unidades

**DÉCIMO PERÍODO**

IMC302	Centrales Termoeléctricas	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC203-IMC204
IMC303	Instrumentación	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC200-IMC206
				6 Unidades

<u>CODIGO</u>	<u>MATERIA</u>	<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>T P L U</u>	<u>PRELACIÓN</u>
<b><u>ELECTIVAS</u></b>				
IMT305	Tecnología Mecánica IV	Tec. y Diseño	3 2 0 4	IMT301-IMT207
IMT306	Mantenimiento Industrial	Tec. y Diseño	3 1 0 3	IMT210-IMT207
IMT307	Máq.de Elevación y Transporte	Téc. y Diseño	4 1 0 4	IMT207-IMT301
IMT308	Vibraciones	Tec. y Diseño	3 1 0 3	IMT207
IMT309	Tratamientos Térmicos	Tec. y Diseño	3 0 2 4	IMT301
IMT310	Ingeniería del Automóvil	Tec. y Diseño	3 0 2 4	IMT207-IMC204
IMC304	Instalaciones Térmicas	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC200-IMC203
IMC305	Turbinas de Gas	Ciencias Térmicas	4 0 0 4	IMC205
IMC306	Sistemas Térmicos	Ciencias Térmicas	3 1 0 3	IMC203-IMPD10
IMC307	Trabajo Especial	-	-	160 Unidades
IMC308	Bombas y Ventiladores	Ciencias Térmicas	3 2 0 4	IMC205
IMT311	Análisis Exp. de Esfuerzos	Tec. y Diseño	3 3 0 4	IMT202
IMC309	Compresores	Ciencias Térmicas	4 0 0 4	IMC205
IMC310	Motores Diesel	Ciencias Térmicas	4 0 0 4	IMC204
IMC311	Aire Acondicionado Avanzado	Ciencias Térmicas	3 0 0 3	IMC301
IMC312	Flujo de dos Fases	Ciencias Térmicas	4 0 0 4	IMC203-140Unid.
IMDP10	Controles Industriales	Potencia	4 0 2 4	IMEE01
IMC001	Programación II	Ens. Generales	4 0 0 4	60 Unid.Ciclo P.
IME001	Redacción de Informes	Orientación	2 0 0 2	80 Unid.Ciclo P.
IMQ001	Desagregación Tecnológica	Operaciones	3 0 0 3	120 Unidades
IMS001	Control de Calidad	Inv.de Operaciones	4 2 0 5	IMET10-IMT210
IME002	Relaciones Industriales	-	3 - - 3	IMT209
IMS002	Programación Digital II	-	4 1 - 5	IMPD10
IMS003	Probabilidades	-	4 2 - 5	CET10-CCA30
IMS004	Análisis Numérico I	-	4 2 - 5	IMPD10-IMMT40
IMS005	Investigación Operativa	-	4 2 - 5	IMS003-IMMT40
IMS006	Computación Analógica	-	3 1 2 4	IMEE01-IMMT40
IMC002	Máquinas Hidráulicas	-	3 2 - 4	-
IMC313	Aerotécnica	Ciencias Térmicas	4 0 0 4	IMC205
IMT313	Diseño por Computadora	Tec. y Diseño	3 3 2 4	IMPD10-IMT209

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	RESISTENCIA DE MATERIALES
CODIGO:	IMT200
PERIODO:	CUARTO
PRELACIONES:	IMMR10
HORAS TEORICAS SEMANALES:	5
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	2
UNIDADES:	6

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA I

Elasticidad. Definición de esfuerzo y deformación. Diagrama esfuerzo-deformación. Ley de Hooke. Deformación por temperatura. Problemas hiperestáticos.

TEMA II

Estudio de esfuerzos en una dirección cualquiera, de miembros sometidos a un estado de esfuerzo uniaxial. Estudio de esfuerzos en una dirección cualquiera de miembros sometidos a estado de esfuerzo biaxial. Círculo de Mohr. Cilindros y esferas de paredes delgadas. Relación de Poisson. Estudio de deformación en miembros bajo un estado de esfuerzo uniaxial. Estudio de deformaciones en miembros bajo un estado de esfuerzo biaxial. Esfuerzo cortante puro. Miembros sometidos a corte directo.

TEMA III

Relación entre carga, corte y momento. Diagrama de corte y momento en vigas y pórticos simples. Esfuerzos por flexión en vigas. Esfuerzos por corte en vigas. Esfuerzos principales. Centro de corte.

TEMA IV

Ecuación diferencial de la elástica. Deflexión por doble integración. Construcción de diagramas de momento por partes. Deflexión por área momento. Deflexión por viga conjugada. Deflexión por superposición.

TEMA V

Resolución de vigas hiperestáticas a través de métodos convencionales (Área momento, Método de giros y Superposición). Teorema de los tres momentos. Resolución de pórticos sin desplazamientos.

TEMA VI

Torsión simple Esfuerzo cortante por torsión. Resolución de casos hiperestáticos. Esfuerzos combinados.

TEMA VII

Columnas. Carga excéntrica en una barra corta Núcleo de sección. Columnas largas. Fórmula de Euler. Fórmula de la secante. Fórmulas empíricas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	DIBUJO MECÁNICO
CODIGO:	IMT201
PERIODO:	CUARTO
PRELACIONES:	IMSR20
HORAS TEORICAS SEMANALES:	1
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	2
UNIDADES:	2

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

Introducción al Dibujo de Máquinas: Normalización. Dibujo instrumental. Tipos de letras, números, líneas, escalas, formatos y rotulados.

#### TEMA II

Proyecciones ortogonales en sistemas DIN y ASA. Elementos básicos de acotación (líneas de cota, líneas auxiliares, etc.).

#### TEMA III

Vistas auxiliares. Secciones (cortes) en general. Sistemas DIN y ASA: Corte completo quebrado, sesgado, girado, desplazado. Representación gráfica de los materiales en las secciones (hachurados).

#### TEMA IV

Simbología de acotación: Números de cota, diámetros, radios, cuadrados, esferas, conos. Adelgazamiento e inclinación, cruz diagonal. Disposición de las cotas, arcos y ángulos en sistema DIN.

#### TEMA V

Elementos de sujeción removibles: chavetas, pasadores, varillas roscadas (prisioneros), pernos, tornillos y tuercas. Tipos de roscas, arandelas planas, de seguridad, de muelle, elásticas, de fieltro, de retención y de cierre, anillos y/o retención (retenes). Tornillería normalizada. Remaches.

#### TEMA VI

Elementos de sujeción fijos. Soldadura por fusión en sistemas DIN y ASA. Tipos de juntas. Grupos de cordones (a tope, frontal y angular). Símbolos adicionales, representación gráfica y simbólica en sección y vista.

#### TEMA VII

Organos flexibles. Resortes y muelles: representación y símbolos. Calculo, selección, dimensionamiento y representación de transmisiones mediante poleas-correas.



### TEMA VIII

Transmisiones mediante cadenas: cálculo, selección, dimensionamiento y acotación de ruedas para cadenas de rodillo.

### TEMA IX

Engranajes cilíndricos rectos. Cálculo dimensional. Módulo, trazado, acotación del perfil del diente del sistema evolvente exacto. Terminología métrica.

### TEMA X

Transmisiones por engranajes cónicos y de tornillo sin fin-corona. Nomenclatura y trazado del perfil en sección de un engrane dado.

### TEMA XI

Ajustes y tolerancias, grados de rugosidad y símbolos de acabado superficial. Sistema DIN. Concepto, aplicación, tipos y sistemas. Eje único y agujero único.

### TEMA XII

Símbolos para instalaciones de tubería en sistemas DIN y ASA. Vistas ortogonales e isométricas.

### TEMA XIII

Desarrollo de superficies. Elementos truncado, unión de tuberías a 90° y 45°, básicos, cilindro, cono, cono piezas de transición y ductería.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	MECANICA DE MATERIALES
CODIGO:	IMT202
PERIODO:	QUINTO
PRELACIONES:	IMT200
HORAS TEORICAS SEMANALES:	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
HORAS LABORATORIO SEMANALES:	1
UNIDADES:	5

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

Introducción. Estudio de la curva Esfuerzo-Deformación. Esfuerzo de deformación en el rango elástico y rango plástico para materiales dúctiles y frágiles. Dureza. Tipo de fractura para materiales frágiles y dúctiles. Problemas y aplicaciones. Ensayo de Tracción. Ensayo de compresión. Ensayo de dureza.

#### TEMA II

Breves estudios sobre tensores de esfuerzos y deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad en casos estáticos. Esfuerzos de contacto. Concentración localizada de esfuerzos. Teoría de Hertz. Problemas.

#### TEMA III

Torsión. Secciones circulares. Torsión en resortes helicoidales Secciones macizas (rectangular, elíptica, triangular y otras). Analogía de la membrana. Secciones abiertas delgadas. Secciones cerradas delgadas, simples y complejas. Problemas.

#### TEMA IV

Teoría de fallas. Diseño de elementos sometidos a esfuerzos en el espacio y en el plano (casos particulares de torsión, flexión y carga axial). Problemas.

#### TEMA V

Fatiga y Creep:

- Fatiga en metales. Curvas para determinar el esfuerzo en base al número de ciclos a que va estar sometido el elemento.
- Creep en metales. Problemas

#### TEMA VI

Impacto. Cálculo de esfuerzos y deformaciones por impacto. Factor de carga. Carga equivalente. Práctica de impacto. Problemas.

#### TEMA VII

Análisis experimental de esfuerzos y deformaciones: Instrumentos. Uso de bandas extensométricas. Roseta de deformaciones. Principios de fotoelasticidad. Práctica.

### TEMA VIII

Principio de trabajo virtual. Cuerpos deformables. Cuerpos no deformables. Primer teorema de Castigliano Problemas.

### TEMA IX

Aplicaciones en casos particulares:

- a) Elementos curvos.
- b) Placas planas, rectangulares, circulares, etc. Aplicaciones.
- c) Cilindros de pared gruesa y aplicaciones. Problemas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	METALURGIA I
CODIGO:	IMT203
PERIODO:	QUINTO
PRELACIONES:	IMFI21 – IMQI11
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS LABORATORIO SEMANALES:	1
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### GENERALIDADES.

Definición general de la Metalurgia. La Metalurgia como arte y como ciencia. La Metalurgia y el Ingeniero. División de la Metalurgia.

#### TEMA II

##### ESTRUCTURA DE LOS METALES:

Concepto de metal. Estado metálico de la materia. Enlace en sólidos. Difusión. Solidificación de los metales. Estructura cristalina, red espacial, celda unidad, direcciones y planos cristalinos, índice de Miller. Número de Coordinación. Alotropismo y Polimorfismo. Noción de Anisotropía. Estado Policristalino Defectos de las estructuras cristalinas (imperfecciones cristalinas), defectos puntuales, defectos lineales, defectos superficiales.

#### TEMA III

##### DEFORMACION DE LOS METALES:

Deformación elástica. Deformación plástica de monocristales, deslizamiento y maclaje. Deformación plástica de metales policristalinos. Textura.

#### TEMA IV

##### PROPIEDADES DE LOS METALES:

Propiedades mecánicas: resistencia, elasticidad, ductilidad, cedencia, dureza, tenacidad y resiliencia.

ENSAYOS MECANICOS: Ensayos de tracción, ensayos de torsión, ensayos de dureza. Fatiga de los metales. Fluencia lenta (CREEP). Ensayos de impacto.

PROCESOS DE CONFORMADO DE METALES: Forja, laminación, estrusión, estirado, trefilado.

#### TEMA V

##### RECOCIDO DE REGENERACION:

Trabajo en frío. Propiedades de los metales deformados en frío. Etapas del recocido: Recuperación o restauración, recristalización y crecimiento de grano Temperatura de recristalización. Tamaño del grano. Crecimiento del grano. Influencia del trabajo en frío y del recocido sobre las propiedades mecánicas. Trabajo en caliente.

### TEMA VI

#### CONSTITUCION DE LAS ALEACIONES.

Introducción. Aleación, fases, mezclas, metales puros, compuestos químicos y fases de aleación intermedias: Compuestos intermetálicos, compuestos electrónicos: Regla de Hume-Rothery. Soluciones sólidas: Soluciones sólidas por sustitución, soluciones sólidas intersticiales.

### TEMA VII

#### DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO:

Introducción. Fases de las aleaciones, curvas de enfriamiento. Construcción de los diagramas de equilibrio. Enfriamiento: lento y rápido. Regla de las fases de Gibbs. Regla de la palanca. Tipos de diagramas de equilibrio binario: Diagramas con componentes completamente solubles en estado líquido y en estado sólido. Diagramas con componentes completamente solubles en estado líquido e insoluble en estado sólido. Diagramas con componentes completamente solubles en estado líquido y parcialmente solubles en estado sólido.

### TEMA VIII

DIAGRAMA HIERRO –CARBONO Introducción. Constituyentes principales: Hierro, carbono, cementita. Curva de enfriamiento del hierro puro. Diagrama hierro-cementita. Aceros y fundiciones, micro-constituyentes, propiedades, características y clasificación.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	ELEMENTOS DE MAQUINAS I
CODIGO:	IMT204
PERIODO:	SEXTO
PRELACIONES:	IMT200 y IMT201
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	3
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### CONCEPTOS BASICOS.

Introducción al estudio de mecanismos. Mecanismo y máquina. Movimiento y transformación. Ciclo, período y fase. Eslabones y pares cinéticos. Grados de Libertad. Fórmula de Grubler. Cadenas cinemática. Inversión. Ley de Grashoff. Problemas.

#### TEMA II

##### MECANISMOS ARTICULADOS TÍPICOS.

Mecanismos de cuatro barras. Puntos muertos. Mecanismos de manivela-biela corredera. Mecanismos de yugo escocés. Mecanismos de palanca. Mecanismos de retorno rápido. Mecanismos indicadores, de distribución, de línea recta y otros mecanismos típicos. Diagramas cinemáticos y trayectorias. Teorema de Roberts-Chevishev. Mecanismos cognados. Ecuación de Freudenstein. Análisis cinemático mediante números complejos. Análisis mediante relaciones trigonométricas. Elaboración de programas utilizando algún lenguaje de computación Síntesis de mecanismos. Problemas.

#### TEMA III

##### MECANISMOS DE LEVAS.

Introducción. Clasificación. Curvas base. Diagramas de desplazamiento con movimientos armónicos, parabólico y mixto. Factor de leva y ángulo de presión. Principio de inversión en el trazado de levas. Análisis y síntesis geométrica y analítica con mecanismos de levas con seguidores rotacionales y traslacionales.

#### TEMA IV

##### VELOCIDADES EN EL MOVIMIENTO PLANO.

Introducción. Métodos monofásicos para el análisis de velocidades:  
Método de las componentes ortogonales, Método de los centros instantáneos de rotación (Teorema de Aronhold - Kennedy) y Método de las velocidades relativas. Polígonos de velocidades y Velocidad relativa de puntos coincidentes en distintos eslabones. Diferenciación gráfica. Correspondencia analítica con los métodos gráficos. Problemas.

**TEMA V**

**ACELERACIONES EN EL MOVIMIENTO PLANO.**

Determinación gráfica de aceleraciones instantáneas en mecanismos. Método de las aceleraciones relativas. Aceleración relativa de dos puntos de un mismo cuerpo rígido. Aceleración en puntos de contacto de cuerpos rotatorios. Aceleración relativa de puntos coincidentes en eslabones distintos. Ley de Coriolis. Polígonos de aceleraciones. Métodos analíticos. Problemas.

**TEMA VI**

**ENGRANES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS.**

Introducción. Deslizamiento y rodadura. Movimientos transmitidos por curvas en contacto. Superficies que producen rodadura pura. Ruedas de fricción. Sistema correa-polea. Clasificación de los engranes. Ley fundamental del engrane. Diseño gráfico y terminología de los engranajes cilíndricos con dientes de involuta. Involumetría y métodos para trazar perfiles. Relación de transmisión. Interferencia en una pareja de engranes. Intercambiabilidad. Razón de contacto. Problemas.

**TEMA VII**

**ENGRANES CONICOS, HELICOIDALES Y DE TORNILLO SIN FIN.**

Engranes cónicos rectos. Engranes espirales. Engranes oblicuos. Engranes hipoidales. Engranes helicoidales paralelos y cruzados. Engranes de tornillo sin fin recto y globoide. Trazado de parejas en engranes cónicos rectos. Aproximación de Tredgold y número virtual de dientes. Problemas.

**TEMA VIII**

**TRENES DE ENGRANE.**

Trenes de engrane simples y planetarios (epicicloidales). Métodos de tabulación. Método de fórmula. Aplicaciones de los trenes de engrane planetarios. Cabrias, cajas y diferenciales. Problemas.

**TEMA IX**

**ANALISIS DE FUERZAS ESTATICAS EN MAQUINAS.**

Introducción. Fuerzas estáticas en máquinas ideales. Fricción. Resistencia al deslizamiento y a la rodadura. Fricción en órganos flexibles. Fuerzas estáticas entre los eslabones considerando rozamiento. Método gráfico. Polígono de fuerzas. Rendimiento. Problemas.

**TEMA X**

**FUERZAS DE INERCIA EN MAQUINAS.**

Fuerza de inercia de una partícula. Fuerza de inercia de un cuerpo rígido que posee movimiento plano. Fuerza de inercia de un eslabón flotante. Análisis combinado de fuerzas estáticas y de inercia. Sistema cinemáticamente equivalente. Métodos. Problemas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	TECNOLOGIA MECANICA I
CODIGO:	IMT205
PERIODO:	SEXTO
PRELACIONES:	IMT203
HORAS TEORICAS SEMANALES:	2
HORAS LAB. SEMANALES:	3
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

Introducción. Ajustes y tolerancias. Símbolos. Valores de las tolerancias. Sistemas de tolerancia. Sistema de eje único y agujero único. Ajustes recomendados y selección de ajustes. Calibres de tolerancias. Clasificación y aplicaciones. Modo de empleo y normas para su conservación.

#### TEMA II

Materiales no metálicos. Materiales cerámicos. Materiales compuestos. Materiales no férreos. Polímeros.

#### TEMA III

Metalurgia de polvos. Descripción del proceso. Obtención y preparación de 108 polvos. Compresión. Sinterización. Acabado. Propiedades del producto. Ventajas y desventajas del proceso.

#### TEMA IV

Procesos de soldadura aplicables en la construcción de piezas. Clasificación. Soldadura con gas, oxiacetilénica, con gas y presión. Soldadura con termita. Soldadura de arco. Soldadura con electrodos desnudos y revestimiento. Diversos tipos de electrodos. Soldadura de resistencia: por percusión, por punto, de costura, por recalado y de salientes. Soldadura por flujo. Soldadura por inducción y por inmersión. Soldadura por fricción, por ultrasonido y por haz de electrones. Corte por soplete, con arco y plasma. Defectos de la soldadura y ensayos de detección. Método de cálculo. Problemas.

#### TEMA V

Corrosión. Naturaleza y tipos de corrosión. Métodos de protección.

#### TEMA VI

Galvanotécnica. Galvanoplástia y Galvanostegia. Niquelado. Cromado. Galvanizado y desventajas.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	METALURGIA II
CODIGO:	IMT206
PERIODO:	SEXTO
PRELACIONES:	IMT203
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS LABORATORIO SEMANALES:	3
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### DIAGRAMA HIERRO-CARBONO:

Introducción. Curva de enfriamiento del hierro puro Definición de estructuras y zonas del diagrama hierro carbono. Aleaciones hierro carbono Proceso de enfriamiento desde el estado líquido hasta la temperatura ambiente de aleaciones hierro-carbono. Transformaciones estructurales en el calentamiento y enfriamiento de diferentes aleaciones. Estados alotrópicos. Puntos críticos del hierro puro y de los aceros. Procedimiento para la determinación de los puntos críticos. Dilatometria.

#### TEMA II

##### TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS ACEROS:

Introducción. Definición. Clasificación: Recocido. Normalizado. Temple. Revenido. Tratamientos isotérmicos. Tratamientos termoquímicos. Constituyentes microscópicos de los aceros. Curva de la "S" (temperatura-tiempo-transformación). Dureza y templabilidad. Ensayo Jominy. Influencia de los elementos aleantes en los aceros.

#### TEMA III

##### METALURGIA DE LAS FUNDICIONES:

Introducción. Definición. Tipos. Clasificación desde el punto de vista de su estructura metalográfica. Variables que influyen en su formación Descripción de cada una de ellas. Características. Influencia de los elementos aleantes en las fundiciones. Diagramas hierro-grafito. Procesos de grafitización.

#### TEMA IV

##### PROCESOS SIDERURGICOS:

Introducción. Procesos de obtención de arrabio en horno y en alto horno eléctrico. Procesos de obtención de aceros en hornos SIEMENS MARTIN y en convertidores L-D.

#### TEMA V

##### PROCESOS DE FUNDICION:

Introducción. Definición. Tipos. Etapas del proceso de fundición. Flujograma del proceso. Modelaje. Moldeo. Arenas de moldeo. Fabricación de machos. Sistemas de alimentación y colada. Fusión metálica. Defectos de fundición. Acabado e inspección. El órgano de fusión; horno de crisol, horno de cubilote, horno de reverbero, hornos de arco y hornos de inducción.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE ING. MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	ELEMENTOS DE MAQUINAS II
CODIGO:	IMT207
PRELACIONES:	IMT204 – IMT202
PERIODO:	SEPTIMO
HORAS TEORICAS SEMANALES:	5
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	3
UNIDADES:	6

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA I

ELEMENTOS DE UNION ROSCADOS.

Descripción general: clases de filetes. Características. Cálculo de resistencia bajo diferentes condiciones de carga estática con o sin precarga. Efecto de cargas dinámicas. Empaquetaduras. Materiales para elementos roscados.

TEMA II

TORNILLOS DE POTENCIA O DE FUERZA.

Clases de tornillo de fuerza, cálculo resistente, eficiencia, problemas y aplicaciones.

TEMA III

RESORTES

Descripción general. Características, materiales, esfuerzos y deflexiones en resortes. Resortes helicoidales cilíndricos para compresión, tracción y torsión. Resortes cónicos. Cargas excéntricas. Frecuencia crítica. Ballestas. Resortes de disco.

TEMA IV

COJINETES DE DESLIZAMIENTO.

Definiciones y clasificaciones de los cojinetes. Factores que afectan el diseño y funcionamiento de los mismos. Elementos de construcción usados. Lubricación. Viscosidad, lubricantes y normas. Dispositivos de lubricación. Lubricación. Lubricación hidrodinámica. Los cojinetes de guía y determinación de sus respectivas capacidades de carga y fricción; Generación y disipación de calor. Temperatura de operación. Determinación de juego mínimo y otras variables. Ilustraciones. Problemas.

TEMA V

RODAMIENTOS.

Generalidades. Ventajas y desventajas. Tipos. Cálculo de las cargas que actúan sobre un rodamiento. Cargas variables. Cargas equivalentes. Capacidad de carga y duración de los rodamientos. Duración nominal. Lubricación. Sellos y protecciones. Montaje. Selección. Ilustraciones. Problemas.

### TEMA VI

#### ENGRANES CILINDRICOS DE DIENTES RECTOS.

Definición y terminología. Fundamentos. Métodos de fabricación. Normas. Esfuerzos básicos y resistencia a la flexión de los dientes' de los engranes. Cargas dinámicas. Resistencia superficial. Materiales y lubricación. Ilustraciones y problemas.

### TEMA VII

#### ENGRANES HELICOIDALES Y CONICOS.

Engranes helicoidales. Definiciones. Relaciones entre los dientes. Proporciones de los dientes. Esfuerzo de flexión. Carga dinámica. Duración superficial. Engranes helicoidales cruzados. El tornillo sin fin. Análisis de fuerzas. Diseño en función de la resistencia. Estimación de la potencia, eficiencia y materiales. Engranes cónicos. Nomenclatura y/o terminología. Proporciones. Método de diseño basado en la flexión y' duración superficial. Montaje y lubricación.

### TEMA VIII

Descripción general y características. Cálculo de resistencia. Ejes de transmisión. Ejes de máquinas. Determinación gráfica de la deflexión, cálculo. Métodos de diseño. Velocidad crítica y métodos de determinación. Ilustraciones y problemas.

### TEMA IX

#### ACOPLAMIENTOS.

Descripción general. Tipos. Características. Acoplamientos rígidos y flexibles. Juntas universales. Acoplamientos de seguridad.

### TEMA X EMBRAGUES Y FRENOS.

Generalidades. Tipo de acción: positiva y de fricción. Discos, conos, bloques, anillos, bandas y otros sistemas, materiales, cálculo y diseño.

### TEMA XI

#### SINTESIS.

Aplicaciones de los diferentes elementos. Transmisiones. Cálculos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	TECNOLOGIA MECANICA II
CODIGO:	IMT208
PERIODO:	SEPTIMO
PRELACIONES:	IMT205 – IMT206
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS LABORATORIO SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

#### TEMA 1

Introducción. Procesos de conformado de materiales con arranque de viruta. Aplicaciones.

#### TEMA II

Materiales y tratamientos de las herramientas. Diseño de herramientas cortadoras de material. Herramientas de filo único. Formación de la viruta. Influencias de los ángulos de la herramienta en la forma de la viruta. Influencias del material trabajado en la forma de la viruta. Desgaste de la herramienta. Vida de una herramienta. Proceso del desgaste de una herramienta. Herramientas de puntas múltiples. Herramientas de recorrido lineal. Herramientas rotatorias de avance axial. Herramientas para fresadoras. Tratamientos térmicos de las herramientas.

#### TEMA III

Maquinabilidad. Influencia de: material trabajado, la herramienta, el avance, el corte discontinuo e interrumpido y corte con cascarilla. Características del corte. Velocidad de corte. Determinación de la velocidad de corte. Relación entre la velocidad y la vida de la herramienta (método Taylor). Determinación de la velocidad de corte por la mayor producción de viruta entre dos afilados. Tablas y gráficos para determinar la velocidad de corte. Fuerzas de corte. Fuerza principal de corte, fuerza de avance y fuerza radial. Fuerza especificada de corte. Potencia necesaria para las máquinas-herramientas. Fluidos de corte para el mecanizado: refrigeración y lubricación.

#### TEMA IV

Proceso de mecanizado. Diversas máquinas. Máquinas cuyo movimiento principal es rotativo, alternativo y rectilíneo uniforme. Aplicaciones. Comparaciones entre fuerzas y potencias, en algunas máquinas-herramientas. Movimientos principales en cada máquina-herramienta. Máquina para trabajos en serie. Algunos procesos especiales de maquinado de metales: maquinado por proceso químico del material, maquinado por arranque electrolítico del material, maquinado ultrasonido, conformación por Láser y corte por plasma del arco.

TEMA V

Tiempo y costo de maquinado. Estimación del tiempo de maquinado. Componentes del tiempo de maquinado. Márgenes de tiempo: Cálculo del tiempo del maquinado para diferentes máquinas. Costo de maquinado por pieza y sus componentes. Cálculo de velocidades óptimas de corte.

TEMA VI

Control automático y numérico de las máquinas-herramientas. Elementos de control numérico aplicado a máquinas-herramientas. Sistemas mecánicos. Sistemas hidráulicos. Sistemas neumáticos. Sistemas electromecánicos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	PRODUCCION I
CODIGO:	IMT209
PRELACION:	100 UNIDADES
PERIODO:	SEPTIMO
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
UNIDADES:	3

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA I

La estructura social. La producción: sus relaciones, fuerzas productivas, la estructura económica, infraestructura y superestructura.

TEMA II

La Ley del Trabajo.

TEMA III

Establecimiento legal de la empresa en Venezuela. Diferentes compañías.

TEMA IV

Financiamiento de la empresa industrial y sus modalidades.  
tipos de

TEMA V

Relación de venta y gasto. Gráfica de rendimiento. Gráfica del punto de equilibrio.

TEMA VI

La teoría del precio. Curvas de oferta y demanda.

TEMA VII

Medición del trabajo e incentivos, estudios del tiempo con cronómetro, establecimientos de clases de trabajo e incentivos de salarios.

TEMA VIII

Método de trabajo. Análisis de método o estudio de movimientos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	INGENIERIA ECONOMICA
CODIGO:0:	IMT210
PRELACION:	IMT209 – 140 UNIDADES
PERIODO:	OCTAVO
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### INTRODUCCION Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES:

Relación entre economía, ingeniería y ciencia. Rendimiento físico y rendimiento económico. Bienes de consumo y de producción. Valor utilidad. Demanda. Factores que afectan la demanda. Elasticidad de demanda. Oferta. Factores de que depende la oferta. Determinación del precio de equilibrio. Costos. Clasificación. Ingresos. Ley de los rendimientos decrecientes. Interés y tasa de interés. Capacidad de gerencia del dinero. Valor cronológico del dinero. Interés simple e interés compuesto.

#### TEMA II

##### FORMULAS DE INTERES Y EQUIVALENCIA.

Diagrama de flujo de dinero. Símbolos y términos. Fórmulas para pago simple. Factor de pago simple, cantidad compuesta. Factor de pago simple, valor actual. Fórmulas para series uniformes. Factor de series uniformes, cantidad compuesta. Factor de fondo de amortización. Factor de recuperación de capital. Factor de series uniformes y valor actual. Fórmulas visualizadas y tablas de interés. Recuperación de capital e interés. Gradientes de pagos o ingresos. Factor de serie aritmética. Tasas nominales y efectivas. Interpolación. Equivalencia. Evaluación de alternativas por equivalencias

#### TEMA III

##### COMPARACION DE ALTERNATIVAS POR EQUIVALENCIA ANUAL Y EQUIVALENCIA PRESENTE.

Tipos de propuesta de inversión. Propuesta dependiente e independiente. Propuestas mutuamente exclusivas. Propuestas contingentes. Interdependencia financiera. Nomenclatura y símbolos. Cálculos del costo anual de inversión por recuperación de capital y fondo de amortización. Evaluación de una oportunidad de inversión por costo anual. Comparación con vidas desiguales. Análisis por valor actual. Con vidas desiguales por valor actual. Importancia del valor equivalente.

#### TEMA IV

##### COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS POR TASA DE INTERES Y ANALISIS DE EQUILIBRIO

Tasa de interés de una inversión que genera ingresos conocidos. Método de prueba y error. Casos de múltiples factores. Solución directa. La tasa de interés en el análisis para múltiples alternativas. Tasas dobles de rendimiento. Análisis de equilibrio para dos alternativas. Tasas dobles de punto crítico para

múltiples alternativas. Análisis de costo mínimo. Análisis de costo mínimo para múltiples alternativas

### TEMA V

RELACION BENEFICIO-COSTO.

### TEMA VI

DEPRECIACION E IMPUESTO SOBRE LA RENTA.

Concepto de depreciación. Cálculos. Métodos de línea recta, de la suma de los dígitos de los años y de doble saldo decreciente. Selección del método de depreciación. La tasa de impuesto. Diagrama de flujo de dinero después de impuesto. Procedimiento de cálculo.

### TEMA VII

VIDA ECONOMICA Y REEMPLAZAMIENTO. Reemplazamiento. Razones básicas. El activo actual y su reemplazo. Evaluación del reemplazo con costos amortizados. Vida económica de un activo. Consideraciones que llevan al reemplazo.

### TEMA VIII

RIESGO ANALISIS Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

Introducción. Análisis de sensibilidad. Análisis de sensibilidad de diferentes alternativas de inversión. Análisis probabilístico. Análisis de valor esperado. Incorporación de riesgo al análisis de tasa de rendimiento y valor presente neto.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	TECNOLOGÍA MECANICA III
CODIGO:	IMT301
PERIODO:	OCTAVO
PRELACIONES:	IMT202 – IMT208
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS LAB. SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA 1

PRINCIPIOS DE LOS TRABAJOS MECANICOS:

Procedimientos de conformación de los metales: Generalidades. Procesos mecánicos sin arranque de viruta. Diferenciación con otros procesos. Materiales y formas de las piezas procesadas.

TEMA II

TRABAJOS DE ESTAMPACION EN FRIO:

Operaciones fundamentales: corte, punzonado, doblado, curvado y embutido. Corte y punzonado. Ciclo de corte. Fuerza necesaria. Doblar y curvar. Desarrollo de piezas. Fuerza necesaria. Formas especiales.

TEMA III

PROCESO DE EMBUTIDO ESTAMPACION EN FRIO:

Consideraciones tecnológicas importantes. Métodos Ericksen y Pump. Fases necesarias para el embutido. Características y desarrollo de piezas. Construcción de herramientas (troqueles y dispositivos auxiliares).

TEMA IV

PROCESO DE ESTIRADO Y TREFILADO:

Generalidades. Consideraciones tecnológicas. Diferenciación de los dos procesos. Metales y aleaciones. Etapas del proceso. Aplicaciones. Equipos.

TEMA V

FABRICACION DE TUBOS METALICOS:

Generalidades. Consideraciones Tecnológicas. Procedimiento de fabricación. Materiales. Aplicación. Equipos.

### TEMA VI

#### FABRICACION DE PIEZAS POR EXTRUSION EN FRIO:

Generalidades. Consideraciones tecnológicas. Proceso de fabricación. Fuerza necesaria. Equipos y herramientas.

### TEMA VII

#### FABRICACION DE PIEZAS POR EXTRUSION EN CALIENTE:

Generalidades. Consideraciones tecnológicas. Procedimiento de fabricación. Materiales, temperatura, velocidades y presiones. Fuerza necesaria. Prensa y demás equipos. Aplicaciones. Troqueles, herramientas y dispositivos.

### TEMA VIII

#### PROCEDIMIENTO DE FABRICACION EN CALIENTE FORJADO:

Definición y propiedades físico-mecánicas y metalúrgicas de los materiales forjables. Metales y aleaciones de forja. Temperatura de forja, ciclo de calentamiento y resistencia a la compresión. Forja manual. Forja mecánica. Estampación en martillos (por choque) Y en prensas (por presión). Clasificación.

### TEMA IX

#### PROCESOS DE FORJA:

Deformación producida por los martillos. Fuerza necesaria y demás características. Deformación producida por las prensas. Fuerzas y demás características. Forja abierta y forja cerrada. Aplicaciones. Tolerancias. Materiales y factores importantes en la construcción de troqueles. Preformas y rebatas. Etapas de conformación. Optimización del flujo; Materiales. Aplicaciones. Costos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	PROYECTO EN INGENIERIA MECANICA
CODIGO:	IMT302
PERIODO:	OCTAVO
PRELACIONES:	IMT207 – IMPD10
HORAS TEORICAS SEMANA:	1
HORAS LAB. SEMANALES:	4
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

#### TEMA I

##### INTRODUCCION A LA MATERIA:

Que es el diseño. Explicación del reglamento y de las normas de redacción y presentación.

#### TEMA II

##### METODOS DE DISEÑO:

El proceso del diseño, identificación, ideas preliminares, perfeccionamiento, análisis, decisión y presentación.

#### TEMA III

Metodología de la investigación. Aplicación al proyecto desarrollado por cada grupo de estudiantes. Modelos de diseños. Nuevos métodos. Las dificultades del diseño.

#### TEMA IV

Generación y reducción de alternativas. Cajas morfológicas. Matrices de relaciones. Redes, etc. Evaluación de alternativas (reducción de variedad).

#### TEMA V

Sistemas de información. Procedimientos para clasificar la información de diseño. Planteamiento de objetivos en un problema de diseño. Técnicas de recavación de información.

#### TEMA VI

Teoría de sistemas. Teoría de predicciones. Teoría de decisiones.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	PRODUCCIÓN II
CODIGO:	IMT303
PRELACION:	IMT210
PERIODO:	NOVENO
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
UNIDADES:	3

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA I

Introducción. La función de producción y operaciones.

TEMA II

Pronóstico de la demanda. Determinación de los factores de producción.

TEMA III

Distribución de servicio y manejo de materiales. Disposición por departamentos. Distribución detallada y manejo de materiales.

TEMA IV

Control de inventarios. Control de inventario bajo certeza. Control de inventario bajo riesgo e incertidumbre.

TEMA V

Control de calidad. Hoja de control para variables Control por atributo. Muestreo de aceptación.

TEMA VI

Teoría de cola. Modelos de línea de espera.

TEMA VII

Control de producción. Control de producción en la fabricación intermitente. Control de producción en la fabricación continua. Programación lineal. Pert-CPM.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	SEMINARIO PARA ING. MECANICA
CODIGO:	IMT304
PERIODO:	NOVENO
PRELACION:	140 UNIDADES
HORAS TEORICAS SEMANA:	2
UNIDADES:	2

### OBJETIVO:

Formación de actitudes críticas del estudiante ante los problemas nacionales y de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

### METODOLOGIA PROPUESTA:

El objetivo anterior puede cumplirse a través de:

- Discusiones en Grupos.
- Charlas y Conferencias.
- Exposiciones de trabajos en equipos.

Entre los temas recomendados para cumplir el objetivo anterior se debe tener prioridad al seleccionar su actualidad e influencia sobre la formación integral del Ingeniero.

Se proponen los siguientes temas:

- Historia de la Tecnología.
- Educación Superior en Venezuela.
- Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Investigación en Ingeniería Mecánica.
- Dependencia Tecnológica.
- Modelos de Desarrollo Económico Social.
- Evaluación de la Educación en Venezuela, y su Influencia dentro de la Producción.
- Impacto Ecológico y Social del Desarrollo Industrial en Venezuela.
- Metodología en el Proceso Enseñanza-aprendizaje en las carreras técnicas.
  
- Evaluación de Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Elaboración curricular de carreras cortas a nivel técnico, como una solución a la masificación estudiantil de las universidades.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	TECNOLOGIA MECANICA IV
CODIGO:	IMT305
PRELACIONES:	IMT207 – IMT301
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

#### TEMA I

Conceptos fundamentales de la deformación plástica de los materiales industriales. Generalidades. Análisis de la curva de esfuerzo-deformación unitaria en sus zonas elástica y plástica. Inestabilidad y fractura. Definición y análisis de esfuerzo en la deformación unitaria en la deformación plástica.

#### TEMA II

Teoría de plasticidad de los metales para fabricación industrial. El punto de fluencia (Yield Point) y los criterios de fluencia por Levy-Von Mises y por Tresca. El concepto de continuidad en el flujo plástico de metales para fabricación. Los efectos de la temperatura y la rata de deformación unitaria. (Strain Rate) en deformación plástica para los metales industriales.

#### TEMA III

Breves comentarios sobre la teoría de campo (Fiel Theory) en deformación plástica.

#### TEMA IV

Procesos de fabricación industrial sin arranque de viruta. Introducción a la larga deformación plástica hasta el punto de inestabilidad y ruptura. Esfuerzos y deformaciones suficientes para comenzar el flujo plástico debido a las variaciones térmicas durante el proceso.

#### TEMA V

Análisis de los casos particulares. El análisis de la deformación plástica en el caso de laminación. El análisis de la deformación plástica en el caso de estrusión. El análisis de la deformación plástica en los casos de expansión. Problemas de la inestabilidad primaria y secundaria en deformaciones por cargas monotónicas para los casos anteriores.

#### TEMA VI

Los problemas de la deformación plástica por alta velocidad y/o por alta energía. Análisis de la fabricación por el impacto. Análisis de la fabricación por descarga electromagnética y explosiva. Análisis de los defectos, (esfuerzos concentrados, grietas superficiales, etc.) debido a los procesos

de deformación por alta energía. Breves comentarios sobre tratamientos posteriores.

### TEMA VII

Procesos de fabricación industrial con arranque de viruta. Fundamentos del mecanizado. Variables básicas en el proceso de mecanizado. Las propiedades de las herramientas de corte y las de la pieza de trabajo. Relaciones entre la velocidad, la presión y la temperatura en el proceso de corte.

### TEMA VIII

Mecanismo del arranque de viruta. Las condiciones básicas del análisis. Teoría de la potencia mínima (por Merchant y Ernst). Comentarios sobre las contradicciones a la teoría de Merchant y Ernst; y la modificación de ésta. La teoría de plasticidad en el arranque de viruta (por Lee y Shaffer). Los resultados experimentales y sus comparaciones con las teorías del corte.

### TEMA IX

Termodinámica en el proceso de corte. Generalidades. Generación de calor en el proceso de mecanizado. El modelo bidimensional de transferencia de calor; las condiciones iniciales y las del límite; el análisis matemático y los problemas de su solución numérica. El modelo unidimensional; la temperatura en la zona de deformación plástica. El modelo por Rapier y Weiner. Resultados experimentales (por Nakayama, Boothroyd y otros) y la comparación con los modelos teóricos; consideración del ancho de la zona de calor.

### TEMA X

Teoría y práctica del desgaste de herramientas de corte. Generalidades. El mecanismo del desgaste de un solo filo, el desgaste por Cráter y el desgaste frontal. Otras formas del desgaste. Diversas teorías del desgaste y sus interpretaciones: el desgaste por difusión en el estado sólido y por esfuerzos térmicos. Estructura microscópica de una muela rectificadora; el desgaste y el auto reafilamiento de la misma; otras teorías del desgaste. La muela como herramienta estadística.

### TEMA XI

Técnicas de medición en laboratorios metalmecánicos. Diversos métodos de medir deformación unitaria, esfuerzos, temperatura, rugosidad superficial y grietas en fabricación industrial. Comentarios sobre los errores en estos métodos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA.  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CODIGO:	IMT306
PRELACION:	IMT207 – IMT210
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### DEFINICIONES:

Mantenimiento correctivo. Mantenimiento preventivo: Técnicas recomendadas para iniciar un plan de mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo: Tipos de fallas más comunes detectadas utilizando el mantenimiento predictivo. Mantenimiento óptimo: Principios básicos de mantenimiento óptimo. Parámetros fundamentales. Costos de operación: Costos fijos, costos variables y costos de mantenimiento.

#### TEMA II

##### TEORIA DE MANTENIMIENTO:

Objetivos. Procesos directivos. Planeamiento: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo. Suministro de materiales. Registros históricos.

#### TEMA III

##### ORGANIZACIONES Y MANTENIMIENTO:

Generalidades. Conceptos básicos: Unidad de mando, amplitud de control, homogeneidad de las tareas, delegación de autoridad y responsabilidad. Requerimientos de la Fuerza de Trabajo. Políticas generales de mantenimiento: Categoría general con respecto a la fuerza de trabajo, centralización o descentralización. Políticas con respecto a las relaciones entre los departamentos. Políticas con respecto al control. Cobertura de empleos vacantes.

#### TEMA IV

##### CONFIABILIDAD:

Definición. Parámetros básicos. Estudio Y tipo de análisis de fallas. Períodos de vida de un equipo. Características Tipos de distribución normal, de Poisson, de Weibull, etc. Políticas y mantenimiento. Cálculos y predicción de confiabilidad de componentes y equipos.

#### TEMA V

##### MANTENIBILIDAD:

Definición. Factores Principales: operacionales y de diseño. Parámetros básicos de la mantenibilidad. Métodos para asegurar la mantenibilidad óptima. Cálculos y predicciones. Distribuciones



probabilísticas usadas.

TEMA VI

DISPONIBILIDAD:

Definición. Cálculos, características, importancia y mejoramiento de la disponibilidad.

TEMA VII

CAPACIDAD EFECTIVA DEL SISTEMA:

Introducción. Definiciones: Capacidad efectiva, instalada y factor de efectividad. Método de Von Newman y Morgenstein. Otro método de calcular la capacidad efectiva. Factor de efectividad y costos.

TEMA VIII

POLÍTICA GENERAL DE MANTENIMIENTO:

Categoría general con respecto a la asignación de trabajo. Políticas con respecto a la fuerza de trabajo, centralización o descentralización. Políticas con respecto a la relación entre los departamentos y al control.

TEMA IX

APLICACION PRACTICA DE LA TEORIA DE MANTENIMIENTO:

Introducción. Pasos recomendados para iniciar un plan de mantenimiento óptimo. Sistemas operativos e índice de control.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE
CODIGO:	IMT307
PRELACIONES:	IMT207 – IMT301
HORAS TEORICAS SEMANALES:	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

Consideraciones generales. Objetivos, métodos, usos y aplicaciones. El problema general del diseño. Catálogos y bibliografía.

#### TEMA II

Cadenas de eslabones de hierro redondo, cadenas articulares, cadenas de rodillos de bloque, cables de cañamo y metálicas. Control, sujeciones y cálculo. Ruedas para cadenas de eslabones de hierro redondo. Ruedas para cadenas articulares. Poleas de cables. Tambores para cadena. Tambores.

#### TEMA III

Transmisiones por cables y fundamentos acerca de los mecanismos de elevación. Polea fija. Polea loca. Polipastos. Cabreatantes. Disposición y rendimiento.

#### TEMA IV

Ganchos abiertos. Dispositivos de suspensión de ganchos. Cubos con cierre de punto muerto, con cierre giratorio, co~ cierre de campana y cubos volcadores. Cucharas automáticas multicables, motocucharas y cucharas hidráulicas. Electroimanes de suspensión y dispositivos al vado.

#### TEMA V

Trinquetes y trinquetes de fricción. Fuerzas y momentos de aceleración. Cálculo del momento de frenado. Poleas de freno. Frenos de zapata. Frenos de discos y de conos. Frenos de cinta y frenos especiales.

#### TEMA VI

Aparejos de mano: aparejos de tornillos sin fin; aparejos diferenciales; aparejos de dientes rectos; aparejos eléctricos. Gatos de cremallera, gatos de tornillo y gatos hidráulicos.

#### TEMA VII

Grúas correderas, grúas de puente, grúa de pórtico, puentes de carga, grúas de cable, grúas de pared,

grúas giratorias, grúas flotantes y grúas especiales.

TEMA VIII

Transportadores de cadena y sus diferentes aditamentos, transportadores de correa, de rodillos, de cargilones, de tornillo sin fin, neumáticos y poleas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	VIBRACIONES
CODIGO:	IMT308
PERIODO:	ELECTIVA
PRELACIONES:	IMT207
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	1
UNIDADES:	3

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### MOVIMIENTO OSCILATORIO:

Introducción. Vibraciones sinusoidales. Movimiento armónico. Análisis armónico. Funciones de tiempo transitorias. Funciones de tiempo semidefinidas. Propiedades del movimiento oscilatorio. Problemas.

#### TEMA II

##### METODOS Y LEYES PARA RESOLVER SISTEMAS VIBRATORIOS

##### LINEALES DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD NO AMORTIGUADOS:

Definición del sistema. Ecuación del movimiento. Ley del movimiento de Newton. Método de la suma de fuerza. Método de la energía. Método de Rayleigh. Método de la impedancia mecánica. Problemas.

#### TEMA III

##### SISTEMAS AMORTIGUADOS LINEALES DE UNO A SEIS GRADOS DE LIBERTAD:

Introducción. Vibración libre amortiguada y vibración forzada amortiguada. Amortiguación crítica. Movimiento subamortiguado. Movimiento sobre amortiguado. Movimiento críticamente amortiguado. Decrecimiento logarítmico de una oscilación libre. Amortiguación de "Coulomb". Rigidez y flexibilidad de un sistema de resortes. Problemas.

#### TEMA IV

##### MOVIMIENTO CON EXITACION ARMONICA:

Introducción. Vibración armónica forzada. Desbalance rotacional. Desbalance estático. Desbalance dinámico. Movimiento de los soportes de una máquina. Transmisibilidad. Instrumentos para medir, analizar e imprimir vibraciones mecánicas. Balance estático y dinámico en uno o dos planos y método vectorial. Problemas.

#### TEMA V

##### VIBRACION TORSIONAL:

Introducción. Analogía entre vibraciones rectilíneas y torsionales. Problemas.

TEMA VI

ANALOGIA ELECTRICA:

Introducción. Analogía eléctrica. Problemas.

TEMA VII

COMP1~TADOR ANALOGICO:

Operaciones básicas. Cambios de escuelas. Problemas.

TEMA VIII

SISTEMAS CON DOS GRADOS DE LIBERTAD:

Introducción. Coordenadas generales. Modos normales. Coordenadas principales. Coordenadas de acoplamiento. Ecuaciones de Lagran. Absorbedor de vibraciones dinámicas. Principios de ortogonalidad. Sistemas semidefinidos. Problemas.

TEMA IX

VARIOS GRADOS DE LIBERTAD:

Introducción. Ecuación del movimiento. Coeficientes de influencia. Interacción matricial. Método Stodola. Método Holzer. Método de la impedancia mecánica. Principios de la ortogonalidad. Problemas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	TRATAMIENTOS TERMICOS
CODIGO:	IMT309
PRELACION:	IMT301
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### TRATAMIENTOS TERMICOS:

Clases de tratamientos y definiciones. Clasificación de los tratamientos térmicos. Recocido. Temple y revenido. Usos y aplicaciones.

#### TEMA II

##### TRATAMIENTOS ISOTERMICOS:

Austempering. Martemperig. Uso y aplicación.

#### TEMA III

##### TRATAMIENTOS TERMOQUIMICOS:

Características que debe tener un metal para poderle aplicar tratamientos térmicos. Desarrollo de los tratamientos térmicos, permanencia a la temperatura máxima, control de temperatura, hornos y baños de enfriamiento. Cementación. Nitruración. Cianuración, carbonitruración y sulfunización.

#### TEMA IV

##### TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:

Llama oxiacetilénica. Inducción: alta frecuencia y baja frecuencia. Contacto eléctrico. Contacto electrónico. Usos y aplicaciones de la metalización. Ventajas y desventajas de la metalización. Operaciones de acabado.

#### TEMA V

##### TRATAMIENTOS MECANICOS Y TERMOMECHANICOS:

Tratamientos mecánicos en caliente: forja. Tratamientos mecánicos en frío por deformación profunda. Tratamientos mecánicos en frío por deformación superficial. Tratamientos termomecánicos: Anofoming. Cromado duro, materiales que se pueden cromar, técnica del cromado, uso y aplicaciones.

#### TEMA VI

##### TRATAMIENTOS TERMICOS DE LAS FUNDICIONES:

Recocido. Temple y revenido. Temple superficial de las fundiciones. Nitruración de las fundiciones. Fundiciones templadas.

TEMA VII

TRATAMIENTOS DE METALES NO FERROSOS:

Generalidades. Recocidos. Temple de precipitación. Práctica del temple y maduración de las aleaciones de aluminio.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	ANALISIS EXPERIMENTAL DE ESFUERZOS
CODIGO:	IMT311
PRELACION:	IMT202
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	3
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### INTRODUCCION A LA ELASTICIDAD:

Esfuerzo. Ecuación de equilibrio. Condiciones de borde. Rotación de los ejes de referencia. Desplazamiento y deformación unitaria. Compatibilidad. Relaciones esfuerzo-deformación. El problema matemático de elasticidad. Esfuerzo plano. Deformación plana. Función de Airy. Ejemplos de solución analítica.

#### TEMA II

##### MEDICION DE DEFORMACIONES:

Determinación experimental de las deformaciones. Características básicas de los extensómetros mecánicos, ópticos, eléctricos, acústicos y neumáticos. Método de Moire. Método de las cuadrículas.

#### TEMA III

##### EXTENSOMETROS DE RESISTENCIA ELECTRICA:

Factores que producen sensibilidad a la deformación en aleaciones metálicas. Compensación de los efectos de temperatura. Selección. Sensitividad y factor de calibración. Efectos de la deformación transversal.

#### TEMA IV

##### ANALISIS DE ROSETAS:

Roseta rectangular de tres elementos. La roseta delta. La rectangular de cuatro elementos. La te-delta de cuatro elementos.

#### TEMA V

##### CIRCUITOS E INSTRUMENTOS DE REGISTRO:

El potenciómetro, rango y sensitividad. El puente de sensitividad, criterios de selección. Puente de balance nulo.

#### TEMA VI

##### OPTICA Y TEORIA DE FOTOELASTICIDAD:

Polarización de la luz. Polariscopeos, Espectro fotoelástico. Multiplicación y afinamiento de franjas.



TEMA VII

**MATERIALES Y TECNICAS FOTOELASTICAS:**

Materiales fotoelásticos. Líneas isocromáticas isoclínicas. Métodos para determinación de ordenes de franjas fraccionales. Escala entre modelo y prototipo. Métodos de calibración de materiales fotoelásticos. Fotoelasticidad tridimensional.

TEMA VIII

**RECUBRIMIENTOS FRAGILES:**

Esfuerzos en el recubrimiento. Fractura y tipos de barniz. Curado y espesor del barniz. Influencia de las condiciones atmosféricas. Relación carga-tiempo. Efectos de un estado biaxial de esfuerzos. El método de recubrimientos frágiles como complemento a otros métodos.

TEMA IX

**VISCOELASTICIDAD:**

Comportamiento viscoelástico. Escurrimiento. Relajamiento. Influencia de la temperatura en comportamiento viscoelástico. Generalidades de las ecuaciones elásticas en modelos mecánicos.

TEMA X

**ELEMENTOS FINITOS:**

Introducción. Conceptos. Métodos de rigidez. Sistema de Coordenadas. Matriz de rigidez. Diferentes elementos y algunas aplicaciones.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	INGENIERIA DEL AUTOMOVIL
CODIGO:	IMT310
PERIODO:	ELECTIVA
PRELACION:	IMT207 – IMC204
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS LAB. SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I

##### RESISTENCIAS QUE SE OPONEN AL MOVIMIENTO DEL VEHICULO:

Resistencia al rodamiento; factores que influyen y medición de resistencia aerodinámica; factores que influyen sobre el coeficiente de resistencia aerodinámica, estudio del coeficiente aerodinámico, maneras para reducirlo y método para determinarlo. Resistencia al superar una pendiente.

#### TEMA II

##### PRESTACIONES DEL VEHICULO:

Potencia disponible. Potencia transmitida. Curvas características del automóvil. Máxima velocidad. Pendiente superable en cada marcha. Máxima aceleración disponible. Máximas presentaciones con mínimo consumo kilométrico.

#### TEMA III

##### ARRANQUE DEL VEHICULO:

Tiempo de arranque. Parámetros que influyen sobre el tiempo de arranque. Trabajo absorbido por el embrague.

#### TEMA IV

##### FRENADO DEL VEHICULO:

Frenado en carretera recta. Deslizamiento relativo. Coeficiente de adherencia. Esfuerzos llanta - suelo. Elipse de adherencia.

#### TEMA V

##### PRESTACIONES DEL VEHICULO EN CURVA:

Velocidad de escape. Velocidad de levantamiento. Deriva.

#### TEMA VI

##### LAS LLANTAS:

La cubierta. El neumático. La campana. Datos característicos. Características de funcionamiento.

TEMA VII

LA SUSPENSION:

Resortes. Amortiguadores. Barras antiolido. Tipos de suspensiones, ventajas y desventajas.

TEMA VIII

LA DIRECCION:

Angulos del tren directriz. Estudio geométrico de la dirección. Mecanismos de dirección mecánicamente perfectos. Curvas de error de viraje. Viraje dinámico.

TEMA IX

EL EMBRAGUE:

Necesidad. Clases de embragues. Dimensionamiento del embrague.

TEMA X

EL CAMBIO:

Cambio con eje auxiliar. Cambio con engranes en cascada. Cambio con engranes epicicloidales. Variomatic. Paralelo entre los tipos de cambios.

TEMA XI

EL SINCRONIZADO:

Engranes deslizantes. Sincronizador de collarín. Sincronizador de plato Sincronizadores positivos. Fuerzas sobre el sincronizador.

TEMA XII

EL DIFERENCIAL:

Requisitos. Diferencial con piñones cónicos. Diferencial autoblocante.

TEMA XIII

LOS FRENOS:

Clases de frenos. Efecto de servofrenatura. Mando del freno. Relación de transmisión del freno. Fuerza frenante en la periferia de la llanta. Limitaciones térmicas. Materiales de las superficies de fricción. Servofreno.

TEMA XIV

EL CHASIS:

Tipos de chasis. Criterios de diseño.

TEMA XV

ESTABILIDAD DIRECCIONAL:

Factores que la influyen. Margen de estabilidad. Punto neutro. Sobreviraje y subviraje. Comportamiento en curva. Comportamiento de la tracción delantera y la trasera.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE ING. MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	DISEÑO MECANICO POR COMPUTADORA
CODIGO:	IMT313
PERIODO:	ELECTIVA
PRELACIONES:	IMP10 – IMT207
HORAS TEORICAS SEMANALES:	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES:	2
UNIDADES:	4

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

TEMA I

INTRODUCCION

Objetivos del diseño óptimo comparados con los de diseño tradicional. Requisitos de funcionalidad. Limitaciones. Criterios de optimización.

TEMA II

DISEÑO DE MAGNITUD.

Formulación del problema de diseño óptimo. Región de diseño factible: Solución gráfica. Solución numérica por métodos de exploración local. Métodos de Box, Rosenbrock, de Johnson y otros. Tratamiento de las variables discretas. Formulación general del problema de optimización. Regresiones no lineales mediante computadora. Técnicas referentes a las fronteras Optimización de sistemas. Simulación de diseños tentativos. Simulación dinámica en computadora.

TEMA III

DISEÑO DE FORMA.

Formulación del problema de diseño de forma. Solución por optimización de funciones aproximadas. Introducción al cálculo de variaciones. Diseño de forma analítico. Diseño de forma por computadora y diferencias finitas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TERMODINAMICA I
CODIGO	IMC201
PERIODO	QUINTO
PRELACIONES	IMFI21 - IMMT40
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	2
UNIDADES	4

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Conceptos y definiciones: Sistema y volumen de control Propiedades, estado y proceso. Sistemas de Unidades. Volumen específico, presión, ley cero de la Termodinámica, escalas de temperatura.

TEMA II

Propiedades de una sustancia pura. Fases de equilibrio. Propiedades independientes. Ecuaciones de Estado. Tablas de Propiedades. Superficies Termodinámicas.

TEMA III

Trabajo y Calor. Unidades. Trabajo en un sistema compresible simple. Otras formas de trabajo. Calor.

TEMA IV

Primera Ley de la Termodinámica para Sistemas. Procesos cíclicos. Procesos abiertos. Energía Interna. Conservación de masa.

TEMA V

Primera Ley de la Termodinámica para Volúmenes de Control. Conservación de masa y energía Procesos de estado estable y uniforme. Calores específicos y coeficiente de Joule Thompson. Proceso cuasi equilibrio.

TEMA VI

Gases ideales. Energía interna. Entalpía. Calores específicos. Primera Ley de la Termodinámica.

TEMA VII

Entropía. Entropía como propiedad. Relaciones TdS. Cambio de entropía en procesos abiertos irrevocables. Trabajo perdido, irreversibilidad y disponibilidad. Segunda Ley para volúmenes de control. Cambio de entropía en gases ideales. Principio de incremento en entropía. Eficiencia.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	MECANICA DE LOS FLUIDOS
CODIGO	IMC200
PERIODO	QUINTO
PRELACIONES	IMMR20 – IMMT 40
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	2
UNIDADES	4

### CONTENIDO PROGRAMATICO:

#### TEMA I

Propiedades de los Fluidos: Definiciones. Propiedades. Sistemas de unidades. Gases ideales. Tensión superficial.

#### TEMA II

Estática de Fluidos: presión en un punto. Ecuación fundamental de hidrostática. Medición de presión. Fuerza sobre superficies sumergidas. Flotación y estabilidad. Equilibrio relativo.

#### TEMA III

Conceptos y Ecuaciones Básicas del Movimiento de Fluidos: Sistema. Volúmen de Control reversibilidad y tipos de flujo. Trayectoria, línea de flujo y traza. Ecuación de continuidad. Ecuación de Euler y Bernoulli. Ecuación de energía. Ecuaciones de cantidad de movimiento lineal y angular.

#### TEMA IV

Análisis Dimensional y Si mil andad: Homogeneidad dimensional. Relaciones adimensionales. Teorema Pi. Importancia de algunos parámetros adimensionales. Similaridad y modelos

#### TEMA V

Efectos viscosos: Flujo laminar entre placas paralelas, tubos circulares y espacios anulares. Número de Reynolds. Longitud de mezcla y distribución de velocidad en flujo turbulento en ductos abiertos y cerrados. Flujo estable incompresible en tuberías. Lubricación.

#### TEMA VI

Flujo compresible: Velocidad del sonido. Número de Mach. Flujo isentrópico. Ondas de choque. Líneas de Fanno y Rayleigh. Flujo adiabático viscoso. Flujo no viscoso con transferencia de calor. Flujo isotérmico estable.

#### TEMA VII

Flujo ideal: Ecuación de Euler. Flujo irrotacional. Potencial de velocidad. Función de corriente y condiciones de contorno. Redes de flujo bidimensionales.

#### TEMA VIII

Aplicaciones de flujo estable en ductos: Líneas hidráulicas y energéticas. Tuberías en serie y paralelo. Ramificaciones. Circuitos hidráulicos.

#### TEMA IX

Aplicaciones de flujo inestable en ductos: Golpe de ariete.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TERMODINAMICA II
CODIGO	26154B
PERIODO	SEXTO
PRELACIONES	26144
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	2
UNIDADES	4

### CONTENIDO PROGRAMATICO:

#### TEMA I

Transformaciones Termodinámicas: Variaciones de las magnitudes fundamentales en las diversas transformaciones: isotermas, isobáricas, isométricas, adiabáticas y politrópicas. Representación en los planos P-V y T -S. Diagrama entalpía concentración.

#### TEMA II

Termodinámica del Vapor de Agua: Líquido saturado. Vapor saturado. Vapor sobrecalentado. Tablas de vapor. Relaciones entre las magnitudes termodinámicas. Título. Transformaciones termodinámicas del vapor de agua. Diagramas.

#### TEMA III

Máquinas de vapor. Ciclo Rankine. Esquema, Diagrama, Rendimiento. Mejoras en el Ciclo Rankine

#### TEMA IV

Ciclos técnicos: Motores de combustión interna. Ciclo Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Semidiesel. Diagramas. Rendimientos. Turbinas de reacción. Ciclo Brayton. Diagramas. Mejoras. Motores a reacción.

#### TEMA V

Ciclos frigoríficos: Clases de ciclos frigoríficos. Esquema. Diagramas. Licuación de gases: Procesos Linde y Claude. Técnicas de las muy bajas temperaturas.

#### TEMA VI

Sistemas Reales: Ecuaciones semi empíricas. Coeficiente de compresibilidad. Estados correspondientes. Mezclas. Cálculos en base de tablas y de gráficos.

#### TEMA VII

Compresores: Compresores en émbolo. Compresores centrífugos. Diagramas. Rendimiento. Compresión escalonada.

#### TEMA VIII

Equilibrios Químicos: Criterios de equilibrios. Equilibrios químicos. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Sistemas reales. Reacciones simultáneas.

#### TEMA IX

Termodinámica de los Sistemas Aleados: Energía libre de las fases aleadas. Equilibrios sólidos, líquido. Componentes miscibles en estado líquido. Eutécticas. Puntos de fusión congruente e incongruente. Miscibilidad parcial en estado sólido. Peritécticos. Miscibilidad parcial en estado líquido



### TEMA X

Sistemas de tres componentes: Representación gráfica. Tres líquidos parcialmente miscibles. Dos fases sólidas y una líquida. Formación de compuestos binarios y ternarios. Soluciones sólidas

### TEMA XI

Fenómenos críticos de mezcla: Diagrama. Condensación retrógrada. Constante de equilibrio de vaporización. Curva de puntos de burbuja. Curvas de punto de rocío. Vaporización parcial.

### TEMA XII

Flujo de fluidos: Fluidos compresibles e incompresibles. flujo isentrópico. flujo de Fanno. flujo de Rayleigh unidimensional generalizado. flujo metaestable. Toberas.

### TEMA XIII

Hidrometría: Estudio termodinámico del aire húmedo. Empleo de Diagramas. Empleo del diagrama. Humidificación secado. Acondicionamiento del aire.

### TEMA XIV

Cálculos, de magnitudes termodinámicas en sistemas multicomponentes: ejemplos diversos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
 DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TRANSFERENCIA DE CALOR
CODIGO	IMC203
PERIODO	SEPTIMO
PRELACIONES	IMC201 – IMC200
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	1
UNIDADES	3

**CONTENIDO PROGRAMATICO:**

**TEMA I**

Modos en que se realiza el flujo de calor. Leyes básicas de la transferencia de calor. Mecanismos combinados en la transferencia de calor. Analogía entre el flujo de calor y el flujo eléctrico

**TEMA II**

Conducción de calor en estado estable: Paredes de configuración geométrica simple. Estructuras compuestas. Sistemas con fuente de calor. Espesor crítico de aislamiento. Superficies extendidas.

**TEMA III**

Conducción de calor en estado inestable: flujo de calor transitorio y periódico. Flujo transitorio de calor con resistencia interna despreciable. Cartas para la conducción transitoria del calor.

**TEMA IV**

Transferencia de Calor por Radiación: Radiación térmica. Absorción. Reflexión y transmisión de radiación. Ley de Kirchoff y el cuerpo negro. Intensidad de radiación y poder de emisión total. Radiación de superficies reales. Intercambio de calor por radiación entre superficies negras. Radiación de superficies reales, intercambio de calor por radiación entre superficies negras en presencia de superficies re-radiantes. Flujo de calor por radiación entre superficies grises.

**TEMA V**

Fundamentos de la Convección: Coeficiente de transferencia de calor por convección. Mecanismo de transporte de energía y flujo de fluidos. Fundamento de las capas de frontera. Módulo de Nusselt. Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor por convección. Análisis dimensional. Capa laminar sobre una placa plana. Análisis aproximado de la capa frontera. Analogía entre transferencia de calor y de cantidad de movimiento en flujo turbulento. Analogía de Reynolds para flujo turbulento sobre placa plana. Flujo turbulento sobre superficies planas.

**TEMA VI**

Convección libre: Parámetros de similitud para convección libre. Cálculo de la conductancia por unidad de superficie.

TEMA VII

Convección formada dentro de tubos y ductos: Diámetro hidráulico. Selección de la temperatura de la referencia del fluido. Efecto del número de Prandtl. Efecto de entrada. Analogía entre transferencia de calor y transferencia de cantidad de movimiento. Coeficientes de transferencia de calor para flujo turbulento. Metales líquidos. Convección forzada en flujo laminar

TEMA VIII

Convección forzada sobre superficies anteriores: Flujo sobre cuerpo con pendiente bruscas. Efecto del flujo transversal sobre un cilindro y una esfera. Flujo transversal en heces de tubos.

TEMA IX

Intercambiadores de calor: Diseño y selección. Tipos básicos de intercambiadores de calor. Diferencia media de temperatura. Eficiencia de los intercambiadores de calor. Factores de incrustación.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE TECNOLOGIA Y DISEÑO

PROGRAMA:	SEMINARIO PARA ING. MECANICA
CODIGO:	IMT304
PERIODO:	NOVENO
PRELACION:	140 UNIDADES
HORAS TEORICAS SEMANA:	2
UNIDADES:	2

### OBJETIVO:

Formación de actitudes críticas del estudiante ante los problemas nacionales y de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

### METODOLOGIA PROPUESTA:

El objetivo anterior puede cumplirse a través de:

- Discusiones en Grupos.
- Charlas y Conferencias.
- Exposiciones de trabajos en equipos.

Entre los temas recomendados para cumplir el objetivo anterior se debe tener prioridad al seleccionar su actualidad e influencia sobre la formación integral del Ingeniero.

Se proponen los siguientes temas:

- Historia de la Tecnología.
- Educación Superior en Venezuela.
- Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Investigación en Ingeniería Mecánica.
- Dependencia Tecnológica.
- Modelos de Desarrollo Económico Social.
- Evaluación de la Educación en Venezuela, y su Influencia dentro de la Producción.
- Impacto Ecológico y Social del Desarrollo Industrial en Venezuela.
- Metodología en el Proceso Enseñanza-aprendizaje en las carreras técnicas.
  
- Evaluación de Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Elaboración curricular de carreras cortas a nivel técnico, como una solución a la masificación estudiantil de las universidades.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	CONVERSION DE ENERGIA
CODIGO	IMC204
PERIODO	SEPTIMO
PRELACIONES	IMC202
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES	2
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Formas de generar energía y factibilidad en Venezuela. Energía Hidráulica. Energía. Energía Fósil. Energía Meromotriz. Energía Solar. Energía Nuclear.

TEMA II

Máquina de combustión interna. Clasificación Constitución del motor alternativo bastidor. Cilindros. Pistones. Bulón cigueñal. Válvulas. Arbol de levas. Sistemas de motor

TEMA III

Conceptos y definiciones. Sistemas de unidades. Ley de los gases perfectos. Volumen específico y densidad. Ley de Dalton. Conservación de la energía. Proceso isocórico. Proceso adiabático. Eficiencia. Potencia. Relación combustible aire. Consumos específicos. Presión media efectiva. Relaciones potencia p<sub>mc</sub>. Características al freno e indicadas. Relación combustible aire estequiométrica.

TEMA IV

Ciclos ideales. Ciclo de máximo rendimiento. Limitaciones sobre las presiones y temperaturas del ciclo. Procesos óptimos de suministro y cesión de calor. Hipótesis de los ciclos ideales. Ciclo Sabthe. Ciclo Diesel. Ciclo Otto.

TEMA V

Motores. De dos carreras por ciclo. De cuatro carreras por ciclo. Turbinas de Gas. Motores rotativos.

TEMA VI.

Ciclos aire combustible. Utilidad. Hipótesis. Composición de los gases. Variación del número de moléculas. Uso del Diagrama de Combustión. Termodinámica de la combustión.

TEMA VII.

Ciclo reales de los motores. . Hipótesis. Diagrama de indicador. Diagrama de la distribución. Análisis de fallas en el diagrama del indicador

### TEMA VIII.

La Admisión. Pérdidas de presión. Calentamiento de la mezcla. Rendimiento volumétrico del motor de cuatro carreras por ciclo y de dos carreras por ciclo. Consumo de aire. Factores que influyen sobre el rendimiento volumétrico. Influencia de la carga y de la velocidad sobre los parámetros de la admisión. Proporcionamiento de las válvulas. Clases de barrido. Caudal de la bomba de barrido.

### TEMA IX

Parámetros finales de la compresión. Factores que influyen sobre la compresión. Movimiento de la mezcla durante la compresión.

### TEMA X.

La Combustión. Velocidad de la llama. Duración de la fase de combustión. Influencia de la velocidad y la carga sobre el tiempo de combustión.

### TEMA XI.

Combustión anormal. Preencendido. Auto encendido. Detonación. Mecanismo de la detonación. Determinación del N.O. Auditivos. Autodetonantes. Formas de evitar la detonación. Encendido por puntos calientes.

### TEMA XII

Carburación. Necesidades del motor. Carburador elemental. Circuito de mínima. Economizadores. Bomba de aceleración. Cobador. Correctores altimétricos.

### TEMA XIII

Encendido. Encendido por batería. Bobina. Distribuidor. Avance centrífugo y de vacío. Bujías. Grado Térmico. Encendido por magneto.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TEORIA DE CONTROL
CODIGO	26157
PERIODO	OCTAVO
PRELACIONES	14135 - 28830
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	0
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Introducción. Introducción general. Reseñas históricas. Definiciones: A) Sistema B) Sistema de Control. Estudio dinámico de un sistema: Sistema Mecánico. Sistema eléctrico. Sistema Hidráulico. Sistema térmico. . Ejemplos

TEMA II.

Ecuaciones diferenciales ordinarias y linealización de ecuación. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y no lineales. Solución de una ecuación diferencial ordinaria lineal; Solución homogénea y solución particular. Determinación de las constantes. Ejemplos. Linealización de ecuaciones utilizando la expansión de Taylor alrededor de un punto conocido. Ejemplos.

TEMA III

Respuestas de sistemas. Excitación a un sistema; en escalón - en rampa y senoidal. Respuesta de un sistema de primer orden sometido a cambios; en escalón, en rampa y senoidal. Definición de constante de tiempo. Respuesta de un sistema de segundo orden sometido a un cambio en escalón, en rampa y senoidal. Sistema sobre-amortiguado, críticamente amortiguado, sub-amortiguado y oscilatorio.

TEMA IV

Estabilidad. Definición; Desde un punto de vista físico y desde un punto de vista matemático. Estabilidad limitada Criterio de Routh Observaciones. Criterio de Hurwitz: Ejemplos.

TEMA V

La transformada de Laplace: Definición. Números complejos.  $p$  La variable compleja  $S$ . Teoremas y transformadas. Teoremas del valor inicial y del valor final. La transformada inversa. Solución de ecuaciones diferenciales por el método de la transformada de Leplace. Ejemplo.

TEMA VI

Función de transferencia y diagrama de bloque. Definición de función de transferencia. Diagramas de bloques. álgebra de bloques: Sistema de control a circuito cerrado y a circuito abierto. Sistema regulador y sistema seguidor. Forma canónica de un sistema de control por retroalimentación. Teorema de transformación de diagramas de bloque. Notación generalizada para un sistema de control a circuito cerrado. Estudio de un sistema de control automático (Ejemplo nivel, temperatura, flujo, etc). Ejemplos

### TEMA VII

Definición de acción de control y tipos. Acción proporcional. Desajuste o desviación permanente. Ejemplo de un sistema de control de nivel de liquido con acción proporcional. Características de la acción proporcional. Acción integral: Ejemplo de un sistema de control de nivel liquido usando la acción integral: Ejemplo de un sistema de control de nivel liquido usando la acción integral. Característica de la acción integral. Acción derivativa: Ejemplo de un sistema de control de nivel liquido usando acción derivativa. Característica de la acción derivativa. Combinación de acciones de control; Acción proporcional mas integral. Ejemplos. Características. Acción proporcional mas derivativa. Ejemplo.. Características Control de posiciones. Ejemplo. Características. Tipos de Sistema; tipo 0, 1 y 2.

### TEMA VIII.

Respuesta frecuencial. Definición, Procedimientos para obtener los datos de respuesta a la frecuencia. Sustitución de Representación gráfica: Coordenadas polares y rectangulares. Determinación experimental de la respuesta a la frecuencia. Ejemplos.

### TEMA IX

Criterio de Niquist. Introducción. El criterio de estabilidad de Nyquist. Análisis de Nyquist. Simplificado. Relaciones gráficas en el plano GH. Ejemplos.

### TEMA X

Diagramas de Bode y Gráficas de Nichols. Introducción. Diagramas de atenuación de Bode. Análisis de estabilidad sobre los diagramas de Bode. simplificaciones para obtener los gráficos. Gráficas de Nichols. Ejemplos.

### TEMA XI

Lugar Geométrico de las raíces de la ecuación, Características. Introducción. Concepto del método. Gráficas para las funciones de transferencia simple. Guías para graficar rápidamente. Relaciones gráficas. Ganancia del sistema. Respuesta transitoria. Ejemplos.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TURBOMAQUINAS
CODIGO	IMC205
PERIODO	OCTAVO
PRELACIONES	IMC200 – IMC202
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES	2
UNIDADES	5

### CONTENIDO PROGRAMATICO:

#### TEMA I

Introducción. Definición y Clasificación de las turbomáquinas. Vistas y Proyecciones utilizadas en el análisis.

#### TEMA II

Análisis dimensional. Generalidades. Similitud. Aplicación Análisis Dimensional a Turbomáquinas Hidráulicas. Velocidad específica. Aplicación a Turbomáquinas Térmicas. Curvas de Comportamiento de turbomáquinas térmicas (compresores y turbinas).

#### TEMA III

Termodinámica de los procesos en turbomáquinas hidráulicas. Análisis de los procesos en el rodete. isentrópico de compresión y expansión. Rendimiento isotérmico. Eficiencias de acuerdo a la finalidad de la turbomáquinas.

#### TEMA IV

Transferencia de energía entre fluido y rodete. Triángulos de velocidad. Ecuación de Euler para turbomáquinas motores y generadores. Componentes de la energía transferida. Grado de reacción.

#### TEMA V

Análisis de turbomáquinas con flujo radial y axial en el rotor. Eficiencias referidas a las pérdidas en el rotor. Bombas compresores y turbinas de flujo radial y axial. Coeficiente de Presión.

#### TEMA VI

Análisis de turbomáquinas entre la entrada y salida de la máquina. Altura manométrica y altura neta. Pérdidas. Rendimiento. Potencias.

#### TEMA VII

Influencias del número finito de álabes. Influencia en Euler. Coeficiente de resbalamiento.

#### TEMA VIII

Cavitación. Colocación de bombas NPSH.

#### TEMA IX

Curvas características de Turbomáquinas generadoras. Características del sistema. Punto de trabajo.  
Análisis de sistemas de bombeo.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO
CODIGO	IMC301
PERIODO	NOVENO
PRELACIONES	IMC202 –IMC203
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Generalidades. Aplicaciones de la Refrigeración y Aire Acondicionado. Preparación. Almacenamiento y Distribución de alimentos. Refrigeración en industrias químicas y procesos industriales. Aire Acondicionado Industrial y para el confort.

TEMA II

Métodos de Refrigeración. Introducción. Elevación de la temperatura de un refrigerante. Cambio de fase. Expansión de un líquido. Expansión de un gas perfecto en régimen permanente. Proceso de vaciado. Expansión de un gas real. Otros procesos.

TEMA III

Ciclo de compresión de vapor. Introducción. Ciclo refrigerante de Carnot. Coeficiente de funcionamiento. Refrigerante. Condiciones para un coeficiente de funcionamiento óptimo. Límites de la temperatura. Bomba de calor de Carnot. Utilización del vapor como refrigerante. Modificaciones del ciclo de Carnot. Compresión húmeda en lugar de compresión seca. Proceso de expansión. Ciclo standart de compresión de vapor. Coeficiente de funcionamiento del ciclo standard de compresión de vapor. Intercambiadores de calor y ciclo real de compresión de vapor.

TEMA IV

Sistemas de presiones múltiples. Introducción. Separación de vapor saturado. Enfriamiento intermedio del vapor. Un evaporador y un compresor. Dos evaporadores y un compresor. Dos compresores y un evaporador. Dos compresores y dos evaporadores. Equipo adicional.

TEMA V

Refrigerantes y aislantes. Introducción. Clasificación. Propiedades termodinámicas, químicas y físicas. Refrigerante óptimo - Refrigerantes comerciales. Aislantes. Propiedades. Aislante Óptimo. Aislantes comerciales.

TEMA VI

Refrigeración por Ciclo de Aire. Introducción. Refrigeración en los aviones. Ciclo de aire ideal. Sistema simple. Sistema de dos etapas. Sistema regenerativo. Comparación de los sistemas. Sistemas que usan aire seco. Sistemas que usan aire húmedo. Varios.

TEMA VII

Refrigeración por chorro de Vapor de Agua. Introducción. Aplicación. Análisis. Funcionamiento.

TEMA VIII

Refrigeración a baja temperatura. Introducción; Compresión de vapor. Sistemas en cascada. Funcionamiento a bajas temperaturas. Enfriamiento Joule-Thomson. Sistema Linde. Análisis del Sistema Claude. Otros.

PARTE II

TEMA IX

Psicometría. Introducción. Carta psicométrica. Línea de saturación. Humedad relativa. Relación de humedad. Entalpia Volúmen específico. Temperaturas de bulbo seco y húmedo. Saturación adiabática. Punto de rocío. Procesos elementales de acondicionamiento: calentamiento, enfriamiento, humidificación, deshumidificación, mezcla de dos cantidades de aire, temperatura y condiciones de confort

TEMA X

Cálculo de la carga de enfriamiento. Introducción. Consideraciones generales. Estado de ambientes. Distribución de la carga. Radiación a través de ventanas o puertas de vidrio. Conducción y convección a través de ventanas y vidrios

TEMA XI

Distribución de aire. Introducción. Diseño de la red de ductos. Métodos. Movimiento del aire en el local. Ventiladores. Sistemas de ventilación.

TEMA XII

Controles. Introducción. Controles para aire acondicionado. Sensores. Varios.

TEMA XIII

Proyecto. Introducción. Cada alumno deberá realizar un proyecto de aire acondicionado y/o de refrigeración.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	CENTRALES TERMOELECTRICAS
CODIGO	IMC302
PERIODO	DECIMO
PRELACIONES	IMC203 –IMC204
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	1
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Generalidades. Sistemas de generación de potencia. Plantas de vapor. Generadores de turbinas de gas. Generadores Diesel.

TEMA II

Generadores de vapor. Generalidades (tipos de calderas). Circulación, Tambores, Sobrecalentadores, Desobrecalentadores, Recalentadores, Economizadores, Precalentadores de aire.

TEMA III

Calderas de alta presión. Calderas Leoffler, La mont, Schhidt Hartuian, Benson, Monotubulares y Velox, Ciclo Binario.

TEMA IV

Sistema de. combustión. Balance energético de la caldera. Combustión de gas y petróleo. Quemadores. Hogares. Sistema de tiro

TEMA V

Intercambiadores de Calor. Generalidades. Condensadores. Calentadores de agua. Evaporadores. Acumuladores de vapor. Torres de enfriamiento. Pozos de atomización.

TEMA VI

Accesorios. Accesorios de la caldera, Trampas, Bombas, Controles.

TEMA VII

Economía de la Generación de potencia. Diagramas de carga. Selección de las unidades de generación. Curvas características de funcionamiento de la central. Carga de las unidades de generación. Costo incremental. Costos.

## TEMA VIII

Pruebas de eficiencia. Operación y mantenimiento.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA

CODIGO

PERIODO

PRELACIONES

HORAS TEORICAS SEMANALES

HORAS PRACTICAS SEMANALES

UNIDADES

INSTRUMENTACION

IMC303

DECIMO

IMC202 –IMC206

3

1

3

## CONTENIDO PROGRAMATICO:

### TEMA I

Introducción a la Instrumentación: Definición. Importancia. Campo de aplicación. Instrumentos de medición y control. Clasificación de los instrumentos de acuerdo a su función.

### TEMA II.

Características estáticas y dinámicas de los instrumentos. Definiciones: Rango y amplitud. Características estáticas: exactitud. Reproducibilidad. Sensibilidad. Desvío. Zona muerta. Estudio dinámico de un instrumento: Instrumentos de primer y de segundo orden - Características dinámicas: Fidelidad. Velocidad de respuesta. Error dinámico. Retardo

### TEMA III.

Estudio funcional de un instrumento de medición. Definición de medición. Errores que se cometen al efectuar una medición. Teoría de errores de Gauss. Elementos de entrada y salida en un instrumento de medición. Instrumentos de medición a circuito abierto y a circuito cerrado. Operaciones funcionales de un instrumento de medición.

### TEMA IV.

Medición de presión. Generalidades sobre presión: Definición. Referencias. Unidades y Equivalencias. Formas de presión en un fluido en movimiento. Elementos sensores de presión: Bourdon en C, Bourdon en Hélice, Bourdon en espiral, fuelle, diafragma y cápsula. Manómetros de columna de liquido: De tubo en U, de vaso alargado de pozo, de tubo inclinado, de anillo balanceado y de campana invertida. Manómetros mecánicos: De resorte, de fuelle y de diafragma. Medición de presión absoluta. Medidores de presión absoluta. De fuelle, de ionización, de Pirani y de McLeod. Medición de presión en fluidos corrosivos: Sello de diafragma o fuelle y sistema de purga.

### TEMA V

Medición de temperatura. Generalidades sobre temperatura: Escala y equivalencias. Termómetros de expansión: De mercurios en vidrio. Bimetálico - De resorte a presión (Actuado por liquido, por gas o por vapor). Fuentes de error en los termómetros de resorte a presión y métodos de compensación. Termómetros de resistencia: Relación entre la resistencia eléctrica y la temperatura.

Ecuación de Collendar. Características estáticas. Circuitos de medición de resistencia eléctrica: Puente de Wheat stone De Callendar - Griffith - De doble guía y capacitivo. Termo electricidad: El termopar. Descubrimiento Seebeck. Efectos Peltier y Thomson. Relación entre la f.e.m. y la temperatura en un termopar, Leyes de los circuitos termoelectrónicos. Tipos de termopares y cables transmisores (Nomenclatura según la ISA). Pozos térmicos: características. Respuesta de termopares. Uso de tablas. El milivoltímetro. El potenciómetro de balance nulo: Descripción y estandarización. Pirometría: El pirómetro óptico. El pirómetro de radiación. El pirómetro fotoeléctrico.

### TEMA VI

Medición de nivel. Generalidades sobre medición de nivel: métodos directos y métodos indirectos. Medición directa de nivel: Medidores de vidrio, de flotante, de flotante de rotación y desalojadores. Medición indirecta de nivel: tanques abiertos: Método de burbujeo, método del diafragma. Tanques cerrados: Método de la presión diferencial

### TEMA VII

Medición de flujo. Generalidades sobre flujo: Flujo laminar y turbulento (número de Reynolds). Medidores de presión; diferencial: Fórmula general (fluidos compresibles e incompresibles). Orificios de medición: Instalación, tomas de presión, uso de tablas. EL tubo venturi: Fórmula y uso de tablas. La tobera de flujo y la tobera venturi. El tubo de Pitot; Instalación y cálculo de flujo mediante el método de integración aproximada. Medidores de área: El rotámetro y el medidor de cilindro y pistón. Medidores de velocidad: La turbina. Medidores magnéticos.

### TEMA VIII

Sistemas de telemedición. Introducción. Clasificación. Estudio funcional de la telemedición: Elementos. El transmisor. Telemedición neumática: Rangos usuales y limitaciones. Sistema tobera obturador. Telemedición eléctrica; Por voltaje. Por corriente. Por posición. Por frecuencia y por impulso.

### TEMA IX

El controlador. Definición y clasificación. El controlador neumático: De balance de momentos y de balance de fuerzas. El controlador eléctrico: Descripción. Acciones de control: De dos posiciones: Aplicaciones y limitaciones. Proporcional: Definición. Concepto de banda proporcional. Estudio gráfico (en circuito abierto). Desvío o desajuste. Aplicaciones y limitaciones. Control integral: Definición. Estudio gráfico (en circuito abierto). Aplicaciones y limitaciones. Control derivativo: Definición. Estudio gráfico (en circuito abierto). Aplicaciones y limitaciones. Combinación de acciones de control: Proporcional mas integral. Mas derivativa. Definición de tiempo de acción integral y tiempo de acción derivativa.

### TEMA X

La válvula de control. Definición. Clasificación según la energía auxiliar suministrada. Descripción general de la válvula de control neumática: Parte matriz y cuerpo. Clasificación según su acción. Según su número de asientos y según su tapón. Fuerzas que influyen en el funcionamiento de una válvula de control. El posicionador: Principio de operación. Alineamiento de una válvula usando el posicionador. Características de flujo de una válvula de control. Selección del tamaño de una válvula de control: Fórmulas generales y uso de tablas.

TEMA X

Símbolos y diagramas de la Instrumentación. Nomenclatura según la ISA. Representación de instrumentos simples y compuestos. Ejemplos de aplicación.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	FLUJO DE DOS FASES
CODIGO	IMC312
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC203
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Objetivos. Unidades. Métodos de Análisis. Patrones de Flujo.

TEMA II

Ecuaciones básicas del flujo de dos fases. El modelo homogéneo. El modelo de flujo separado. Correlaciones recientes usadas con ambos modelos.

TEMA III

Introducción breve a la Ingeniería de Reservorios petroleros. Permeabilidad. Saturación. Diagrama de fase de los reservorios. Comportamiento del flujo de entrada. Índice de productividad.

TEMA IV

Flujo vertical de Crudo - Gas Natural. Correlaciones limitadas; Poettman y Carpenter, Hagedorn y Brown. Correlaciones Generalizadas: Dims y Ros, Orkiuszewski

TEMA V

Flujo horizontal de crudo-gas natural. Correlaciones limitadas: Loekhart y Martinelli, Baker - Correlaciones Generalizadas: Dukler, Eaton, Beggs y Brillí.

TEMA VI:

Flujo inclinado y direccional de crudo-gas natural. Correlaciones de Baker, Beggs y Brillí.

TEMA VII.

Análisis del cabezal o estrangulador del pozo y accesorios. Correlaciones recientes de Gilbert, Ros y Omaña.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	INT. A LA AEROTECNICA
CODIGO	IMC313
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC206
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES	1
UNIDADES	4

## CONTENIDO PROGRAMATICO

### TEMA 1

Bases aerodinámicas del vuelo.

- 1.1. Fuerzas, momentos y coeficientes aerodinámicos.
- 1.2. Teoría de control y maniobrabilidad del avión.
- 1.3. Peso y carga alar.

### TEMA II

Operación y rendimiento del avión y los motores.

- 11.1. Arquitectura del planeador.
- 11.2. Carga, peso, equilibrio y balance.
- 11.3. Arquitectura y funcionamiento del motor.
- 11.4. Factores de eficiencia del avión.

### TEMA III.

Introducción a la Meteorología y Aeronáutica.

- 111.1. Seguridad de vuelos y meteorología.
- 111.2. Composición física de la atmósfera. Influencia de la presión atmosférica en las características de vuelo.
- 111.3. Parámetros atmosféricos: viento, humedad, temperatura, condensación.
- 111.4. Diagnóstico meteorológico aeronáutico.

### TEMA IV:

Introducción a la navegación aérea.

- IV.1. Principios medios de navegación aeronáutica
- IV.2. Interpretación de mapas de navegación.
- IV.3. Metrología, cálculos y triángulos de viento.

### TEMA V

Instrumental aeronáutico.

- V.1. Sistema pitot estático.

- V.2. Giroscopios y brújula magnética.
- V.3. Navígrafo: cara de la regla de cálculo y cara de viento.

TEMA VI.

Planificación del vuelo

- VI.1. Elementos del plan de vuelo
- VI.2. Plan de vuelo previo y definitivo
- VI .3. Elementos de radiotransmisión.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	AIRE ACONDICIONADO AVANZADO
CODIGO	IMC311
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC301
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Fisiología y Confort. Respuestas del cuerpo humano ante el ambiente térmico, ecuación de equilibrio. Mecanismo de transferencia de calor del cuerpo, índices para su evaluación. Definición termodinámica de Confort. Influencia de las propiedades térmicas del ambiente en el Confort y fisiología. Control de temperatura superficial y profundidad de los tejidos. Temperatura media radiante. Índices de confort, temperatura efectiva, temperatura efectiva corregida, índice de Yaglou, Instrumentos; termómetros de bulbo seco, hidrómetros - psicrómetros, termómetros de globo, termómetros kata, anemómetros. Uso de abacos para la evaluación de condiciones de confort

TEMA II

El ambiente térmico; Estudio de materiales, influencia de sus características en las condiciones térmicas de los ambientes. Inercia térmica aprovechamiento de la misma para climas específicos. Difusividad de los materiales. Decremento y Desafaje. Orientaciones, colores, fenestraciones y protecciones solares. Recomendaciones para el diseño de Arquitectura en función del confort térmico.

TEMA III

Condiciones interiores y exteriores de diseño. Condiciones psicométricas interiores, criterios térmicos y económicos para su adopción. Temperaturas, humedades, velocidades, filtración, movimiento total de aire y nivel de renovación. Sensación de pesadez y de frescura. Recomendaciones para casos particulares. Condiciones exteriores de diseño. Influencia de las variaciones climáticas, vientos y su origen, variaciones estacionales y diarias de la temperatura y la humedad, formación de rocío. Determinación de las condiciones en bases estadísticas, Métodos de Holliday y de Crow.

TEMA IV

Sistemas; Sistemas de aire de agua, combinaciones. Sistema de agua helada y de expansión directa, Sistemas con condensación centralizada. Aplicaciones típicas de sistemas en usos determinados. Índices económicos de los diferentes sistemas.

TEMA V

Torres de enfriamiento Diseños mas usados, tiro inducido, tiro forzado. Clasificación. Criterios de selección. Altas temperaturas de entrada. Influencia de la temperatura del bulbo húmedo del aire, aproximación y rango. Métodos de selección. Purga, Pérdidas de agua, reposición.

### TEMA VI

Cargas térmicas. Definiciones, día de diseño, carga conjunta y particular de diseño, ambiente zona, cargas internas, externas, totales, sensibles, latentes. Discriminación de los componentes de cargas térmicas. Criterios para la definición de las zonificaciones. Indices para el primer estimado de cargas. Cálculos de cargas debidas a insolación, determinación de sombras, factores de radiación, concepto de Almacenamiento Térmico". Radiación directa y difusa, geometría de insolación. Diseño y evaluación de protecciones solares. Cálculo de las cargas debidas al efecto de radiación y conducción a través de paredes y techos exteriores, temperatura sol-aire y diferencial equivalente de temperaturas. Métodos simplificados de cálculo basado en el criterio de Mackey & Wright. Cálculo de factores totales de transferencia de Calor. Tablas de resistencia y conductancias. Cálculo de cargas por conducción a través de vidrios, paredes interiores, puertas piso-techo, etc. Cálculo de las cargas de iluminación artificial. factores de almacenamiento, niveles usuales de iluminación. Cálculo de las cargas térmicas debido a equipos, personas, infiltración de aire y vapor, aire fresco. Cálculo y otras cargas térmicas menores, trabajo de ventiladores, ganancia de ductos. Factores de seguridad.

### TEMA VII

Aplicaciones de Psicrometría. Repaso de conceptos termodinámicos, procesos psicrométricos comunes en acondicionamiento de aire. Uso de la carta psicrométrica, factor de calor sensible interno, su concepto e influencia en el mantenimiento de las condiciones interiores de diseño. Factor de calor sensible general su concepto e influencia en el comportamiento del equipo de enfriamiento. Factor de desvío, Factor de calor sensible efectivo. Planteamientos teóricos en base a "Aire Standard" Psicrometría de procesos a carga parcial > control de condiciones psicrométricas con variación de la carga. Métodos gráficos de análisis psicrométrico. Casos de monozonas y multizonas, medios de control de: mezcla, desvío, temperatura de punto de rocío del aparato.

### TEMA VIII

Diseño de medios de conducción de aire. Ductos de aire. Materiales constructivos. Normas y recomendaciones de construcción. Empates, codos, compuertas, colgadores, transformaciones, conexiones de equipos. Aislamiento de vibraciones. Clasificación de los sistemas según velocidades y presiones, factores económicos en el diseño. Ecuaciones básicas del flujo., pérdidas de presión friccionales y dinámicas. Secciones de abacos de pérdidas de presión. Longitudes equivalentes de tramos no rectos. Cálculo de ductos por el método de igual fricción. Velocidades recomendables. Ruido. Ecuaciones de recuperación, método de recuperación estática, uso de abacos. Comparación económica de estos dos métodos. Método de asignación de velocidades. Rejillas difusores y plafond ventilantes: Requerimientos de una buena distribución de aire, velocidades remanentes y aplicaciones. Tiro, caída, inducción, barrido. Influencia de álabes en rejillas, Diferencial de temperatura en el suministro, movimiento total de aire en un ambiente, rejillas, aplicación, velocidades. Plafond ventilante, aplicaciones limitaciones, recomendaciones para el confort. Problemas aparentes. Rejillas de retorno.

### TEMA IX

Máquinas de manejo de aire y serpientes de enfriamiento. Máquinas de manejo de aire. Descripción de componentes de multizonas, y monozonas y "Fan-Coils". Bases para la selección. y especificación de la máquina y sus accesorios. Pérdidas de presión del aire, control. Dimensiones de

la sala de máquinas. Serpentines de enfriamiento, Tipos de expansión directa, agua helada. Detalles constructivos, materiales. Fricción del aire, Criterios de Selección, velocidades, factores de transferencia de calor, temperatura efectiva y diferenciales de temperatura usuales y recomendables. Análisis térmico del funcionamiento. Diferencial de temperatura factor de desvío, caso de múltiples filas. Serpentín de agua helada, selección diferencial logarítmico, influencia de velocidad del agua y del aire en U. Ejemplo de selección por el método LMTD. Selección de serpentines de expansión directa, Mención al método Carrier de las tres líneas.

### TEMA X

Compresores, Condensadores, Unidades de Condensación y Enfriadores de Agua. Compresores. Compresores reciprocantes y centrífugos, características de funcionamiento, condiciones de prueba, Selección, Control de capacidad. Rasgos de aplicación. Condensadores de concha y tubos, enfriadores por aire y por agua, Condensadores evaporativos. Aplicaciones. Unidades de Condensación, Enfriadores de agua, Unidades enfriadas por aire y por agua. Rangos de aplicación. Accionamientos por motor eléctrico, motor por combustión interna y turbinas. Control de capacidad. Accesorios. Especificación. Selección de unidades compactas. Aparejamiento.

### TEMA XI

Diseño de Tuberías. Tuberías de agua: Materiales y especificaciones. Válvulas y aplicación. Aislamiento, fijación, expansores, sistemas abiertos y sistemas cerrados. Aliviadores y tanques de expansión, Alturas de bombeo. Longitudes equivalentes de accesorios. Velocidades y caídas de fricción recomendables. Ejemplo de cálculo. Recomendaciones para la selección de la bomba. Tuberías de Refrigerantes: Materiales, accesorios, sistemas de doble tubería, velocidades, caídas de presión. Métodos de círculo. Tuberías de succión. Líquido y gases calientes.

### TEMA XII

Factores a ser analizados, inversión inicial, costos de operación, mantenimiento, influencia de la temperatura de condensación. Combustibles, Vs. electricidad. Planeamiento de la carga promedio a estudiar, Vs. frecuencia en horas de distintos porcentajes de carga.

### TEMA XIII

Presentación de proyectos. Documentación necesaria, responsabilidad del proyectista, planos, memoria descriptiva,

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	MOTORES DIESEL
CODIGO	IMC310
PERIODO	ELECTIVAS
PRELACIONES	IMC204
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
UNIDADES	4

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Disposición general del motor diesel. Bloque de cilindros. Cojinetes. Cigüeñal. Bielas. Pistones. Carga térmica de los pistones. Anillos. Árbol de levas. Válvulas guías y muelles. Colectores.

TEMA II:

Clasificación de los Motores Diesel. Motores de inyección directa. Motores con cámaras de precombustión. Motores con cámara de turbulencia. Motores con cámara de acumulación de aire. Motores de cabeza caliente.

TEMA III:

Sistema de lubricación. Propiedades del lubricante. Clasificación de los aceites. Sistemas de lubricación. Bombas de aceite. Filtros de aceite.

TEMA IV

Sistema de enfriamiento. Enfriamiento por agua. Radiadores. Bomba de agua. Regulación del enfriamiento. Enfriamiento por aire. Turbinas y ventiladores.

TEMA V

Sistema de alimentación. Características del combustible. Filtrado del combustible. Circuito de alimentación del combustible. Tuberías de inyección. Bombas de alimentación. Filtrado del aire.

TEMA VI:

Sistema de inyección. Bombas de inyección. Principio de la bomba de inyección. Funcionamiento de la bomba de inyección. Bombas de inyección en línea. Bombas de inyección rotativa. Inyectores bomba. Caudal de la bomba de inyección. El regulador. Variadores de avance. Banco de pruebas de bombas de inyección..

TEMA VII:

Sistema de inyección. Inyectores. Finalidad del inyector. Funcionamiento del inyector. Tipos de inyectores. Portainyectores. Verificación y mantenimiento de inyectores.

TEMA VIII:

Sistema de sobrealimentación. Ventajas de la sobrealimentación.

Compresores. Sobrealimentación diferencial. Turbosobrealimentación.

### TEMA IX:

Sistema de arranque. Necesidad del sistema de arranque. Sistema de arranque directo. Bujías de precalentamiento. Sistema de arranque neumático. Sistema de arranque hidráulico. Sistema de arranque por inercia. Sistema de arranque por muelle. Sistema de bloqueo de compresión. Sistema de arranque mixto.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	COMPRESORES
CODIGO	IMC309
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC205
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
UNIDADES	4

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Introducción. Clasificación de Compresores. Compresores de desplazamiento positivo, funcionamiento. Compresión en varias etapas. Compresores Roto-dinámicos, funcionamiento. Campos de aplicación de los diferentes tipos de compresores.

Tiempo: 1 semana

Objetivo: Que el estudiante conozca el funcionamiento y clasificación de los compresores mas usuales.

TEMA II

Compresores reciprocantes. Teoría de funcionamiento. Clasificación. Compresores de simple acción y de doble acción. Elementos motrices.

Instalación y Mantenimiento.

Tiempo: 1 semana

Objetivo: Que el estudiante conozca elegir elementos motrices, instalar y mantener el motor

TEMA III.

Compresores rotativos, de paletas deslizantes y lubricados. Diseño Básico; Construcción: Especificaciones de diseño; Compresores para aplicaciones especiales. Compresores de dos etapas

Tiempo: 2 semanas

Objetivo: Que el estudiante conozca algunos parámetros básicos de diseño de estos compresores rotativos y pueda seleccionar los más importantes.

TEMA IV

Compresores de tornillo helicoidal. Compresores de tipo seco Características de funcionamiento general. Sellos. Cojinetes. Características de Comportamiento. Instalaciones. Operación y mantenimiento. Compresores helicoidales tipo lubricado. Descripción:

Uso; diseño: principio de compresión. Comportamiento, Aceites recomendados, mecanismos de control y seguridad.

Tiempo: 2 semanas

Objetivo: Que el estudiante conozca los componentes, su mantenimiento, instalación y operación, además del uso de parámetros de diseño en compresores de tornillo.

TEMA V

Compresores de lóbulo, de pistón líquido o anillo líquido y portátiles. Rangos de trabajo. Aplicaciones y especificaciones típicas.

Tiempo: 1 semana.

Objetivo: Que el estudiante pueda seleccionar y aplicar los compresores de lóbulo

### TEMA VI:

Compresores Rotodinámicos. Compresores centrífugos. Arreglos. Construcción. Fabricación del impulsor. Características de compresores centrífugos, Configuración, Difusores. Características de comportamiento: Eficiencias. Criterios de especificaciones y selección. Selección del elemento motriz. Criterios de diseño para compresores centrífugos. Introducción. Energía transferida componentes; paletas guías; impulsor; inductor; sección centrífuga del impulsor; causas del deslizamiento, Evoluta, características del comportamiento. Pérdidas en el rotor y en la carcasa.

Compresores axiales: Introducción. Nomenclatura de cascada y álabe, teoría elemental de perfiles aerodinámicos, triángulos de velocidad, ángulos de incidencia y de desviación, parámetros de cascada, grado de reacción y pérdidas en compresores axiales. Línea de bamboleo en compresión. Rotodinámicos. Introducción. Bamboleo e inestabilidad. Detección y control de la línea de bamboleo.

Tiempo: 2 semanas

Objetivo: Que el estudiante conozca el manejo y la selección de los parámetros de diseño mas importantes en compresores rotodinámicos.

### TEMA VII:

Dinámica del rotor en compresores rotodinámicos. Análisis matemático. Consideraciones de diseño. Aplicación a máquinas rotatorias. Velocidad crítica. Diagrama de Campbell

Tiempo: 1 semana

Objetivo: Que el estudiante conozca la aplicación del análisis matemático a las máquinas rotatorias

### TEMA VIII.

Balanceo de Compresores Rotodinámicos. Introducción. Métodos.

Aplicaciones generales

Tiempo: 1 semana

Objetivo: Que el estudiante conozca los métodos más usuales en balanceo de compresores rotatorios

### TEMA IX.

Técnicas de mantenimiento en compresores rotodinámicos Entrenamiento Básico, repuestos, herramientas y equipos. Inspección Boroscópica, limpieza de compresores, mantenimiento del compresor, de los cojinetes, etc. Accesorios y fundación para instalación.

Tiempo: 3 semanas

Objetivo: Que el estudiante tenga el conocimiento del mantenimiento preventivo de las partes mas importantes de los compresores y su aplicación.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	SISTEMAS TERMICOS
CODIGO	IMC306
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC203 –IMPD10
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	1
UNIDADES	3

CONTENIDO PROGRAMATICO:

TEMA I

Diseño en Ingeniería. Introducción. Decisiones. Necesidad y oportunidad Criterio de éxito. Probabilidad de éxito. Análisis del Mercado Factibilidad. Investigación y desarrollo. Iteraciones. Optimización de la operación. Diseño Técnico. Sumario

TEMA II

Diseño de un sistema factible. Introducción. Sistema factible. Pasos para obtener un sistema factible creatividad en el concepto de selección. Sistema factible y sistema óptimo. Preliminares al estudio de optimización.

TEMA III

Ajuste de Ecuaciones y Modelaje Matemático Aplicado a Sistemas Térmicos. Introducción. Componente de simulación. Representaciones polinomiales. Polinomial, una variable función de otra variable y  $n+1$  pts. de datos. Resoluciones de Ecuaciones lineares simultáneas. Simplificaciones cuando la variable independiente esté uniformemente espaciada. Interpolación de lagrange. Método de los mínimos cuadrados. Formas exponenciales. Exponencial con una constante. Función de dos variables. Intercambiadores de calor. Evaporadores y condensadores. Eficiencia de los intercambiadores de calor. Sumario..

TEMA IV

Simulación del sistema térmico. Introducción. Clases de sistemas. Información en diagrama de flujo. Calculaciones simultáneas y secuenciales. Sustitución sucesiva. Solución de ecuaciones simultáneas no - lineares, Newton - Raphson con una ecuación y una incógnita. Conjunto de ecuaciones simultáneas. Sumario.

TEMA V

Optimización del sistema térmico. Introducción. Niveles de optimización. Representación matemática de problemas de optimización. Sistema de agua fría. Procedimientos de

optimización. Métodos de análisis, multiplicadores de Lagrange. Métodos de búsqueda. Programación Dinámica, Geometría y linear. Ejemplos

#### TEMA VI.

Multiplicadores de Lagrange aplicados a. Sistemas Térmicos. Introducción. Optimización sin y con restricciones. Método de multiplicadores de lagrange. Vector Gradiente. Mecanismos de optimización utilizando los multiplicadores de lagrange. Visualización del método de los multiplicadores de Lagrange . Máximo ó mínimo. Varios.

#### TEMA VII.

Métodos de búsqueda. Introducción. Funciones unimodales. Intervalo de incertidumbre. Búsqueda exhaustiva, dicotomica, Fibo Nacci y de sección durada. Búsqueda con vanas variables. Líneas de contorno. Búsqueda retardada y univariable. Método del mas grande ascenso (descenso). Otros.

#### TEMA VIII

Programación Dinámica. Introducción. Problemas de Sistemas Térmicos con Programación Dinámica. Otros.

#### TEMA IX

Programación geométrica. Introducción. Tipos de problemas que pueden ser resueltos con programación geométrica. Grados de dificultades. Optimización con y sin restricciones. condicionada con cero grado de dificultad. Otros.

#### TEMA X

Programación lineal. Introducción. Algunos ejemplos de programación lineal. Expresión matemática del problema en programación lineal desarrollo de la expresión matemática. Visualización geométrica del problema en programación lineal. Introducción de variables falsas. Determinación de los valores óptimos resolviendo ecuaciones simultáneas. Introducción del método simple para un problema de maximización con restricciones. Presentación de las ecuaciones ~n tablas. El algoritmo simple. Introducción de función objetivo en la tabla. Interpretación geométrica de la tabla. Número de variables y condiciones. Minimización con varios tipos de restricciones. Otros.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	TURBINAS DE GAS
CODIGO	IMC305
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC205
HORAS TEORICAS SEMANALES	4
HORAS PRACTICAS SEMANALES	0
UNIDADES	4

**CONTENIDO PROGRAMATICO:**

**TEMA I**

Introducción. Ciclos abiertos de turbinas de simple y de doble eje. Componentes de los ciclos de turbinas de gas. Ciclos cerrados. Turbinas de propulsión. Aplicaciones. Procedimientos de diseño.

**TEMA II.**

Termodinámica de flujo compresible. Tratamiento cualitativo de los efectos de compresibilidad. Ecuaciones de un gas perfecto en tuberías de área constante con roce despreciable y con transferencia de calor. Flujo adiabático en tuberías de área constante y con roce. Ondas de choque normal y oblicua.

**TEMA III**

Ciclo Bryton Real. Parámetros de rendimiento. Ciclos reales con refrigeración intermedia, rendimiento. Ciclos reales con calentamientos intermedios. Rendimientos. Ciclos regenerativos.

**TEMA IV**

Compresores centrifugas. Trabajo y aumento de presión. El difusor Efectos de compresibilidad. Parámetros adimensionales. Características del compresor. Rendimientos.

**TEMA V**

Compresores axiales. Teoría. Grado de reacción. Comparación con turbinas axiales. Flujo tridimensional. Método simple de diseño de álabes. Cálculo del rendimiento por etapas. Rendimiento total. Efectos de compresibilidad. Características del compresor axial. Enfriadores intermedios. Compresión húmeda.

**TEMA VI:**

Cámaras de combustión. Geometría de los sistemas de combustión. Factores que afectan su diseño. Procesos de combustión. Características de operación

**TEMA VII**

Turbinas de axiales. Funcionamiento de turbinas axiales. Teoría de vórtice. Diseño de vórtice libre. Diseño de toberas de ángulo constante. Ecuaciones de perfil de alabes y cuerdas. Alabes convencionales. Aproximación teórica en la determinación de perfiles de alabes y la relación paro

cuenda. Estimación de rendimiento por etapas. Rendimiento total. Enfriamiento. Análisis de esfuerzos en los alabes del rotor.

### TEMA VIII

Turbinas radiales. Generalidades. Turbinas de flujo mixto. El caracol. Efecto de la relación de los radios. Turbinas radiales con rotor en cantiliver. Admisión parcial. Características de comportamiento. Efectos de las variables geométricas.

### TEMA IX.

Turbinas de aviación. Reactores. Impulso. Rendimiento. Consumo específico de combustible. Difusor. Estado reactor. (ranjet). Pulso reactor. Endoreactor. Turbo reactores; simples y compuestos. Comportamiento de turboreactores de acuerdo a su uso.

### TEMA X

Selección, instalación y mantenimiento del equipo de turbinas de gas.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DPTO. DE CIENCIAS TERMICAS

PROGRAMA	INSTALACIONES TERMICAS
CODIGO	IMC304
PERIODO	ELECTIVA
PRELACIONES	IMC200 –IMC203
HORAS TEORICAS SEMANALES	3
HORAS PRACTICAS SEMANALES	1
UNIDADES	3

**CONTENIDO PROGRAMATICO:**

**TEMA I**

Evaluación de necesidades.

**TEMA II**

Representación gráfica. Diagramas de flujo. Planos de Construcción. Especificaciones.

**TEMA III:**

Instalaciones de vapor:

- Tuberías y accesorios. Materiales, normas y especificaciones. Expansión térmica Esfuerzos térmicos - elasticidad del sistema. pérdidas de presión optimización económica. Tipos de acople -Accesorios roscados, brida, soldados. Especificaciones - Juntas de dilatación - liras - compensadores - válvulas globo - compuerta mariposa - retención, seguridad, regulación - Selección y Especificación. Trampas - Mediciones de flujo, P.T. y calidad.
- Aislamiento térmico.
- Sala de calderas - calderas - fundaciones, tanque y bomba de alimentación, tanque de purga, suministro de combustible, tratamiento de agua.
- Características generales de las líneas de distribución de vapor y retomo de condensado.

**TEMA IV**

Instalaciones de aire comprimido:

- Tubería y accesorios - Materiales: Normas y especificaciones -Perdidas de presión. Válvulas compuestas - Globo - Diafragma -Reguladores - Trampas, Filtros y lubricadores.
- Equipo de compresión Compresores, Enfriadores y separadores, Tanques y Controles
- Características generales de la línea de distribución.

**TEMA V**

Instalaciones de vacío.

- Bombas de vacío.
- Tuberías y accesorios.
- Eyectores de aire comprimido~ Vapor y Agua.

**TEMA VI**

Instalaciones de gas propano

- a) Tipo de suministro - Municipal - Bombonas de gas licuado.
- b) Tubería y accesorio - Materiales - Normas y especificaciones Reguladores y válvulas - Selección de diámetro.
- c) Normas de seguridad.

**TEMA VII**

Ventilación Forzada.

- a) Normas
- b) Ductos y accesorios, Materiales, Fabricación de ductos y soportes, Caída de presión - Diseño de la distribución.
- c) Ventiladores.



# **ANEXO II**

## **NUEVO PENSUM Y PROGRAMAS DE ASIGNATURAS**

Tabla 15. Nuevo plan de estudios de Ingeniería Mecánica

Sem.	Código	Asignatura	Área	TPLU	Prelación	UC / DH semestre	UC acumulado
<b>Ciclo Básico</b>							
<b>1</b>	IMCA10	Calculo 10	Cálculo	6006	--	18 / 22	18
	IMQI11	Química 11	Química	4205	--		
	IMSR10	Sistemas de Representación 10	Sistemas de rep.	2404	--		
	IMIG10	Inglés I	Humanidades	3003	--		
<b>2</b>	IMCA20	Calculo 20	Cálculo	6006	IMCA10	22/27	40
	IMFI11	Física 11	Física	4205	IMCA10		
	IMSR20	Sistemas de Representación 20	Sistemas de rep.	2404	IMSR10		
	IMPD10	Programación digital 10	Programación	3204	IMCA10		
		Electiva	Humanidades	3003	--		
<b>3</b>	IMCA30	Calculo 30	Cálculo	6006	IMCA20	21 / 27	61
	IMFI21	Física 21	Física	4205	IMFI11-IMCA20		
	IMLF10	Laboratorio General de Física	Física	0042	IMFI11		
	IMMR10	Mecánica Racional 10	Mecánica rac.	3204	IMFI11-IMCA20		
	IMET10	Estadística	Estadística	3204	IMCA20		
<b>4</b>	IMMT40	Matemáticas 40	Matemáticas	4205	IMCA30	21 / 26	82
	IMMR20	Mecánica Racional 20	Mecánica rac.Ç	3204	IMMR10		
	IMEE01	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Eléctrica	3114	IMFI21-IMLF10		
	IMT401	Mecánica de Materiales I	Diseño	4205	IMMR10		
	IMT402	Dibujo de Máquinas	Diseño	2203	IMSR20		
<b>Ciclo Profesional</b>							
<b>5</b>	IMT501	Mecánica de Materiales II	Diseño	3114	IMT401-IMMT40	21 / 26	103
	IMT502	Fundament. Ciencia de Materiales	Materiales	3114	IMQI11-IMT401		
	IMT503	Ingeniería Económica	Gerencia	3003	IMET10		
	IMC501	Termodinámica I	Termodinámica	3204	IMFI21		
	IMC502	Mecánica de Fluidos I	Fluidos	2203	IMMR20		
	IMC503	Métodos Numéricos	Matemáticas	2203	IMMT40		
<b>6</b>	IMT601	Elementos de Máquinas I	Diseño	2203	IMT501	21 / 26	124
	IMT602	Procesos de Manufactura I	Manufactura	2023	IMT402-IMT502		
	IMT603	Producción I	Gerencia	3003	IMT503		
	IMC601	Termodinámica II	Termodinámica	3204	IMC501		
	IMC602	Mecánica de Fluidos II	Fluidos	3114	IMC502		
	IMC603	Instrumentación	Intrum. y Cont.	3204	IMEE01-IMC502		
<b>7</b>	IMT701	Teoría Maquinas y Mecanismos	Diseño	3204	IMMR20-IMC503	20 / 26	144
	IMT702	Materiales de Ingeniería	Materiales	3114	IMT502		
	IMT703	Procesos de Manufactura II	Manufactura	3024	IMT602		
	IMC701	Transferencia de Calor	Transf. Calor	3114	IMC501-IMC502		
	IMC702	Turbomáquinas	Fluidos	3114	IMC601-IMC602		
<b>8</b>	IMT801	Elementos de Máquinas II	Diseño	3204	IMT501-IMT701	21 / 25	165
	IMT802	Procesos de Manufactura III	Manufactura	3204	IMT602		
	IMT803	Producción II	Gerencia	3003	IMT603		
	IMM801	Metodología de Proyectos	Común	2002	IMT602		
	IMC801	Motores de Combustión Interna	Termodinámica	3114	IMC601		
	IMC802	Teoría de Control	Intrum. y Cont.	3204	IMC503-IMC603		
<b>Ciclo de Especialización</b>							
<b>9</b>		Electivas			Según asignatura	21 / var	186
<b>10</b>	IM1001 ó	Proyecto de Grado	Común	00016	Todas las asignaturas obligatorias.	16 / 0	202
	IM1002	Pasantía Especial	Común	00016			

Sem: Semestre. TPLU: Horas de Teoría, Práctica, Laboratorio y Unidades crédito. UC: Unidades crédito. DH: Densidad horaria.

Tabla 16. Asignaturas Electivas del nuevo plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Mecánica

Semestre	Código	Asignatura	Area	TPLU	Prelación
<b>Electivas Ciclo Básico</b>					
<b>1 ó 2</b>	IMHC10	Historia de la Cultura	Humanidades	3003	--
	IMAT10	Antropología 10	Humanidades	3003	--
	IMS010	Sociología 10	Humanidades	3003	--
	IMLC10	Lengua y Comunicación I	Humanidades	3003	--
	IMIG20	Ingles lectura II	Humanidades	3003	IMIG10
	IMPP10	Procesos Básicos del Pensamiento	Humanidades	3003	--
	IMMLA10	Lectura Analítico Crítica	Humanidades	3003	--
	IMMI10	Métodos y Técnicas de Investigación	Humanidades	2203	--
IMTA10	Técnicas de Aprendizaje	Humanidades	2203	--	
<b>Electivas Ciclo Profesional.</b>					
<b>9</b>	<b>Departamento de Tecnología y Diseño.</b>				
	IMT901	Análisis Experimental de Esfuerzos	Diseño	2203	IMT501
	IMT902	Máquinas de Elevación y Transporte	Diseño	4004	IMT701
	IMT903	Diseño por Computadora	Diseño	4004	IMT501-IMT701
	IMT904	Simulación de Sistemas Mecánicos	Diseño	4004	IMT701
	IMT905	Mecánica de Robots	Diseño	4004	IMT701
	IMT906	Síntesis de Mecanismos	Diseño	3003	IMMR20-IMC503
	IMT907	Vibraciones	Diseño	4004	IMMR20
	IMT908	Principios de Mecánica de la Fractura	Diseño	3003	IMT501-IMT702
	IMT909	Teoría de la Lubricación	Diseño	4004	IMT601-IMT801
	IMT910	Ingeniería del Automóvil	Diseño	4004	IMT701
	IMT911	Aplicación de la Teoría de la Plasticidad	Manufactura	4004	IMT802
	IMT912	Tiempos y Costos del Conformado de Materiales	Manufactura	4004	IMT703
	IMT913	Soldadura, Tipos, Aplicaciones y Cálculos	Manufactura	4004	IMT602
	IMT914	Control Numérico Computarizado CNC	Manufactura	3114	IMPD10-IMT703
	IMT915	Ergonomía I	Manufactura	4004	IMT602
	IMT916	Gestión de Calidad ISO 9000-2000 e ISO 14000	Manufactura	4004	IMT602
	IMT917	Metrología Dimensional	Manufactura	2113	IMT602
	IMT918	Control Numérico Computarizado CNC para Fresado y Centros de Mecanizado	Manufactura	3114	IMPD10-IMT703
	IMT919	Materiales Compuestos	Materiales	3024	IMT702
	IMT920	Introducción a la Pulvimetalurgia	Materiales	3114	IMT702
	IMT921	El Aluminio y sus Aleaciones	Materiales	2113	IMT702
	IMT922	Fundición Básica	Materiales	2103	IMT702
	IMT923	Fundamentos del Análisis y Prevención de Fallas	Materiales	3003	IMT702-IMT802
	IMT924	Propiedades y Ensayos Mecánicos	Materiales	3204	IMT702
	IMT925	Tratamientos Térmicos	Materiales	3003	IMT702
	IMT926	Metodología de la Investigación	Gerencia	4004	IMT503
	IMT927	Mantenimiento Industrial	Gerencia	4004	IMT601-IMT803
	IMT928	Vibraciones Mecánicas	Gerencia	3114	IMT801
	IMT929	Creación de empresas	Gerencia	3003	IMT803
	IMT930	Mercadeo para Ingenieros	Gerencia	3003	IMT603
	IMT931	Introducción a la Calidad Total	Gerencia	3003	IMT803
	IMT932	Estadísticas para la Calidad Total	Gerencia	3003	IMT503
	IMT933	Introducción a la Legislación	Gerencia	3003	IMT503
	IMT934	Producción III	Gerencia	3003	IMT803
IMT935	Relaciones Industriales	Gerencia	3003	IMT803	

IMT936	Modelos Cuantitativos para la Producción y las Operaciones	Gerencia	3003	IMT803
IMT937	Fundamentos de Ingeniería Clínica	Gerencia	3003	IMT803
IMT938	Microestructura y Desgaste de Materiales	Materiales	4004	IMT702
<b>Departamento de Ciencias Térmicas</b>				
IMC901	Plantas de vapor	Termodinámica	4004	IMC701-IMC702
IMC902	Motores Diesel	Termodinámica	4004	IMC801
IMC903	Fundamentos de Combustión	Termodinámica	3204	IMC701-IMC801
IMC904	Tecnología Energética	Termodinámica	4004	
IMC905	Bombas	Fluidos		IMC702
IMC906	Ventilación	Fluidos		IMC702
IMC907	Compresores	Fluidos	4004	IMC702
IMC908	Turbinas hidráulicas	Fluidos		IMC702
IMC909	Turbinas de Gas	Fluidos	4004	IMC702
IMC910	Introducción a la Producción de Crudo y Gas	Fluidos	4004	IMC602
IMC911	Instalaciones Térmicas	Transferencia de Calor	3103	IMC601-IMC602-IMC701
IMC912	Sistemas Térmicos	Transferencia de Calor	3103	IMC701-IMC503
IMC913	Aire Acondicionado	Transferencia de Calor	3114	IMC601-IMC701
IMC914	Refrigeración	Transferencia de Calor	3114	IMC601-IMC701
IMC915	Oleohidráulica	Instrument. y Control	4004	IMC602-IMEE01
IMC916	Neumática	Instrument. y Control	3003	IMC602-IMC802
IMC917	Instrumentación avanzada	Instrument. y Control	4004	IMC603-IMC802
IMC918	Control avanzado	Instrument. y Control	3204	IMC802
<b>Otros</b>				
IMM901	Tópicos Especiales	Variable	3003	Variable
IMM902	Pasantía Industrial	Variable	0004	Variable
IMM903	Pasantía Académica	Variable	0004	Variable
IMM904	Seminario	Variable	Variable	Variable

**PROGRAMAS DE  
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

<b>Asignatura:</b>	<b>CALCULO 10</b>			<b>Código:</b>	IMCA10
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	PRIMERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CÁLCULO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	6	0	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	108	0	0	108	<b>6</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El propósito de ésta materia es la iniciación al Cálculo diferencial. Para ello se requiere que el estudiante adquiera un conocimiento profundo de la topología de la recta real y de la teoría de funciones de una variable real.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe tener conocimiento de la teoría elemental de conjuntos y la teoría de funciones. Es indispensable el conocimiento de la geometría elemental, los polinomios y la trigonometría; así como también, se debe conocer las reglas algebraicas para la resolución de ecuaciones de primer y segundo grado y la resolución de ecuaciones lineales de varias variables.

**OBJETIVOS GENERALES**

Preparar al estudiante en el área del Cálculo Diferencial.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Capítulo 1. Que el estudiante repase el concepto de conjunto y las operaciones sobre ellos. Además, el estudiante debe ser capaz de reconocer los diferentes tipos de números y conocer las operaciones que puede realizar con ellos. Resolver problemas con desigualdades y valor absoluto.

Capítulo 2. Que el estudiante conozca las principales funciones y sea capaz de comprender y utilizar los conceptos fundamentales de funciones.

Capítulo 3. Comprender los conceptos de límite y continuidad de una función. Calcular límites de las funciones elementales y compuestas aplicando para ello las propiedades estudiadas. Analizar la continuidad de una función en un punto y en intervalos.

Capítulo 4. Estudiar los conceptos de derivada y diferencial, así como su interpretación geométrica.

<b>CONTENIDOS</b>
-------------------

### **Capítulo 1. CONJUNTO , NUMERO REALES, INTERVALOS Y VALOR ABSOLUTO**

Tipos de números. Propiedades de los números reales. Propiedad de ordenamiento. Propiedad de continuidad de los números reales. Recta real. Intervalos de números reales. Entornos. Conjuntos acotados y no acotados. Cotas superior e inferior de los conjuntos de números. Desigualdades. Solución de inecuaciones. Valor absoluto.

### **Capítulo 2. FUNCIONES REALES DE UNA VARIABLE REAL.**

Definición de función. Notación. Definición de imagen y pre-imagen. Formas de definir funciones. Definición de gráfico de una función. Definición de función inyectivas, sobreyectivas y biyectivas (uno-uno). Definición de función inversa, propiedades. Tipos de funciones: algebraicas (función racional entera o polinomio, función racional fraccionaria, función irracional), trascendentes (función exponencial, logarítmica, trigonométrica, hiperbólicas). Operaciones con funciones. Álgebra de funciones. Composición de funciones. Recíproca de una función. Traslación y reflexión de una función sobre los ejes coordenados.

### **Capítulo 3. LIMITES Y CONTINUIDAD:**

Concepto de límite finito en un punto. Límites laterales. Propiedades de los límites de las funciones. Límite de las funciones elementales: radical, exponencial, logarítmica, trigonométrica (seno y coseno), inversas trigonométrica y potenciales. Continuidad en un punto. Álgebra de límites. Límites de funciones definidas por partes. Teoremas fundamentales. Unicidad, función acotada y función intermedia. Demostración del límite de  $\sin x/x$  cuando  $x \rightarrow 0$ . Límites infinitos en un punto, límites al infinito. Propiedades de los límites en el infinito, límites al infinito de las funciones potenciales, radiales, exponenciales y logarítmicas y de la función arco tangente. Clasificación de los puntos de discontinuidad de una función. Continuidad en intervalos. Valores intermedios de las funciones continuas. Continuidad de las funciones elementales. Límite y continuidad de la composición de las funciones. El número  $e$ . Indeterminaciones: resolución algebraica y comparación de las magnitudes infinitesimales.

### **Capítulo 4. DERIVADA Y DIFERENCIAL**

Concepto de derivada. Derivada en un punto y función derivada. Derivadas laterales. Interpretación geométrica de las distintas situaciones de derivada en un punto. Diferencial de una función. Sentido geométrico de la derivada y de la diferencial. Sentido físico de la derivada y de la diferencial. Relación entre funciones derivables y funciones continuas. Funciones crecientes y decrecientes y signo de la derivada en dicho punto. Derivadas de sumas, diferencias productos y cocientes. Derivada de la función inversa. Derivada y diferencial de una función compuesta. Derivabilidad de las principales funciones elementales. Recta Tangente y recta normal derivadas en coordenadas polares y paramétricas. Derivadas de orden superior.

### **Capítulo 5. TEOREMAS SOBRE FUNCIONES DERIVABLES Y COMPLEMENTO DE LA TEORIA DE LIMITES.**

Teoremas sobre el valor medio para las funciones diferenciales: Teorema de Fernet. Teoremas de Rolle, Lagrange y Cauchy sobre los valores medios. Resolución de indeterminaciones en la forma de cociente: Regla de L'Hospital. Resolución de indeterminaciones en forma de suma, diferencia, producto y potencia. Desarrollo de un polinomio en potencias de  $(x-a)$ : Primera fórmula de Taylor. Teorema de Taylor. Aplicación de la fórmula de Taylor al cálculo aproximado. Cálculo de límites con ayuda de la forma de

Taylor (Método de selección de la parte principal).

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases magistrales.  
Clases de problemas  
Clases de resolución de ejercicios por los estudiantes.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será continua e integral.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Demidovich, B. *Problemas y ejercicios de análisis matemático*. Editoria MIR, Moscú.
- Florez J. y Florez I. *Calculo Diferencial e integral en una Variable*. Consejo de Publicaciones Universidad de Los Andes.
- Forgiarini de G., A. y Ramirez de G. M. *Apuntes de Calculo 10*. USTEFI.
- Kudriavtsev. L. *Curso de Análisis Matemático*. Editorial MIR . Moscú, 1984.
- Leithold L. *El Cálculo con Geometría Analítica*. Harla S.A.
- Piskunov, N. *Calculo Diferencial e integral*.
- Purcell, E. y Varberg. D. *Cálculo con Geometría Analítica*. Editorial Prentice-Hall.
- Salas y Hill. *Calculus*. Editorial Reverté, S.A.
- Thomas y Fynney. *Calculo con Geometría Analítica*. Editorial Addison-Wesley. Iberoamericana (Vol I y II).

**Fecha de elaboración del programa: A-2002.**

**Programa Elaborado por: Escuela Básica**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>QUIMICA 11</b>	<b>Código:</b>	IMIQ11		
	NINGUNA	<b>Período:</b>	PRIMERO		
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	2	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	36	0	108	<b>5</b>

### JUSTIFICACIÓN

La química es una asignatura fundamental en la formación de cualquier Ingeniero porque lo dota de una comprensión básica sobre las leyes de transformación química de la materia, útil para entender el comportamiento de los materiales y sus transformaciones. También lo forma sobre las bases de la teoría atómica y la ley de conservación de la materia, herramienta conceptual imprescindible en el campo de la Ciencia y la Tecnología, sin la cual no se puede comprender cabalmente la dinámica de la naturaleza.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener los conocimientos de química adquiridos en el bachillerato.

### OBJETIVOS GENERALES

Introducir a los estudiantes en los principios y leyes que rigen las propiedades y transformaciones químicas de los materiales basado en las concepciones de la teoría atómica y la ley de conservación de la materia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Capítulo 1. Presentar la estructura de la materia según las teorías modernas del átomo.
- Capítulo 2. Estudiar la distribución de los elementos en la tabla periódica.
- Capítulo 3. Análisis de la estequiometría de las reacciones químicas.
- Capítulo 4. Considerar las leyes de los gases ideales fundamentales.
- Capítulo 5. Estudiar las soluciones y como calcular concentraciones y preparar soluciones típicas.
- Capítulo 6. Estudio de la velocidad de reacción y el equilibrio químico en forma elemental.
- Capítulo 7. Análisis de reacciones de oxido-reducción y sus aplicaciones.

### CONTENIDOS

#### Capítulo 1. LA MATERIA Y SU ESTRUCTURA

Concepto de materia. Estructura. El átomo. Número atómico. Nociones básicas de la teoría

---

cuántica. Cuantización de energía. El efecto fotoeléctrico y la constante de Planck. El átomo de Bohr, electrones, protones y neutrones. Espectros de rayas. Números cuánticos. Concepto de orbital. Tipos y formas de orbitales. Capacidad de los niveles.

Duración: 6 horas.

## **Capítulo 2. EL SISTEMA PERIODICO**

Número atómico y orden periódico. Principios de exclusión y máxima multiplicidad. Llenado del sistema periódico. Familias y grupos. Propiedades periódicas: radio atómico, potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad. Enlace químico: enlaces iónico, metálico y covalente. Momento dipolar. Fuerza intermoleculares: Van der Waals, dipolo dipolo, ion-dipolo y puente de hidrógeno. Relación enlace-Propiedades físicas y químicas.

Duración: 10 horas.

## **Capítulo 3. ESTEQUIOMETRIA**

Análisis dimensional. Factores de conversión. Teoría atómica de Dalton. Ley de conservación de la masa. Concepto de elemento y de compuesto. Ley de las proporciones constantes y múltiples. Átomo y moléculas elementales. Número de avogrado. Pesos atómicos y moleculares. Composición en peso de una molécula. Factor gravimétrico. La reacción química. Balanceo de ecuaciones. La ecuación química balanceada como expresión de la ley de la conservación de la masa. Balance de materia de átomos y gramos en una ecuación química. Exceso o deficiencia de reactivos. Rendimiento. Reacciones simultáneas.

Duración: 12 horas.

## **Capítulo 4. GASES**

Gases ideales. Conceptos de presión y temperatura. Temperatura absoluta. Escala de medidas de la temperatura. Leyes de Boyle. Gay Luzca y combinada. Ecuación de estado de los gases ideales. Mezclas de gases ideales. Ley de Dalton. Fracciones molares y presiones parciales.

Duración: 6 horas.

## **Capítulo 5. SOLUCIONES**

Definición de solución. Solubilidad. Formas de expresar la concentración: % peso molar, partes por un millón. Preparación de soluciones: disolución de sales en agua, mezcla de soluciones.

Duración: 12 horas.

## **Tema 6. VELOCIDAD DE REACCIÓN y EQUILIBRIO QUIMICO**

Definición de velocidad de reacción. Expresiones elementales de velocidad. Constante de velocidad. Ley de acción de masa de Gulberg y Waage. Principio de Le Chatelier. Constantes de equilibrio expresadas en función de la concentración y de las presiones parciales. Equilibrio en fase gaseosa: Presiones parciales al equilibrio en una y varias reacciones simultáneas. Equilibrio en fase líquida: Equilibrio de disociación del agua, PH. Ácidos y bases. Hidrólisis. Concentraciones al equilibrio de una y varias reacciones simultáneas. Aplicaciones: soluciones reguladores. pH en mezclas de ácidos, bases y sales. Equilibrio heterogéneo: Equilibrio sólido-líquido: producto de solubilidad, disociación y precipitación de sales poco solubles: Efecto del ion común. Equilibrio simultáneo de reacciones en fase gaseosa, líquida y sólida.

Duración: 18 horas.

## **Tema 7: REACCIONES DE OXIDO-REDUCCION:**

Iones. Reductores y oxidantes. Ecuaciones de oxido – reducción, balanceo. Movimiento de electrones bajo la acción de una diferencia de potencial eléctrico. Transporte de carga eléctrica por movimientos de electrones e iones en solución. Electrodo normal de hidrógeno. Potencial cero. Montaje de celdas para medida de los potenciales electroquímicos. Tabla de potenciales

---

---

electroquímicos normales. Ecuación de Nernst. Equilibrio. Pilas. Celdas electroquímicas.  
Duración: 18 horas.

### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

El curso consiste en clases teóricas y practicas, eventualmente acompañadas con experimentos sencillos.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Continua, con exámenes periódicos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Lornay-Berstein. *Química Brown*. Prentice Hall 1985  
Brady, James. *Química Básica*. Limusa. 1990.  
Mahan Bruce. *Química General*. Adinson-Wesley Inc. 1985.  
Daniel Shaum. *Química General*. Teoría y Problemas. McWraw Hill. 1966.

**Fecha de elaboración del programa: B 2001.**

**Programa Elaborado por: Escuela Básica**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SISTEMAS DE REPRESENTACION 10</b>			<b>Código:</b>	IMSR10
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	PRIMERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS PALICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	4	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	72	0	108	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La capacidad de transferir espacios tridimensionales a representaciones bidimensionales y de manera recíproca, pasar de una representación bidimensional a un objeto tridimensional es necesaria para cualquier ingeniero y forma parte de la formación básica exigida.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante solo necesita poseer los conocimientos mínimos de dibujo desarrollados durante el bachillerato.

**OBJETIVOS GENERALES**

Desarrollar la habilidad de transferencia de las percepciones tridimensionales en representaciones bidimensionales y construir un objeto a partir de su representación.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Capítulo 1. Establecer espacialmente la relación objeto-sujeto.
- Capítulo 2. Reconocer e identificar en los poliedros sus elementos y propiedades esenciales. Reconocer y comprobar las relaciones geométricas entre los elementos esenciales de los poliedros.
- Capítulo 3. Ubicar objetos espacialmente. Reconocer las relaciones geométricas entre los elementos de un poliedro y los planos de referencia.
- Capítulo 4. Representar a mano alzada objetos tridimensionales, en un plano y viceversa. Construir objetos a partir de su representación bidimensional
- Capítulo 5. Identificar los elementos esenciales de un sistema de proyección. Clasificar los sistemas de proyección por la relación entre sus elementos. Representar objetos en el sistema cilíndrico ortogonal.
- Capítulo 6. Relacionar espacialmente las proyecciones que describen los elementos geométricos que conforman los objetos: puntos, rectas y planos. Determinar el verdadero tamaño y los ángulos que forman las rectas y los planos con los planos de proyección.
- Capítulo 7. Proyectar en el sistema diédrico las relaciones existentes entre los elementos esenciales que conforman los objetos aplicando las leyes geométricas que las rigen.

## CONTENIDOS

### Capítulo 1. INTRODUCCION PERCEPCION ESPACIAL

Antecedentes históricos aplicaciones de la materia. Rotulación y trazado. Construcción de polígonos. Percepción tridimensional. Concepto y determinación de sus elementos esenciales. Identificación de las direcciones principales del espacio y de las referencias espaciales. Punto de referencia: Definición y como determinarlo. Punto de vista: Definición, ubicación y selección.

### Capítulo 2. POLIEDROS, LEYES GEOMETRICAS, DIMENSIONES DEL OBJETO

Poliedros: Definición, propiedades esenciales y clasificación. Leyes geométricas: paralelismo, perpendicularidad y oblicuidad. Propiedades esenciales de las relaciones de paralelismo, corte o intersección y perpendicularidad entre aristas. Concepto de ortogonalidad. Propiedades esenciales de las relaciones de paralelismo, corte o intersección y perpendicularidad entre arista y cara. Propiedades esenciales de las relaciones de paralelismo, oblicuidad y perpendicularidad entre caras. Dimensiones del objeto: Direcciones principales del espacio y su correspondencia con las dimensiones de un objeto. Dimensiones de un objeto: Propiedades esenciales y determinación. Plano frontal: Definición y propiedades esenciales.

### Capítulo 3. UBICACIÓN ESPACIAL. RELACIONES GEOMETRICAS CON LOS PLANOS DE REFERENCIA

Espacio: Elementos esenciales, planos y ejes de referencia. Definición de distancia, módulo, lugar geométrico y ubicación espacial. Coordenadas: Definición y determinación. Ubicar un objeto en base a las referencias espaciales y a las relaciones geométricas con los planos de referencia.

### Capítulo 4. REPRESENTACION BIDIMENSIONAL

Representación bidimensional, definición y elementos esenciales. Vistas básicas: frontal, superior y lateral, vistas isométricas. Visibilidad.

### Capítulo 5. SISTEMAS DE PROYECCION. SISTEMA CILINDRICO ORTOGONAL

Sistema de proyección: definición, elementos esenciales, clasificación y propiedades esenciales. Sistema cilíndrico ortogonal: Propiedades esenciales. Propiedades proyectivas, proyecciones de un objeto en el sistema y nomenclatura. Escalas y acotamiento.

### Capítulo 6. SISTEMA DIEDRICO. ELEMENTOS GEOMETRICOS

Sistema diédrico: Elementos y propiedades esenciales. Proyecciones de un punto: coordenadas y posiciones. Recta: Definición, propiedades esenciales de las rectas en posiciones notables, trazas, verdadero tamaño y ángulos con los planos de proyección (aplicación del triángulo de rebatimiento, cambio de plano y giro). Ubicación de puntos en rectas. Posición relativa de rectas. Plano: Definición, posiciones particulares, trazas, ángulos con los planos de proyección. Ubicación de puntos y rectas en planos. Rectas características, rectas de máxima pendiente y máxima inclinación. Verdadero tamaño: aplicación de los métodos indirectos de cambio de plano, rebatimiento y giro.

### Capítulo 7. SISTEMA DIEDRICO. PROYECCIONES DE LAS RELACIONES FUNDAMENTALES

Paralelismo, conceptos. Paralelismo entre rectas, entre recta y plano, entre planos, Intersección: conceptos. Intersección entre recta y plano, entre planos. Perpendicularidad: conceptos. Perpendicularidad entre rectas, entre recta y plano, entre planos. Problemas métricos: distancias entre dos puntos, de un punto a una recta, de un punto a un plano, entre dos rectas que se cruzan (perpendicular común). Ángulos: entre dos rectas, entre recta y plano entre planos. Lugares geométricos: Ejercicios varios.

### Capítulo 8. SISTEMA DIEDRICO PROYECCIONES DE POLIEDROS

Proyecciones de prismas, pirámides, cubos y tetraedros. Secciones principales del cubo y del tetraedro.

---

---

Construcción de un sólido a partir de sus proyecciones.

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases interactivas en las que el estudiante genera por si mismo los conceptos. Orientado por el profesor, que proporciona las herramientas y guía los procesos de pensamiento del estudiante.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Evaluación continua: Trabajos prácticos, Láminas y cinco evaluaciones mediante exámenes conceptuales y prácticos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Albornoz E., Ponte, A. Fuentes A. *Tarjetas de Estudios: Metodología y Medios para el Desarrollo de la habilidad espacial.* 1996.
- Risquez J.M. *Geometría Descriptiva.*
- Earle, J. *Diseño Gráfico para Ingenieros.*
- Noriega F. *Geometría Descriptiva y Grafismo Arquitectónico.* Ediciones Vega, Caracas, Venezuela.
- Izquierdo, F. *Geometría Descriptiva.* Editorial Dossat, 3era. Edición, Madrid España 1961.
- Di Pietro D. *Geometría Descriptiva.* Alsina Argentina. 1960.
- Jiménez J. *Estudio de los Sistemas de Representación.* Prensa Española. España 1954.
- Osers, H. *Estudios de la Geometría Descriptiva.* Ediciones Gill, 6ta. Edición. Madrid España 1976.

**Fecha de elaboración del programa: B-2001.**

**Programa Elaborado por: Escuela básica**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>INGLÉS I</b>			<b>Código:</b>	IMIG10
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	PRIMERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Este curso de Inglés está orientado a dirigir en los estudiantes el desarrollo de las estrategias cognitivas que les permitirán comprender textos escritos en inglés, relacionados preferiblemente con los temas de la carrera.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe tener los conocimientos del idioma Inglés que se adquieren en el bachillerato.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de este curso es el de lograr que los estudiantes comprendan materiales escritos en inglés utilizados en la carrera.

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

- Aplicación y análisis de encuestas para determinar las necesidades e intereses de los estudiantes para la selección del material de lectura que se utilizará durante el semestre.
- Selección y negociación del material didáctico. El profesor propondrá a los alumnos temas de interés, previo estudio de las dificultades lingüísticas y culturales de los materiales elegidos. Los estudiantes seleccionarán, por medio de la negociación, los textos que utilizarán durante el semestre.
- Identificación y descripción del material impreso: los alumnos determinarán la procedencia o fuente de información, tipo de información (artículo de revista, informe, reportaje científico, libro-texto), intención del autor, etc.
- Discusión sobre expectativas del alumno respecto al contenido de las lecturas y su relación con conocimientos previos a partir del título, tema desarrollado, vocabulario específico, etc.
- Aplicación de la técnica pedagógica del torbellino de ideas para activar, consolidar o corregir el conocimiento previo de los alumnos.
- Construcción del mapa semántico como técnica para organizar conceptos y relacionar los conocimientos previos que los estudiantes poseen con el nuevo vocabulario.
- Identificación de los patrones retóricos presentes en las lecturas: descripción, clasificación, contraste, causa-efecto.

Ubicación de las ideas centrales para conocer el tema tratado en los materiales seleccionados (en forma oral y/o escrita, en grupo o individualmente).

Elaboración de organizadores gráficos y formulación de preguntas en español sobre el tema leído para reconstruir la información del texto.

Exposición y discusión, en forma individual o en grupo, de los temas previamente asignados. El profesor aclarará todas las dudas o problemas de tipo semántico o sintáctico que pueden dificultar la comprensión del material seleccionado.

Confirmación o reconsideración de las predicciones hechas por los estudiantes en relación con los temas leídos en inglés a través de entrevistas, charlas y conferencias con especialistas del área.

Retrotransparencias, diapositivas, videos y películas.

<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
<p>Las actividades mediante las cuales se evaluará serán:</p> <p>Selección del material de lectura: 5%</p> <p>Exposición de los temas seleccionados en forma individual o en grupo: 20%</p> <p>Presentaciones escritas (diarias o semanales): 20%</p> <p>Elaboración de trabajos, en grupo o individualmente, en clase: 40%</p> <p>Participación del estudiante: 10%</p> <p>Otras que el profesor estime conveniente: 5%.</p>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
<p>Revistas, textos e informes en inglés.</p> <p>Diccionarios especializados en el área de Ingeniería.</p> <p>Otros materiales proporcionados por los estudiantes.</p>
<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
<b>Programa Elaborado por:</b>

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>CALCULO 20</b>			<b>Código:</b>	IMCA20
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 10			<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CALCULO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	6	0	0	6	
<b>Horas / semestre</b>	108	0	0	108	6

### JUSTIFICACIÓN

El propósito de ésta materia es profundizar en el análisis y Cálculo Diferencial para utilizarlo como herramienta necesaria en la comprensión de los fenómenos de la Física y la Ingeniería.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer los conceptos de funciones, límites y función derivada.

### OBJETIVOS GENERALES

Preparar al estudiante en el área del Cálculo Diferencial e integral.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capítulo 1. Que el estudiante sea capaz de: Plantear ecuaciones y encontrar sus puntos críticos. Graficar cualquier curva.

Capítulo 2. Que el estudiante sea capaz de integrar cualquier función utilizando para ello los métodos clásicos de integración.

Capítulo 3. Aplicar el conocimiento del cálculo integral para resolver problemas de la física.

Capítulo 4. Profundizar en los conocimientos geométricos sobre rectas y vectores. Utilizar el cálculo vectorial en el análisis de curvas.

Capítulo 5. Que el estudiante conozca Cuádricas.

### CONTENIDOS

#### Capítulo 1. INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS FUNCIONES Y GRAFICAS DE CURVAS

Simetrías y periodicidad. Cortes con los ejes. Estudio de los signos (Regiones). Criterio de monotonía de las funciones. Intervalos de crecimiento y decrecimiento. Puntos críticos. Extremos relativos y puntos de inflexión de tangente horizontal: criterios de la primera derivada, de la segunda derivada y de la derivada enésima. Problemas de máximos y mínimos. Concavidad y puntos de inflexión. Asíntotas verticales, oblicuas y horizontales. Cortes con asíntotas. Construcción de gráficas de funciones. Casos importantes: funciones racionales, irracionales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas. Estudio de las funciones hiperbólicas y sus inversas. Gráficas de curvas expresadas en forma polar y paramétrica.

---

## Capítulo 2. CALCULO DE INTEGRALES INDEFINIDAS

Concepto de integral indefinida. Propiedades. Las integrales inmediatas. Descomposición en fracciones simples. Métodos clásicos de integración: por descomposición, por partes por cambio de variable.

Integración de funciones racionales. Integración de algunas funciones trascendentes:  $\int R(\sin x)\cos x dx$ ,

$\int R(\cos x)\sin x dx$ ,  $\int R(\sin x \cos x) dx$ ,  $\int R(\tan x) dx$ ,  $\int \sin^n x \cos^n x dx$ ,  $\int R(\log_a x) \frac{dx}{x}$ ,  $\int F(a^{bx}) dx$ .

Integración de algunas funciones irracionales:  $\int R(x, (ax+b)^{1/n}) dx$ ,  $\int R(ax^2+bx+c)^{1/2} dx$

## Capítulo 3. INTEGRALES DEFINIDAS E IMPROPIAS:

Definición de la integral según Riemann. Acotación de una función integrable. Sumas superiores e inferiores. Condiciones necesarias y suficientes de integrabilidad. Integrabilidad de las funciones continuas y monótonas. Interpretación geométrica de la integral definida de una función continua. Propiedades de las funciones integrables. Teorema del valor medio del cálculo integral. Teorema fundamental del cálculo integral y la regla de Barrow. Integrales impropias: Definición. Integración de funciones continuas pero acotadas en un intervalo semiabierto. Integración en un intervalo acotado de una función continua salvo en un número finito de puntos. Integración de convergencia de integrales impropias. Cambio de variable en una integral definida. Aplicaciones de la integral definida al cálculo de áreas planas, rectificación de curvas planas, áreas y volúmenes de sólidos de revolución, momento de inercia y centros de masa.

## Capítulo 4. FUNCION VECTORIAL

Realizar el repaso de rectas en  $R^3$  y  $R^2$  y planos, operaciones con vectores. Concepto de límite y continuidad para una función vectorial. Derivada y diferencia de una función vectorial. Longitud de curva: Concepto de curva, curvas dadas paramétricamente. Orientación de una curva: Arco de curva, representación implícita de curvas. Tangente a la curva. Sentido geométrico de la derivada de una curva función vectorial. Longitud de arco de una curva. Curvatura de una curva. Normal principal. Plano oscilador. Fórmulas de Frenet.

## Capítulo 5. CUADRATICAS.

La esfera y el elipsoide: ecuaciones reducidas y obtenidas por traslación. Los hiperboloides y los paraboloides: ecuaciones reducidas y obtenidas por traslación. Conos y cilindros cuádricos. Idea de las cuádricas en general. Inecuaciones de segundo grado con tres incógnitas.

### ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases magistrales. Clases de Problemas. Clases de resolución de ejercicios por los estudiantes.

### ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Evaluación continua e integral.

### BIBLIOGRAFÍA

- Apóstol, T. *Análisis Matemático*. Editorial Reverté, S.A. Segunda Edición 1982.
- Demidovich, B. *Problemas y ejercicios de análisis matemático*. Editoria MIR, Moscú.
- Granville W. *Cálculo diferencial e integral*, Limusa Noriega Editores.
- Leithold L. *El Cálculo con Geometría Analítica*. Harla S.A.
- Piskunov, N. *Calculo Diferencial e integral*.
- Purcell, E. y Varberg. D. *Cálculo con Geometría Analítica*. Editorial Prentice-Hall.
- Salas y Hill. *Calculus*, Editorial Reverté, S.A.

- 
- Zill, D. *El Cálculo con geometría analítica*. Grupo editorial iberoamericana.

<b>Fecha de elaboración del programa: B-2002.</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Escuela Básica</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>FISICA 11</b>			<b>Código:</b>	IMFI11
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 10			<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	2	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	36	0	108	<b>5</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Física 11 es un curso fundamental de carácter formativo en conceptos y principios fundamentales de la cinemática y de la dinámica de las partículas y los cuerpos rígidos aplicado a todas las ramas de la Ingeniería. Estos conceptos son básicos para la comprensión de otras asignaturas de la carrera.

**REQUERIMIENTOS**

Para comprender la asignatura es necesario que el estudiante tenga:

- Conocimientos de geometría elemental, trigonometría plana, reglas algebraicas para la resolución de ecuaciones de primer y segundo grado y resolución de sistemas de ecuaciones lineales hasta de tres variables.
- Fundamentos de vectores, números complejos, límites y el concepto de derivada.
- Herramientas de geometría analítica como: ecuación de la línea recta, parábola, círculo.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo principal del curso es que el estudiante comprenda en forma clara y precisa varios fenómenos y las leyes que lo rigen, concepto y definiciones usadas para su estudio.

Al final del curso el estudiante debe estar en capacidad de definir físicamente, explicar y resolver problemas con las unidades respectivas en los siguientes tópicos: velocidad, aceleración, fuerza, movimiento circular, trabajo, energía, cantidad de movimiento, momento de inercia, equilibrio mecánico, centro de gravedad, torque, momento angular, Leyes de conservación de la energía, de la cantidad de movimiento lineal y de la cantidad de movimiento.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Capítulo 1.** Comprender y explicar el significado físico de la velocidad, aceleración, vector posición, vector desplazamiento y distancia recorrida por las partículas. Identificar las características de movimientos de partículas que ocurren en una dimensión y en dos dimensiones tales como: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento con aceleración constante, movimiento circular uniforme. Aplicar el concepto de movimiento relativo a la resolución de diferentes problemas.

---

**Capítulo 2.** Diferenciar entre conceptos de masa, fuerza, peso e inercia. Comprender el concepto de sistema inercial y no inercial. Comprender los conceptos de fuerza y fricción estática y cinética. Definir y utilizar el diagrama de cuerpo libre en varias situaciones físicas. Comprender las tres leyes de Newton y aplicarlas a la resolución de problemas. Comprender el uso de la fuerza ficticia en los sistemas acelerados y su aplicación en ejercicios sencillos.

**Capítulo 3.** Comprender el concepto de trabajo para el caso de una fuerza constante. La ley de Hook. El significado de fuerza constante y fuerza variable y sus variaciones con la posición. Aplicar el teorema del trabajo y la energía a varias situaciones. Definir energía cinética de una partícula.

**Capítulo 4.** Identificar fuerzas conservativas y no conservativas. Comprender el significado físico de energía potencial. Aplicar el principio de la conservación de la energía a varias situaciones físicas. Resolver problemas relacionados con trabajo y conservación de la energía.

**Capítulo 5.** Utilizar el concepto de centro de masa. Determinar el centro de masa de: sistemas discretos de partículas y de una distribución continua de masa. Comprender el significado de los términos: velocidad y aceleración del centro de masa. Definir cantidad de movimiento lineal de una partícula y de un sistema de partículas. Comprender y aplicar el principio de la conservación de la cantidad de movimiento lineal. Entender el significado físico de impulso de una fuerza y el de gráfica fuerza versus tiempo. Aplicar el concepto de colisión y fuerzas impulsivas.

**Capítulo 6.** Definir las diferentes cantidades físicas del movimiento de rotación desde el punto de vista vectorial. Realizar problemas en varios tipos de movimiento de rotación.

**Capítulo 7.** Definir cuerpo rígido. Calcular el momento de inercia de algunos sistemas discretos de partículas. Aplicar los teoremas de Steines y de la figura plana. Aplicar la segunda ley de Newton de rotación. Comprender el movimiento de rodadura sin deslizamiento y aplicarlo en situaciones donde se emplee o no la fuerza de roce estático.

**Capítulo 8.** Comprender el concepto de momento angular de una partícula y el de un sistema de partículas. Comprender el principio de conservación de la cantidad de movimiento angular y aplicarlo a diferentes sistemas físicos sencillos. Aplicar la relación existente entre el cambio de cantidad de movimiento angular con el tiempo y el par.

**Capítulo 9.** Entender el concepto de equilibrio y las condiciones físicas que lo regulan. Aplicar las condiciones de equilibrio. Establecer la diferencia entre centro de masa y centro de gravedad.

## CONTENIDOS

### Capítulo 1. CINEMATICA

Mecánica, cinemática y dinámica. El concepto de masa puntual. Movimiento de una partícula con respecto a un sistema de referencia. Elección de sistemas de referencia. El vector posición y el vector desplazamiento. Sus componentes. Distancia recorrida. El vector velocidad media. El vector aceleración instantánea. Rapidez. El vector aceleración media. El vector aceleración instantánea. Unidades: Sistemas MKS y CGS. Movimiento rectilíneo uniforme. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Caída libre. Movimiento en el plano con aceleración constante. Movimientos de proyectiles. Trayectoria de una partícula. La velocidad de una partícula es siempre tangente a la trayectoria. Movimiento circular, velocidad angular y aceleración centrípeta. Movimiento relativo, caso en el que un sistema S viaja con velocidad constante respecto de otros sistemas S.

### Capítulo 2. DINAMICA Y LEYES DE NEWTON

El problema de la mecánica. Primera Ley de Newton. Concepto de fuerza. Definición de masa. Segunda Ley de Newton: su carácter vectorial. Tercera Ley de Newton. Unidades sistemas MKS y CGS y sistema Técnico. Diferencia entre peso y masa. El dinamómetro. Aplicación de los anteriores conceptos al caso de sistemas construidos por varios cuerpos. El diagrama de fuerzas. Fuerzas de roce. Coeficiente de roce

---

---

estático y coeficiente de roce dinámico. Fuerzas centrípeta.

### Capítulo 3. TRABAJO Y ENERGIA

Definición de trabajo. Trabajo hecho por una fuerza constante. Trabajo hecho por una fuerza variable. Unidades. Ley de Hook. Potencia. Energía cinética. Teorema del Trabajo y la energía.

### Capítulo 4. CONSERVACION DE LA ENERGIA

Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía Potencial. Energía Mecánica. Otras formas de energía: eléctrica, electromagnética, química y térmica. La conservación de la energía. Equivalencia entre masa y energía. Sistemas conservativos y no conservativos.

### Capítulo 5. CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Concepto de centro de masa. Posición, velocidad y aceleración del centro de masa. Las Leyes que rigen el movimiento del centro de masa. Cantidad de movimiento de partícula. La segunda Ley de Newton expresada en la forma  $F = \frac{d\vec{p}}{dt}$ , cantidad de movimiento de un sistema de partículas. Conservación de la cantidad de movimiento. Choques elásticos y choques inelásticos.

### Capítulo 6. CINEMATICA DE ROTACION

Variables del movimiento de rotación. Variables rotacionales como vectores. Rotación con aceleración angular constante. Relación entre las variables de la cinemática lineal con las variables de la cinemática angular de una partícula en el movimiento circular.

### Capítulo 7. DINAMICA DEL MOVIMIENTO DE ROTACION

El concepto de cuerpo rígido. Energía cinética de rotación de un cuerpo rígido. Momento de inercia de un cuerpo rígido. Calculo del momento de inercia en un par de casos sencillos. Movimiento combinado de traslación y rotación de un cuerpo rígido. Rodadura sin deslizamiento.

### Capítulo 8. CONSERVACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO ANGULAR

Cantidad de aceleración angular de una partícula. Cantidad de movimiento angular de un sistema de partículas. Conservación de la cantidad de movimiento angular. Concepto de aceleración angular. Aplicaciones de la conservación de la cantidad de movimiento angular.

### Capítulo 9. ESTATICA DE LOS CUERPOS RIGIDOS

Equilibrio mecánico. Momento de una fuerza. Condiciones para el equilibrio mecánico de un cuerpo rígido. Centro de gravedad. Equilibrio estable, inestable e indiferente de un cuerpo rígido en un campo gravitacional.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Las actividades de enseñanza aprendizaje consistirán en: clases magistrales, resolución de problemas en clase y resolución por parte de los estudiantes de problemas propuestos, uso de videos y presentación de algunas experiencias demostrativas.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Exámenes teórico-práctico (4 al menos).

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M. y FINN, E. *Física. Parte I*. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá 1970.
- RESINCK y HALLIDAY, D. *Física. Parte I*. Editorial continental. México, 1978.

- 
- SCARS F. y ZEMANSKY, M. *Física General*. Ediciones Aguilar. Madrid, 1968.
  - SEARS, F. *Fundamentos de Física I*. Ediciones Aguilar. 1980
  - TIPLER, P. *Física. Tomo I*. Editorial Reverte. España 1997

<b>Fecha de elaboración del programa: B-2001</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Escuela Básica</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SISTEMAS DE REPRESENTACION 20</b>			<b>Código:</b>	IMSR20
<b>Prelaciones:</b>	SISTEMAS DE REPRESENTACION 10			<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	3	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	54	0	108	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

La capacidad de transferir espacios tridimensionales a representaciones bidimensionales y de manera recíproca, pasar de una representación bidimensional a un objeto tridimensional es necesaria para cualquier Ingeniero y forma parte de la formación básica general exigida. En particular, los Ingenieros, hacen uso diario de estas habilidades cada vez que desarrollan un proyecto o lo ejecutan.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe estar en capacidad de transferir las percepciones tridimensionales a representaciones bidimensionales y construir un objeto a partir de su representación

### OBJETIVOS GENERALES

El estudiante debe desarrollar la habilidad de transferencia de las percepciones tridimensionales en representaciones bidimensionales, en los diferentes sistemas de proyección así como interpretar y elaborar planos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### UNIDAD I.

- Representar en el sistema diédrico el desarrollo de sólidos de superficies curvas y planas Simples y compuestas.
- Representar en el sistema diédrico la intersección entre sólidos de superficies curvas y planas.

#### UNIDAD II.

- Reconocer e identificar los elementos y propiedades esenciales del sistema acotado.
- Representar en el sistema acotado los elementos geométricos que conforman los objetos: puntos, rectas y planos.
- Proyectar en el sistema acotado las relaciones existentes entre los elementos esenciales que conforman los objetos aplicando las leyes geométricas que las rigen.
- Determinar el verdadero tamaño y el ángulo que forman las rectas y los planos con el plano de proyección.
- Reconocer e interpretar las superficies del terreno.



---

Realizar perfiles longitudinales y transversales en diferentes tipos de terreno.

### **UNIDAD III.**

Identificar los elementos esenciales de los sistemas axonométricos.  
Representar sólidos en los diferentes sistemas axonométricos.

### **UNIDAD IV.**

Reconocer los diferentes tipos de planos.  
Familiarizarse con las normas para la elaboración de planos.  
Interpretar planos topográficos, estructurales de urbanismo y arquitectura en base a las simbologías normalizadas.  
Elaborar planos.

## **CONTENIDOS**

### **INTRODUCCION**

Introducción al curso. Objetivos y planificación. (3 horas)

### **UNIDAD 1. SISTEMAS DIÉDRICO: DESARROLLO E INTERSECCIÓN DE SÓLIDOS:**

#### **Tema 1. Desarrollo de Sólidos simples y compuestos.**

Identificación de sólidos desarrollables, generalidades y procesos. Desarrollo del cono.  
Desarrollo del cilindro. Desarrollo de sólidos compuestos. (9 horas)

#### **Tema 2. Intersección de sólidos de base coplanares y no coplanares**

Generales, métodos, tipos, intersección de recta en sólido. Intersección. De sólidos de bases coplanares. Intersección de sólidos de base no coplanares. Penetración completa e incompleta. Tangencia simple y doble. (9 horas)

### **UNIDAD II: SISTEMA ACOTADO**

#### **Tema 1. Punto y Recta**

Elementos y propiedades esenciales. Generalidades. Escalas. Punto. Recta: Verdadero tamaño, ángulo con el plano de proyección, traza, pendiente. Intersección de sólidos de base coplanares. (3 horas).

#### **Tema 2. Plano**

Verdadero tamaño, ángulo con el plano de proyección, traza, pendiente. Punto y recta en el plano, recta de máxima pendiente. (3 horas).

#### **Tema 3. Intersección.**

Intersección de recta en plano. Intersección de planos: aplicaciones en techos. (3 horas)

#### **Tema 4: Superficie Topográfica.**

Generalidades. Curvas de nivel interpretación y determinación. Interpolación. Formas de terreno. Líneas de máxima y mínima pendiente. Pendientes del terreno. Trazado de caminos y carreteras. (3 horas)

#### **Tema 5: Perfiles de Terreno y rasante**

Perfiles longitudinales y transversales. Intersección de planos con superficies topográficas. Abatimientos. Aplicaciones. (6 horas).

#### **Tema 5: Explanación de terrenos**

Explanación horizontal de terrenos. Aplicaciones. (6 horas)

### **UNIDAD III: SISTEMAS AXONOMÉTRICOS:**

#### **Tema 1. Sistema axonométrico Oblicuo. (Perspectiva caballera, Militar y Lateral.**

Definición elementos esenciales y propiedades esenciales. Escalas y usos. Proyecciones de punto, recta y plano. Abatimiento de los planos de proyección. Paso del sistema diédrico al axonométrico oblicuo y viceversa. Proyección de sólidos en perspectiva caballera, militar y lateral. (3 horas)

## **Tema 2. Sistema axonométrico ortogonal (Isometría, Bimetría y Trimetría)**

Definición, elementos esenciales y propiedades esenciales, coeficiente de reducción. Escalas y usos. Isometría, bimetría y trimetría. Proyecciones de punto, recta y plano. Abatimientos de los planos de proyección. Paso del sistema diédrico al axonométrico ortogonal y viceversa. Proyección de sólidos en isometría, bimetría y trimetría. (9horas).

### **UNIDAD IV: ELABORACION E INTERPRETACION DE PLANOS**

#### **Tema 1. Elaboración de Proyectos**

Normalización. Rotulación. Marcos. Plegado de planos. Simbología. Interpretación de planos topográficos. Selección de terrenos. Interpretación de planos completos de urbanismo y de arquitectura. Diseño de techos. Isometrías. Dibujos de fachadas. Dibujo de instalaciones sanitarias. Planta Isometrías. Diseño de instalaciones eléctricas. Planta Isometrías. Aplicaciones varias. (39 horas).

#### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases interactivas orientadas por el profesor y prácticas realizadas por los estudiantes. Aulas adecuadamente acondicionadas para la realización de las láminas de dibujo. Televisor y VHS, así como los videos explicativos correspondientes a las diferentes unidades. Existencia de la biografía recomendada en la Biblioteca de la Facultad.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Evaluación continua: Trabajos prácticos, láminas, evaluaciones mediante exámenes conceptuales y prácticos y la entrega de un proyecto final.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Earle, J. "Diseño gráfico para Ingenieros".  
Donn, W.L. y Shiner, J.A. "Graphic Methods in structural Geology"  
Noriega, F. "Geometría Descriptiva y grafismo arquitectónico". Ediciones Vega Caracas, Venezuela.  
Izquierdo F. "Geometría Descriptiva". Editorial Dossat. 3era. Edición. Madrid. España 1961.  
Di Pietro D. "Geometría Descriptiva". Alsina Argentina 1960.  
Osers H. "estudio de la Geometría Descriptiva". Ediciones Gili. 6ta. Edición. Madrid, España 1976.  
Rondon, A y Tellez M. "apuntes de Sistemas de Representación 20". Publicaciones de la Universidad de Los Andes".  
Leighton, W. "Geometría Técnica".

**Fecha de elaboración del programa: 03 de Marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROGRAMACION DIGITAL 10</b>			<b>Código:</b>	IMPD10
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 10			<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	2	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	0	36	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Las técnicas de Programación le van a permitir al estudiante resolver problemas de tipo algorítmico en forma estructurada y modular, además los inicia en el uso de los lenguajes de alto nivel.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe dominar los principios básicos de computación.

**OBJETIVOS GENERALES**

El estudiante al finalizar el curso debe estar en capacidad de resolver cualquier problema de tipo algorítmico, utilizando la lógica de programación y las herramientas tanto de Hardware como de Software que la computadora puede proporcionar, independientemente del lenguaje de programación que se use.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Capítulo 1.** El estudiante debe estar en capacidad de identificar y definir los elementos físicos y lógicos del computador.

**Capítulo 2.** El estudiante debe estar en capacidad de aplicar las técnicas de programación en resolución de problemas.

**Capítulo 3.** El estudiante debe estar en capacidad de identificar la estructura general de un programa y los elementos varios que lo componen.

**Capítulo 4.** El estudiante debe estar en capacidad de aplicar las técnicas de programación modular y programación estructurada, flujos de control y ordenación física y lógica de instrucciones.

**Capítulo 5.** El estudiante debe estar en capacidad de procesar una colección de valores mediante el uso de los vectores y las matrices.

**Capítulo 6.** El estudiante debe estar en capacidad de resolver problemas haciendo uso de Subprogramas o Subalgoritmos: funciones y procedimientos.

## CONTENIDOS

### Capítulo 1. CONCEPTOS BASICOS DE PROGRAMACION DIGITAL

Introducción. Historia de la computación. Definición de computadora. Hardware y software de los sistemas de procesamiento de la información. Generaciones del computador electrónico. Lenguajes de programación: lenguajes de máquinas, lenguajes de bajo nivel, lenguajes de alto nivel, traductores de lenguaje: interpretes, compiladores, fases de la compilación.

8 horas teoría 2 horas prácticas.

### Capítulo 2. METODOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION DE PROGRAMAS

Análisis. Diseño: Algoritmo: concepto y características, diagramas de flujo. Codificación en lenguaje de alto nivel. Implantación. Pruebas y depuración.

8 horas teoría 2 horas prácticas.

### Capítulo 3. ELEMENTOS BASICOS DE UN PROGRAMA

Datos. Tipos de datos. Constantes y variables. Expresiones. Funciones internas o de biblioteca. La operación de asignación. Entrada y salida de información. Concepto de programa. Partes de un programa. Instrucciones y tipos de instrucciones. Elementos básicos de un programa: bucles, contadores, acumuladores, selectores, interruptores. Escritura de algoritmos y programas.

8 horas teoría, 2 horas práctica.

### Capítulo 4. LOGICA DE PROGRAMACION

Programación modular. Programación estructurada. Estructuras básicas de control: Secuencias, decisión o selección: alternativa simple, alternativa doble y alternativa múltiple. Repetición: estructura mientras, estructura repita hasta, estructura desde/para y salida interna de los bucles. Estructuras de decisión anidadas. Estructuras de repetición anidadas.

20 horas teoría, 5 horas práctica.

### Capítulo 5. ARREGLOS

Introducción a la estructura de datos. Arreglos unidimensionales: Vectores. Operaciones con vectores. Arreglos multidimensionales. Operaciones con arreglos multidimensionales. Almacenamiento de arreglos en memoria. Ordenamiento de arreglos.

5 horas teoría, 10 horas práctica.

### Capítulo 6. SUBPROGRAMAS O SUBROUTINAS

Introducción. Ámbito: variables globales y locales. Paso de parámetros. Funciones. Procedimientos. Funciones y procedimientos como parámetros. Efectos laterales.

4 horas teoría, 6 horas práctica.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases expositivas e interrogativas con aplicaciones. Practicas de Laboratorios.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Evaluación continua.

## BIBLIOGRAFÍA

**Joyanes, Luis.** *Fundamentos de Programación. Algoritmos y estructura de Datos.* Primera Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana, México. 1995.

**Joyanes, Luis.** *Programación en Turbo Pascal.* Versiones 5.5, 6.0 y 7.0. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill. México 1996.

---

<b>Fecha de elaboración del programa: A-2002</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Escuela básica</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>CALCULO 30</b>			<b>Código:</b>	IMCA30
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 20			<b>Período:</b>	TERCERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CALCULO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	6	0	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	108	0	0	108	<b>6</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El propósito de ésta materia es conocer el análisis y Cálculo Diferencial de varias variables para utilizarlo como herramienta necesaria en la comprensión de los fenómenos de la física.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe conocer los conceptos de funciones, límites, función derivada e integral de funciones de una variable.

**OBJETIVOS GENERALES**

Preparar al estudiante en el área de Cálculo de varias variables a fin de que sea capaz de utilizar las técnicas y conocimientos matemáticos de interés en la física e ingeniería.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Capítulo 1.** Que el estudiante sea capaz de: Comprender los conceptos fundamentales de funciones de varias variables. Calcular límites para funciones de varias variables.

**Capítulo 2.** Que el estudiante sea capaz de: Calcular las derivadas parciales de cualquier función de varias variables. Entender el concepto de diferenciabilidad y la interpretación del vector gradiente y su aplicación. Aplicar el concepto de diferencial al cálculo de errores.

**Capítulo 3.** Que el estudiante sea capaz de: Calcular derivadas parciales aplicando la regla de la cadena. Plantear y determinar los extremos de las funciones.

**Capítulo 4.** Que el estudiante sea capaz de: Determinar los límites de integración para el cálculo de las áreas y los volúmenes. Aplicaciones de las integrales triples.

**Capítulo 5.** Que el estudiante entienda los conceptos de integrales de línea, integrales de superficie y sus aplicaciones. Que el estudiante interprete físicamente las operaciones vectoriales.

## CONTENIDOS

### **Capítulo 1. FUNCIONES REALES DE VARIAS VARIABLES. LIMITES Y CONTINUIDAD**

Concepto de función real de dos variables y la Gráfica del dominio, funciones de varias variables. Límites en un punto (ordinarios, direccionales y a lo largo de una curva). Propiedades de los límites y cálculo de límites. Continuidad de puntos interiores y en conjuntos abiertos. Signos de una función continua. Continuidad de sumas, diferencias, productos, cocientes y funciones compuestas.

### **Capítulo 2. DERIVADAS PARCIALES Y DIFERENCIALES DE FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES.**

Concepto de derivada parcial y derivada direccional en un punto. Relación entre derivabilidad y continuidad. Funciones derivadas parciales de primer orden y las derivadas parciales de orden superior. Teorema de Schwarz. Concepto de función diferenciable en un punto. La continuidad de las derivadas parciales de primer orden garantiza la diferenciabilidad y continuidad. Relación entre la diferenciabilidad y la derivabilidad en todas las direcciones: expresión de cualquier derivada direccional en función de las derivadas parciales, el vector gradiente en un punto y expresión de la diferencial como producto escalar. Interpretación geométrica del vector gradiente. El vector normal y el plano tangente a la gráfica en un punto de diferenciabilidad de la función. Interpretación geométrica de la diferencial en dicho punto. Cálculo aproximado por uso de diferenciales con funciones de dos o más variables. Aplicación de los diferenciales al cálculo de errores.

### **Capítulo 3. FUNCIONES IMPLÍCITAS Y EXTREMOS RELATIVOS.**

Diferencial de una función compuesta. Cambio de sistemas de coordenadas cartesianas, polares, esféricas y cilíndricas. Aplicación a la obtención de derivadas para funciones definidas implícitamente: Función implícita de una variable, función implícita de dos variables y sistemas de dos funciones implícitas de dos variables (Jacobiano). Teorema de Valor Medio. Fórmula de Taylor. Generalizaciones a tres o más variables. Extremos relativos para funciones de dos variables: Hessiano, extremos absolutos. Extremos relativos condicionados: método de los multiplicadores de Lagrange.

### **Capítulo 4. INTEGRALES DOBLES Y TRIPLES:**

Concepto de integral doble. Relación entre funciones integrables y funciones continuas. Interpretación geométrica de la integral doble de una función continua. Cálculo de integrales dobles mediante integración reiterada. Propiedades de las integrales dobles. Cambio de variable en un integral doble. Utilización de las coordenadas polares para resolver integrales dobles. Cálculo de áreas planas y de volúmenes por integrales dobles. Cálculo de centro de masa y momento de inercia. Concepto de integrales triples mediante integraciones reiteradas. Propiedades de las integrales triples. Cambio de variable en un integral triple. Coordenadas cilíndricas y esféricas. Aplicación al cálculo de integrales triples: Volúmenes, centro de gravedad y momentos de inercia.

### **Capítulo 5. INTEGRALES DE LINEA Y DE SUPERFICIE.**

Concepto de integral curvilínea, propiedades de las integrales curvilíneas. Teorema de Green. Integrales curvilíneas, planas independientes del camino de integración. Funciones vectoriales de dos variables reales: límites, continuidad y derivadas parciales. Concepto de superficie en el espacio: coordenadas curvilíneas de los puntos de la superficie. El vector normal y el plano tangente a la superficie en un punto. Orientación de superficie. Concepto de integral de superficie. Campos vectoriales: líneas de fuerza. Circulación de un vector a lo largo de una curva. Campos que derivan de un potencial. Flujo de un campo vectorial a través de una superficie. El operador nabla: gradiente, divergencia y rotacional. El operador de Laplace. Teorema de Stokes. Teorema de Gauss-Ostrogradski.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases magistrales. Clases de Problemas. Clases de resolución de ejercicios por los estudiantes.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Evaluación continua e integral.

## BIBLIOGRAFÍA

- Apóstol, T. *Análisis Matemático*. Editorial Reverté, S.A. Segunda Edición 1982.
- Demidovich, B. *Problemas y ejercicios de análisis matemático*. Editoria MIR, Moscú.
- Granville W. *Cálculo diferencial e integral*. Limusa Noriega Editores.
- Leithold L. *El Cálculo con Geometría Analítica*. Harla S.A.
- Piskunov, N. *Calculo Diferencial e integral*.
- Purcell, E. y Varberg. D. *Cálculo con Geometría Analítica*. Editorial Prentice-Hall.
- Salas y Hill. *Calculus*, Editorial Reverté, S.A.
- Zill, D. *El Cálculo con Geometría Analítica*. Grupo editorial iberoamericana.

**Fecha de elaboración del programa: A-2003**

**Programa Elaborado por: Escuela básica**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b> FISICA 21	<b>Código:</b> IMFI21
<b>Prelaciones:</b> NINGUNA	<b>Período:</b> TERCERO
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA	
<b>Carrera:</b> INGENIERIA MECANICA	
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS	
	<b>Teoría      Práctica      Laboratorio      Total      Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	<b>4                      2                      0                      6                      Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	<b>72                      36                      0                      108                      5</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La asignatura Física 21, comprende aspectos fundamentales de carácter formativo, necesarios en todas las ramas de Ingeniería y constituyen una base para la comprensión de otras asignaturas de la carrera.

**REQUERIMIENTOS**

Es necesario que el estudiante tenga conocimientos previos de vectores, números complejos, límites, derivadas integrales definidas de una variable, estática y dinámica de los cuerpos rígidos.

**OBJETIVOS GENERALES**

Interpretar con claridad y precisión los fenómenos físicos y las leyes que rigen la termodinámica, la electricidad y el magnetismo.  
 Aplicar dichos conceptos a nuevas situaciones físicas y al desarrollo de problemas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Capítulo 1.** Analizar los fenómenos básicos relacionados con el calor. Interpretar conceptos tales como: equilibrio térmico, calor como forma de energía, equivalente mecánico del calor, sistemas termodinámicos, gases ideales, procesos reversibles e irreversibles, ciclos, entropía. Aplicar las leyes de la termodinámica.

**Capítulo 2.** Estudiar los fenómenos de naturaleza eléctrica. Carga eléctrica, campo eléctrico, potencial eléctrico, circuitos.

**Capítulo 3.** Analizar los fenómenos básicos de los procesos relacionados con el magnetismo permanente y electromagnetismo. Interpretar conceptos tales como: campo magnético, fuerza sobre cargas en movimiento, fuerza sobre alambres con corriente, campos magnéticos que varían en el tiempo, energía almacenada en un campo magnético, inductancia, corriente alterna. Impedancia. Aplicar las leyes de Ampere, Biot-Savart, Faraday y Lenz.

## CONTENIDOS

### Capítulo 1. TERMODINAMICA

Ley cero de la Termodinámica (Equilibrio Térmico). Escalas Termométricas. Tipos de termómetros. Dilatación térmica. Calor como forma de energía. Calorimetría. Capacidad calórica y calor específico. Mezclas calorimétricas. Conductividad térmica. Calor y trabajo. Calor y energía mecánica. Equivalente mecánico del calor. Sistemas termodinámicos. Primera Ley de la termodinámica. Leyes de los gases ideales. Trabajo hecho por y sobre un sistema (gas). Transformaciones de un estado termodinámico isotérmico, isobárico y adiabático. Calores específicos de los gases ideales. Procesos (transformaciones) reversibles e irreversibles. El ciclo de Carnot. Segunda Ley de la Termodinámica. Entropía y la Segunda Ley de la Termodinámica.

### Capítulo 2. ELECTRICIDAD

Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Cuantización de la carga. Carga y materia. Conductores y aislantes. Definición de campo eléctrico y concepto de líneas de fuerza. Cálculo del campo eléctrico producido por distribuciones discretas y continuas de carga. Flujo eléctrico y Ley de Gauss. Propiedades de los conductores. Concepto de potencial eléctrico y diferencia de potencial. Propiedades de las superficies equipotenciales. Cálculo del potencial a partir del campo eléctrico. Cálculo directo del potencial a partir de distribuciones discretas y distribuciones continuas de carga. Potencial eléctrico en conductores. Energía potencial eléctrica. Capacidad eléctrica. Capacidad de diversos tipos y sistemas de condensadores. Efecto de los dieléctricos en un campo eléctrico. Ley de Gauss con dieléctricos. Energía almacenada en un campo eléctrico. Corriente eléctrica. Densidad de corriente. Resistencia eléctrica. Resistividad y conductividad. Ley de Ohm sobre un conductor. Transferencia de energía en un circuito eléctrico. Efecto Joule. Fuerza electromotriz. Leyes de Kirchhoff. Aparatos de medidas. Circuitos RC con fuente de voltaje continuo.

### Capítulo 3. MAGNETISMO

Definición de un campo magnético. Fuerza sobre una carga en movimiento y fuerza sobre una corriente. Momento de una fuerza sobre una espira con corriente. Ley de Ampere y aplicaciones. Ley de Biot-Savart y aplicaciones. Ley de Inducción de Faraday. Ley de Lenz. Campos magnéticos que varían con el tiempo. Energía y densidad de energía en un campo magnético. Inductancia. Cálculo de la inductancia. Corriente y voltaje alterno. Valor r.m.s. Impedancia. Circuito RC con fuente de corriente alterna. Circuitos LR y LRC con fuente de corriente alterna.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje consistirán en técnica expositiva con experimentos demostrativos y métodos audiovisuales.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Exámenes teórico prácticos (4 al menos).

## BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, M. y FINN, E. *Física. Parte II*. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá 1970.  
RESINCK y HALLIDAY, D. *Física. Parte II*. Editorial continental. México, 1978.  
SEARS F. y ZCMANSKY, M. *Física General*. Ediciones Aguilar. Madrid, 1968.  
SEARS, F. *Fundamentos de Física II*. Ediciones Aguilar. 1980  
TIPLER, P. *Física. Tomo II*. Editorial Reverte. España 1997

Fecha de elaboración del programa: B-2001.

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>LABORATORIO DE FISICA GENERAL</b>			<b>Código:</b>	IMLF10
<b>Prelaciones:</b>	FISICA 11			<b>Período:</b>	TERCERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	0	0	4	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	0	0	72	72	<b>2</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El laboratorio de Física General para estudiantes de Ingeniería es necesario para adquirir cierta metodología para desarrollar trabajos experimentales, mediante el uso de equipos e instrumentos.

**REQUERIMIENTOS**

**OBJETIVOS GENERALES**

- Adquirir conocimientos de Física en un Laboratorio como el primer paso a un proceso de investigación.
- Aplicar la metodología experimental y la investigación bibliográfica.
- Adquirir habilidades y destrezas en el manejo de la instrumentación de un laboratorio.
- Aplicar métodos de evaluación de la confiabilidad de las mediciones experimentales y de los resultados calculados o graficados.
- Elaborar informes científicos y/o técnicos.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Manejar los diferentes instrumentos de medición.
- Comprender los conceptos básicos del electromagnetismo.

**CONTENIDOS**

**UNIDAD I. MAGNITUDES FISICAS BASICAS.**

**Tema 1.** Introducción a los conceptos de magnitud Física, Medida, sistema y patrones de medida, medir, precisión en la medida, exactitud en la medición, error en la medición y teoría de errores.

**Tema 2.** Longitud, arca, volumen, tiempo, masa y densidad (sistemas de medida).

**Tema 3.** Temperatura, calor, viscosidad, presión y trabajo (sistemas de medidas).

**Tema 4.** Voltaje, corriente eléctrica, resistencia (sistemas de medida).

**UNIDAD II. INSTRUMENTACION**

**Tema 1.** Relacionado con instrumentación: equipos de medición, cuidados y destreza en el uso de equipos, rangos de medida, apreciación en la medida, escalas de medida y calibración.

**Tema 2.** Voltaje AC/DC, corriente AC/DC, resistencia (instrumentación: osciloscopio, generador de señales, frecuencímetro).

**Tema 3.** Inductancia, capacitancia, frecuencia (instrumentación: osciloscopio, generados de señales, frecuencímetro, etc.)

**Tema 4.** Carga eléctrica (instrumentación: registrador, generador de señales, frecuencímetro etc.).

### **UNIDAD III. PROCESAMIENTO DE DATOS:**

**Tema 1.** Teoría de representación de datos, gráficos, análisis de resultados, interpretación, conclusiones.

**Tema 2.** Péndulo.

**Tema 3.** Campo eléctrico.

**Tema 4.** Campo magnético.

**Tema 5.** Fuerza, presión y trabajo.

### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Las actividades del proceso de enseñanza – aprendizaje consistirán en técnica expositiva apoyadas con experimentos demostrativos y métodos audiovisuales.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

En el método de evaluación será de carácter continuo con examen corto antes de iniciar cada práctica, reporte a ser elaborado, en el proceso del experimento y entregado al finalizar el mismo. Adicionalmente se realizarán tres exámenes teórico – prácticos integrales. La distribución de evaluación será la siguiente:

- Examen corto 30 %
- Reporte 30 %
- Examen teórico – practico 30 %
- Desempeño en el laboratorio 30 %

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Alonso, M y Finn, E. *Física, Parte II*. Fondo Educativo. Interamericano, Bogotá 1970
- Resnick y Hallyday, D. *Física, Parte 2*. Editorial Continental, México 1978.
- Sears F y Zemansky, M *Física General*. Ediciones Aguilar, Madrid 1968
- Sears F. *Fundamentos de Física II* Ediciones Aguilar 1980
- Tipler, P *Física. Tomo II* Editorial reverté España 1997.

**Fecha de elaboración del programa: Ingeniería de Sistemas**

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MECANICA RACIONAL 10</b>			<b>Código:</b>	IMMR10
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 20, FISICA 11			<b>Período:</b>	TERCERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El estudiante debe poseer conocimientos claros sobre los fundamentos de la Estática de cuerpos rígidos que lo preparen y capaciten para cursos posteriores tales como resistencia de materiales y estructuras.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe dominar los elementos básicos de la física y del cálculo. Concretamente, debe saber hallar áreas de superficies planas y dominar las aplicaciones de las leyes de Newton.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de este curso es desarrollar en el estudiante de ingeniería la capacidad de analizar cualquier problema en forma sencilla y lógica y aplicar para su solución, los principios básicos de la Mecánica.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comprender los fenómenos físicos relacionados con vectores, equilibrio de fuerzas en partículas y en cuerpos rígidos, fuerzas en vigas y columnas, momento de inercia, cinemática de los cuerpos rígidos, energía, potencia y cantidad de movimiento.
- Utilizar las leyes, ecuaciones y sistemas de unidades para resolver problemas sobre los tópicos nombrados en el párrafo anterior.
- Reconocer, analizar y evaluar estos fenómenos físicos en los procesos reales.

**CONTENIDOS**

**Tema 1. Estática de las Partículas.**  
 Introducción. Postulados fundamentales. Expresión vectorial de una fuerza. Composición de fuerzas concurrentes. Momento de una fuerza respecto a un punto y un eje. Pares de fuerzas. Composición de un sistema general de fuerzas coplanares. Composición de un sistema general de fuerzas paralelas.

---

Reducción de un sistema general de fuerzas no coplanares.  
15 horas.

### **Tema 2. Cuerpos Rígidos.**

Centros de gravedad y centroides. Definiciones. Expresiones generales para centros de gravedad y centroides. Centroides de áreas planas simples. Teorema de Pappus-Guldins. Centroides de áreas planas compuestas.  
5 horas.

### **Tema 3. Equilibrios.**

Equilibrio. Introducción. Expresiones de equilibrio para cada sistema de fuerzas. Vínculos. Vínculos de un cuerpo. Ecuaciones de condición. Estudio de estabilidad y determinación de cuerpos rígidos. Tipos de cargas. Diagrama de cuerpo libre. Cálculo de reacciones.  
15 horas.

### **Tema 4. Reticulados**

Reticulados. Definiciones. Usos. Hipótesis de cálculo. Clasificación de los reticulados. Estabilidad y determinación. Métodos de nodos. Métodos de secciones.  
10 horas.

### **Tema 5. Fuerza Cortante y Momento Flector.**

Fuerza cortante y momento flector. Definiciones. Expresiones de FC y MF. Método simplificado para obtener expresiones y diagramas de FC y MF. Relaciones Carga-MF y FC-MF. Obtención de expresiones y diagramas de FC y MF en vigas. Método del vector unitario. Obtención de expresiones y diagramas de FC y MF en pórticos.  
15 horas

### **Tema 6. Propiedades de áreas planas.**

Momento de inercia. Definiciones y expresiones. Teorema de Steiner o de los ejes paralelos. Radio de giro. Obtención de momento de inercia de áreas planas simples. Obtención de momento de inercia de áreas planas compuestas. Producto de inercia. Teorema de los ejes paralelos para el producto de inercia. Producto de inercia de áreas simples. Obtención de producto de inercia de áreas compuestas. Rotación de ejes y momentos principales de inercia.  
10 horas.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases magistrales y clases prácticas.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Exámenes teóricos y prácticos. Prácticas calificadas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abreu B., R. *Lecciones de Mecánica Racional*. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, ULA, 1986.
- Beer, Ferdinand and Johnston, Russell, *Mecánica Vectorial para Ingenieros (Estática)*, McGraw-Hill, 1997.
- McGill, D.J. y King, W.W. *Mecánica para Ingeniería. Volumen I, Estática*. Grupo editorial Iberoamericana.
- Sandor, B. *Ingeniería Mecánica. Estática*. Editorial Prentice-Hall.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
<b>Programa Elaborado por: Escuela básica</b>

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>ESTADISTICA</b>			<b>Código:</b>	IMET10
<b>Prelaciones:</b>	CALCULO 10			<b>Período:</b>	TERCERO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Los conceptos básicos de la estadística Descriptiva, Probabilidades e inferencia Estadística son imprescindibles en la toma de decisiones y además permite conocer las herramientas a utilizar en el momento en que las diferentes aplicaciones laborales lo requieren.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe dominar los principios del cálculo diferencia e integral.

**OBJETIVOS GENERALES**

Impartir al estudiante los conceptos básicos de la estadística descriptiva, probabilidad, funciones básicas de probabilidad e inferencia estadística.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar estudios descriptivos a un conjunto de datos.
- Aplicar los conceptos básicos de probabilidad en diversas situaciones.
- Diferenciar y resolver problemas relacionados con distribuciones de probabilidad discretas y continuas.
- Inferir las características de una población usando las de la muestra.

**CONTENIDOS**

**UNIDAD I. CONCEPTOS BASICOS Y ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

18 horas teoría, 6 horas práctica.

**Tema 1. Introducción**

Concepto de Estadística. Áreas de Aplicación. Descripción de un proceso de investigación. Etapas en las cuales interviene la Estadística. Conceptos de población y muestra. Tipos de datos y escalas de medidas. Datos univariantes y multivariantes.

**Tema 2. Estadística Descriptiva**

Organización de los datos. Distribución de frecuencias. Representación gráfica de los datos. Medidas de

---

tendencia central: Media. Mediana, moda. Propiedades, ventajas y desventajas. Medidas de Dispersión: Rango, varianza, desviación típica y coeficiente de variación. Propiedades, ventajas y desventajas. Medida de Asimetría y Kurtosis. Interpretación.

## **UNIDAD II. PROBABILIDADES**

8 horas teoría, 2 horas práctica.

### **Tema 1. Conceptos básicos de probabilidad**

Experimento aleatorio. Espacio muestral. Eventos. Ocurrencia y clasificación.

### **Tema 2. Probabilidades a Priori**

Concepto de probabilidad. Teoremas básicos. Reglas. Probabilidad condicional.

### **Tema 3. Probabilidades a posteriori**

Teorema de la probabilidad total. Teorema de Bayes.

## **UNIDAD III. VARIABLE ALEATORIA**

22 horas teoría, 6 horas práctica.

### **Tema 1. Modelo probabilístico**

Concepto de variable aleatoria. Clasificación de las variables. Función de probabilidad y función de distribución de variables aleatorias discretas y continuas. Función de una variable aleatoria discreta. Valor esperado, varianza y desviación típica de una función de una variable aleatoria discreta. Distribuciones conjuntas: Marginales y condicionales para variables aleatorias discretas. Medias condicionales y varianzas condicionales, con varianza. Independencia. Suma de variables aleatorias independientes.

### **Tema 2. Distribución de variables aleatorias discretas**

Distribución de Bernoulli. Distribución binomial. Distribución Hipergeométrica. Distribución de Poisson.

### **Tema 3. Distribución de variables aleatorias continuas**

Distribución uniforme. Distribución exponencial. Distribución normal. Aproximación normal de binomial y Poisson.

## **UNIDAD IV. INFERENCIA ESTADÍSTICA**

10 horas teoría, 6 horas práctica.

### **Tema 1. Estimación.**

Estimación puntual. Propiedades de los estimadores. Estimación por intervalos para la media, proporción, diferencia de medias y diferencia de proporciones, usando la distribución normal.

### **Tema 2. Contraste de hipótesis.**

Fundamentos de la contrastación de hipótesis. Formulación de hipótesis. Hipótesis simple y compuesta. Tipos de errores en la contrastación. Etapas para la contrastación de hipótesis. Contraste de hipótesis para la media, proporción, diferencia de medias y diferencia de proporciones. Relación entre los intervalos de confianza y la contrastación de hipótesis.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases magistrales y prácticas. Realización de informes escritos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Exámenes teóricos y prácticos. Evaluación de los informes escritos.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Armas, José. *Estadística sencilla: Probabilidades*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Económicas y sociales. Escuela de Estadística. Mérida Venezuela 1996.
- Chao, Lincoln. *Introducción a la Estadística*. Primera Edición. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México, 1985.
- Chou, Ya-Lun. *Análisis Estadístico*. Nueva Editorial Interamericana. S.A. de C.V. Primera Edición. Mexico. 1969.
- Harnett, Donald y James Murphy. *Introducción al Análisis estadístico*. Addison-Wesley Iberoamericana S.A. México 1988.
- Meyer, Paul. *Probabilidad y aplicaciones Estadísticas*. Segunda Edición. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Delaware, EUA. 1992.
- Walpole, Ronald y Raymond Myers. *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. Tercera Edición. Editorial McWraw-Hill Interamericana de México S.A. de C.V. 1968.

**Fecha de elaboración del programa: B-2001**

**Programa Elaborado por: Escuela básica.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b> MATEMÁTICAS 40	<b>Código:</b> IMMT40				
<b>Prelaciones:</b> CALCULO 30	<b>Período:</b> CUARTO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CALCULO					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	2	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	36	0	108	<b>5</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El propósito de ésta materia es el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), en derivadas parciales (EDP) y de las series infinitas. El curso está orientado para que los estudiantes de Ingeniería Mecánica se familiaricen en el reconocimiento y los métodos de resolución de las EDO, así como también con la resolución de problemas en forma aproximada. Estos métodos son fundamentales para que el estudiante pueda estudiar y comprender los conceptos contenidos en las diferentes asignaturas de la carrera de Ingeniería Mecánica.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe conocer los conceptos de funciones, límites, derivada e integral de funciones de una variable y varias variables.

**OBJETIVOS GENERALES**

Al finalizar el curso, el estudiante debe estar en capacidad de formular, clasificar y resolver una ecuación diferencial, y hacer uso del conocimiento de la teoría de series.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que el estudiante:
- Comprenda el concepto de serie y su utilidad.
  - Entienda que es una ecuación diferencial, su utilidad y aprenda a los métodos analíticos de resolución de ecuaciones.
  - Conozca lo que es un sistema de ecuaciones diferenciales y los métodos de resolución de estos sistemas.
  - Conozca lo que es una ecuación diferencial parcial y algunas de las aplicaciones útiles en ingeniería mecánica.
  - Entienda lo que es una transformada de Laplace y su utilidad en la resolución de ecuaciones diferenciales.

## CONTENIDOS

### UNIDAD I. SERIES

#### Tema 1. Series

Concepto de sucesiones. Series: concepto, la suma de una serie, ejemplos de estudios directos. Series de términos positivos. Criterios de convergencia, integral, comparación, pringsheim, Dâlembert, Cauchy, serie de términos positivos y negativos, serie alternada, Teorema de Leibnitz, Convergencia absoluta y condicional.

8 horas teoría, 4 horas práctica

#### Tema 2. Aplicaciones de series

Serie Funcionales. Desarrollo de Taylor y Maclaurin, serie de potencias. Fórmula del binomio. Series de Fourier.

8 horas teoría, 4 horas práctica

### UNIDAD II. ECUACIONES DIFERENCIALES

#### Tema 3. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden

Origen de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Orden, grado, solución general y particular. Ecuaciones de primer orden: Variables separables, cambio de variable y reducibles a la forma separable. Ecuaciones homogéneas y reducibles a homogéneas. Diferenciales lineales de segundo orden reducibles a primer orden. Ecuaciones de orden superior reducibles resolubles en  $y$ , en  $x$  y en  $dy/dx$ .

Aplicaciones: Envolventes y trayectorias ortogonales y sus aplicaciones. Las leyes del movimiento de Newton, la Ley de Kirchohoff, a la química y las mezclas químicas, flujo de calor de estado estacionario, problemas de crecimiento y decaimiento, cohetes, el calbe colgante, problemas de geometría y de física que involucran geometría deflexión de vigas y otros.

8 horas teoría, 4 horas práctica.

#### Tema 4. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias lineales de orden superior

Ecuaciones lineales diferenciales ordinarias de orden superior: propiedades. Ecuaciones lineales homogéneas de segundo orden. Ecuaciones homogéneas de segundo orden con coeficientes constantes. Solución general. Problemas con valor inicial. Raíces reales, raíces complejas, raíz doble de la ecuación característica. Operadores diferenciales. Ecuaciones lineales homogéneas de orden arbitrario. Ecuaciones lineales homogéneas de cualquier orden con coeficientes constantes. Ecuaciones lineales no homogéneas y el método de coeficientes indeterminados. Reducción de orden y ecuaciones de Euler-Cauchy. Variación de parámetros. Aplicaciones: Movimientos vibratorios de sistemas mecánicos, movimiento armónico simple, sobre amortiguado y críticamente amortiguado, el resorte con fuerzas externas y el fenómeno de resonancia mecánica. Problemas de circuitos eléctricos. Problemas sobre el péndulo simple. Oscilaciones libres.

12 horas teoría, 6 horas práctica.

#### Tema 5. Sistemas de Ecuaciones Diferenciales

Sistemas lineales de primer orden con coeficientes constantes, propiedades, valores propios, soluciones fundamentales, método matricial, principio de superposición. Método de los operadores. Sistema de ecuaciones lineales de primer orden. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales de primer orden. Sistemas lineales homogéneos, valores propios reales, valores propios complejos y valores propios repetidos.

8 horas teoría, 4 horas práctica.

#### Tema 6. Ecuaciones Diferenciales Parciales

Definiciones. Clasificación. Método de separación de variables. Ejemplos: Ecuación de onda y de difusión (calor) de una y dos dimensiones, ecuación de Laplace en coordenadas rectangulares y polares. Aplicaciones: Problemas que involucran vibraciones u oscilaciones, la cuerda vibrante. Problemas que involucran conducción o difusión de calor.

12 horas teoría, 6 horas práctica.

---

## UNIDAD III. TRANSFORMADA DE LAPLACE

### Tema 7. La transformada de Laplace

Definición. Propiedades de la transformada de Laplace. Obtención de las transformadas de Laplace mediante tablas. Obtención de la transformada inversa de Laplace. Método de las fracciones parciales. Solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales utilizando la transformada de Laplace. Matriz de Convolución.

8 horas teoría, 4 horas práctica.

+ 8 horas para evaluaciones

## EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases magistrales. Clases de problemas. Clases de resolución de ejercicios por los estudiantes.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Evaluación integral y continua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hirschman, I. *Infinito series*. Holt, Richard and Wuiston. New Cork, 1962.
- Sokolnikoff, I.S. Rodheffer, R.M. *Mathematics of physics and modern engineering*. McGraw-Hill. New Cork, 1966.
- Kreyszing, Edwin. *Advanced*

Fecha de elaboración del programa: 9 de Marzo de 2004.

Programa Elaborado por: Jean-F Dulhoste

Firma y Sello del Departamento.

Firma y sello de escuela.

<b>Asignatura:</b>	<b>MECANICA RACIONAL 20</b>			<b>Código:</b>	IMMR20
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA RACIONAL 10			<b>Período:</b>	CUARTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANISTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La mayoría de las ciencias se han construido fundamentándose en la Mecánica y aún cuando en muchos temas de la Física se han introducido nuevos conceptos y magnitudes, no puede hablarse de una descripción puramente mecánica del universo, tampoco puede negarse que los métodos mecánicos son los que han servido de pauta hasta en las mas atrevidas teorías contemporáneas.

Es necesario poner de manifiesto la importancia de la mecánica en la preparación de los ingenieros jóvenes, que van a dedicarse a diversas actividades técnicas, porque éste trata de aplicar las consecuencias de las leyes creadas por los físicos con el lenguaje ideado por los matemáticos. Preparar y darle unas bases sólidas al estudiante en las materias de MECANICA RACIONAL 10 Y 20 que capacite para tratar con éxito las materias del ciclo profesional.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos de la Mecánica Racional Estática, y de la Física de partículas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Propiciar el desarrollo de destrezas para modelar en forma realista los problemas de ingeniería, y de esta manera lograr la percepción y creatividad necesaria en la resolución de los mismos problemas.

Fundamentar los conceptos de matemática y física aplicables a los de la mecánica para afianzar los conocimientos del alumno y ponerlos al servicio de la lógica y la razón.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Brindar al estudiante una formación analítica, deductiva y racional que vaya más allá del simple adiestramiento en métodos y procedimientos conocidos y que estudie las aplicaciones prácticas con suficiente rigor lógico y matemático.

## CONTENIDOS

### Tema 1. Introducción a la Dinámica

Movimiento curvilíneo de partículas: vectores de posición, velocidad y aceleración. Componentes rectangulares de la velocidad y la aceleración. Componentes tangencial y normal de la aceleración: Movimiento de una partícula en el plano y en el espacio. Componentes radial y transversal de la velocidad y de la aceleración. Generalización al movimiento de una partícula en el espacio (coordenadas cilíndricas) Movimientos relativos a un sistema en movimiento de traslación.  
20 horas.

### Tema 2. Segunda Ley de Newton

Sistemas de unidades. Ecuaciones del movimiento: componentes rectangulares, componentes tangencial y normal, componentes radial y transversal. Movimientos en un medio resistente que depende de la velocidad de la partícula. Velocidad límite. Momentum lineal de una partícula. Tasa de cambio del momentum lineal. Momentum angular de una partícula. Tasa de cambio del momentum angular. Movimiento bajo una fuerza central. Conservación del momentum angular.  
15 horas.

### Tema 3. Método del Trabajo y la Energía

Introducción. Trabajo de una fuerza. Trabajo de una fuerza constante en un movimiento rectilíneo. Trabajo de un peso. Trabajo de la fuerza ejercida por un resorte. Energía cinética de una partícula. Principio de trabajo y energía. Potencia y eficiencia. Energía potencial. Fuerza conservativas. Conservación de la energía. Principio de impulso y momentum lineales. Principios de impulso y momentum angulares. Movimiento de impulsión.  
15 horas.

### Tema 4. Cinemática de los Cuerpos Rígidos

Introducción. Movimientos de traslación. Rotación alrededor de un eje fijo y movimiento general en un plano. Velocidad absoluta y relativa del movimiento general en un plano. Centro instantáneo de rotación del movimiento general en un plano. Aceleración absoluta y relativa del movimiento general en un plano.  
15 horas.

### Tema 5. Vibraciones Mecánicas

Introducción. Vibraciones sin amortiguamiento: vibraciones libres de partículas. Péndulo simple (solución aproximada). Vibraciones libres de cuerpos rígidos. Aplicación del principio de la conservación de la energía. Vibraciones forzadas.  
10 horas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases teóricas. Clases prácticas.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Exámenes teóricos y prácticos. Prácticas calificadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Puello Reyes, Ramón. *Lecciones elementales de dinámica*. Ediciones ULA.
- Beer & Johnston. *Mecánica Vectorial para ingenieros (Dinámica)*. Editorial McGraw-Hill.
- Nara Harry *Mecánica Vectorial para ingenieros (Dinámica)*.
- Hilleler R.C. *Mecánica para Ingenieros (Dinámica)*.
- Huang T.C. *Mecánica para Ingenieros (Dinámica)*. Fondo Educativo Latinoamericano.



- 
- Singer L. Ferdinand. *Mecánica ara Ingenieros (Dinámica)*.
  - Shames Irving H. *Ingeniería Mecánica (Dinámica)*.
  - Sandor Bela I. *Ingeniería Mecánica (Dinámica)*. Editorial prentice-Hall.
  - Higdon-Shilel-Davis. *Ingeniería Mecánica (Dinámica)*.
  - J.L. Merian. *Mecánica para Ingenieros (Dinámica)*.
  - Ginsberg Jerry. *Dinámica*.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Escuela básica</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>ELEMENTOS DE INGENIERIA ELECTRICA</b>			<b>Código:</b>	IMEE01
<b>Prelaciones:</b>	FISICA 21, LABORATORIO GENERAL DE FISICA			<b>Período:</b>	CUARTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA QUIMICA Y MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El curso de Elementos de Ingeniería Eléctrica (para los estudiantes de Ingeniería Química y Mecánica) tiene por objeto proporcionarle al alumno una serie de conocimientos básicos sobre electricidad, máquinas eléctricas y electrónica. (Electrotecnia) ya que es imprescindible, para todo ingeniero, por ser la energía eléctrica un factor importante tanto para los procesos químicos como para todo el desarrollo industrial.

**REQUERIMIENTOS**

Conceptos básicos de electricidad.

**OBJETIVOS GENERALES**

- Al finalizar el curso, los estudiantes deben ser capaces de:
- Resolver circuitos eléctricos.
  - Describir el funcionamiento y utilidad de un transformador.
  - Detallar la utilidad y funcionamiento de una máquina asíncrona o de inducción y sincrónica.
  - Analizar el funcionamiento de un circuito electrónico.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Con los conocimientos básicos de electricidad, el alumno debe ser capaz de resolver circuitos eléctricos. Debe saber indicar las diferencias entre corriente alterna y corriente continua. Debe saber resolver circuitos monofásicos y trifásicos.
- Debe ser capaz de diferenciar entre materiales ferromagnéticos y paramagnéticos, y utilidad de los ferromagnéticos. Con los conocimientos básicos de las leyes de electromagnetismo, debe ser capaz de resolver un circuito magnético por analogía con los circuitos eléctricos. Puede analizar el principio de funcionamiento de un relé y un pulsador. Mediante el principio de conservación de la energía puede elaborar el diagrama energético de cualquier máquina eléctrica.
- Debe ser capaz de comprender el funcionamiento y utilidad del transformador y de evaluar las pérdidas y el rendimiento de un transformador. Debe conocer las características y las

---

conexiones básicas de los transformadores trifásicos.

- El alumno debe comprender el principio de funcionamiento de un motor asincrónico. Debe ser capaz de determinar el deslizamiento y la potencia de un motor de inducción. Debe comprender el principio de funcionamiento de un generador sincrónico, y saber diferencia entre motor asincrónico y generador sincrónico, como máquinas de corriente alterna.
- Con los conocimientos básicos de los principios de funcionamiento de los diodos transistores y FET, el alumno debe ser capaz de resolver un circuito electrónico. Debe conocer el funcionamiento y aplicación de los amplificadores básicos y amplificadores operacionales.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

#### Tema 1.

Leyes básicas de electricidad: Concepto de electricidad. Leyes fundamentales de la conducción eléctrica. Ley de Ohm. Leyes de Kirchoff. Inductancia y Capacitancia. Corriente alterna. Ley de Ohm y Leyes de Kirchoff en corriente alterna. Sistemas trifásicos.

#### Tema 2.

Leyes básicas de electromagnetismo Ley de Ampere. Ley de Faraday Ley de Bjo-Savart. Materiales ferromagnéticos y paramagnéticos. Circuitos magnéticos. Analogía con circuitos eléctricos. Relay y Pulsadores. Principio de funcionamiento. Principio de conservación de la energía. Máquinas eléctricas. Diagrama energético. Clasificación de las máquinas eléctricas.

#### Tema 3.

Transformador: Principio de funcionamiento. Utilidad. Transformador ideal y transformador real. Caídas de tensión en el transformador. Pérdidas en el transformador. Rendimiento. Transformador trifásico. Conexiones básica relación individual y relación de grupo. 5 semanas.

#### Tema 4.

Máquinas de corriente alterna: motor asincrónico o de inducción. Campo magnético giratorio. Principio de funcionamiento. Deslizamiento par motor. Balance energético del motor de inducción. Control de velocidad y par. 5 semanas.

#### Tema 5.

Elementos básicos de electrotécnica: Diodos, funcionamiento, curvas, características, análisis gráfico, modelo equivalente: aplicaciones, rectificadores, dispositivos amplificadores. Transistores tripulares y FET, curvas características, amplificadores operacionales, Teoría básica, modelo equivalente, aplicaciones.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases teóricas y prácticas, y laboratorio.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Evaluaciones parciales, tareas y prácticas de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Texto guía. Electrotecnia "A Daschler/M. Jeanrenaud" Temas I,II,III,IV.
- Dispositivos y Circuitos Electrónicos. "Millman/ Halkians".

- 
- Circuitos Dispositivos y Sistemas "Ralph J. Smith" Tema V.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por:</b>
--------------------------------

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MECÁNICA DE MATERIALES I</b>			<b>Código:</b>	IMT401
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA RACIONAL 10			<b>Período:</b>	CUARTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	2	-	6	
<b>Horas / semestre</b>	72	36	-	108	5

**JUSTIFICACIÓN.**

Un Ingeniero Mecánico debe estar en la capacidad de diseñar, simular, construir, instalar, mantener y reparar sistemas, equipos y dispositivos de funcionamiento mecánico. Para esto es primordial que estudie las leyes que gobiernan el comportamiento de diferentes materiales y geometrías ante un estado general de carga estática. Por lo tanto se requiere de conceptos relacionados con la absorción de energía dada a través de dichas cargas y sus efectos en diferentes elementos físicos, lo que lleva a definir la relación que existe entre los materiales y sus comportamientos debido a que los cuerpos son en realidad deformables. Surgen entonces tensiones internas sobre dichos elementos que son generalmente bidimensionales y que deben ser estudiadas en profundidad para definir los estados de tensión a los que se puede someter un cuerpo con propiedades y características geométricas conocidas.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe poseer conocimientos básicos tanto de la asignatura mecánica racional 10, como de los cálculos 10 y 20, estas nociones deben abarcar: el equilibrio estático, cálculo de áreas, centroides, momentos de inercia, límites y funciones matemáticas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Comprender y conocer los efectos en general que se generan en un sólido debido a un estado general de cargas estáticas.

Determinar los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidas por fuerzas aplicadas, para el estudio del comportamiento de un elemento con geometría conocida cuando el sólido está en equilibrio.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Definir, identificar y describir los estados de tensión, flexión y deformación generados a través de: carga axial, corte directo, torsión y flexión en diferentes planos.

Determinar la sección crítica y el punto crítico en base a los esfuerzos máximos bidimensionales.

---

Definir el estado general de esfuerzos y deformaciones en un punto cualquiera, en cualquier plano y en cualquier dirección.

Aplicar la ecuación general de la elástica y encontrar la curva de deflexión en cualquier punto de vigas continuas con la aplicación de los métodos llamados: doble integración. Área de momentos y tres momentos.

Estudiar la estabilidad de estructuras utilizando los criterios para el comportamiento de columnas largas, intermedias y cortas.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### **TEMA 1: Esfuerzo y Deformación**

Introducción. Concepto de esfuerzo normal y tangencial. Alargamiento y deformación unitaria normal. Deformación angular o de corte. Ensayo de tracción y Curva Esfuerzo-Deformación: Aspectos resaltantes de esta curva, en el análisis de materiales. Factores modificativos de la curva. Casos estáticamente determinados e indeterminados de barras cargadas axialmente. Tensiones de origen térmico. Ejercicios prácticos.

24 Horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA 2: Carga Transversal y Momento Flexionante**

Relación entre carga, fuerza cortante y momento flector. Ecuaciones generales de fuerza cortante y Momento flector. Ecuación de singularidad para fuerza cortante y momento flector. Esfuerzos debidos a momentos flectores y carga transversal en vigas rectas: Esfuerzos debidos a momentos flectores en vigas de sección variable; Representación de momentos flectores en secciones transversales; Efectos en vigas sometidas a cargas axiales excéntricas. Esfuerzos debidos a fuerzas cortantes. Flexión en vigas Curvas. Ejercicios prácticos.

24 Horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA 3: Torsión en Barras**

Discusión preliminar de los esfuerzos en un eje: Deformaciones en un eje circular. Esfuerzos en el rango elástico. Angulo de torsión en el rango elástico. Ejes estáticamente indeterminados. Relación entre torsor, potencia y velocidad angular. Diseño de ejes de transmisión. Ecuaciones empleadas en barras no circulares. Ejercicios prácticos.

12 Horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA 4: Estados de Esfuerzos y Deformaciones**

Descripción del estado general de esfuerzos: Estado plano de esfuerzos. Esfuerzos principales normales y cortantes. Planos principales. Casos de esfuerzos biaxiales: Esfuerzos uniaxiales. Corte puro. Descripción del estado general de deformaciones. Transformación de deformación plana. Relaciones entre esfuerzos y deformaciones para un estado plano. Circulo de Mohr para esfuerzos y deformaciones planas. Análisis de barras sometidas a esfuerzos combinados. Cilindro de Pared Delgada sometidos a presión. Medidas de deformación. Roseta de deformación. Representación matricial y vectorial del estado de esfuerzos y deformaciones. Ejercicios prácticos.

24 Horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA 5. Deflexión en Vigas**

Ecuación diferencial de la elástica: Deflexión por doble integración. Construcción de diagramas de momento por partes. Deflexión por el método de área de momento. Deflexión por el método de tres momentos. Deflexión por superposición. Resolución de vigas hiperestáticas a través de métodos convencionales (doble integración, área de momentos, tres momentos). Ejercicios prácticos.

18 Horas (teóricas y prácticas)

---

### **TEMA 6. Columnas**

Estabilidad de estructuras. Comportamiento de columnas largas, intermedias y cortas: Fórmula de Euler para columnas articuladas. Extensión de la fórmula de Euler a columnas con otras condiciones de extremo. Carga excéntrica en columnas. Fórmula de la secante. Fórmulas empíricas. Diseño de columnas bajo cargas céntricas y excéntricas. Ejercicios prácticos.  
6 Horas (teóricas y prácticas)

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases de teóricas y practicas.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará sobre la base de cinco evaluaciones, cuyo contenido a evaluar y su ponderación sería la siguiente: Evaluación I: Tema 1, valor 15%. Evaluación II: Tema 2 y 3, valor 15%. Evaluación III: Tema 4, valor 20%, Evaluación IV: Temas 5 y 6, valor 20%. Evaluación V: sobre la base de los temas fundamentales que el estudiante debe manejar en conjunto para aprobar la asignatura, valor 30%. Las horas previstas para estas evaluaciones están contenidas dentro de las 108 horas totales.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Robert L. Mott. *Resistencia de Materiales Aplicada*. 3 Edición. Prentice Hall. March 2000.  
Luis Ortiz Berrocal. *Resistencia de Materiales*. McGraw-Hill Interamericana. January 1991.  
Timoshenko Gere. *Resistencia de Materiales* Paraninfo. January 2004.  
Ferdinand Singer y Andrew Pytel. *Resistencia de materiales*. 4a edición. Oxford University Press, Mexico, 1987.  
Popov I. *Introducción a la mecánica de sólidos*. Edit. Limusa, Mexico, 2001.  
Manuel Vázquez. *Resistencia de Materiales*. Cuarta edición. Editorial Noela. Madrid 1999.

**Fecha de elaboración del programa: 08 de Marzo de 2004**

**Programa Elaborado por: Mary J. Vergara P. y Rubén D. Chacón M.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>DIBUJO DE MÁQUINAS</b>			<b>Código:</b>	IMT402
<b>Prelaciones:</b>	SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN 20			<b>Período:</b>	CUARTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	-	72	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso de formación de un Ingeniero Mecánico, los estudiantes deben adquirir un sin número de conocimientos científicos y técnicos, en cada una de las áreas que conforman el Pénsum del programa, estos conocimientos serían inefectivos si no se dispusiera de un lenguaje gráfico como el dibujo mecánico para expresar o interpretar ideas creativas relacionadas con el diseño y construcción de maquinaria. El dibujo mecánico es el lenguaje que utiliza el Ingeniero Mecánico para comunicar a otros (científicos, ingenieros o técnicos) información relacionada con el diseño y construcción de maquinaria. Los dibujos de detalles se utilizan para fabricar partes mecánicas, razón por la cual deben suministrar información completa, tamaño y especificaciones, acorde con la normativa, de tal manera que no se requiera información adicional alguna sobre el proceso de fabricación.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener conocimiento de las técnicas de dibujo convencional, haber aprobado los cursos de geometría descriptiva (Sistemas de Representación) y poseer conocimientos básicos de computación.

### OBJETIVOS GENERALES

Comprender la importancia de la representación gráfica normalizada y su utilización en todas las áreas de la Ingeniería Mecánica, como el medio de carácter universal más versátil para el intercambio de ideas.

Conocer las normas y los convencionalismos que hacen del dibujo mecánico un lenguaje tecnológico. Utilizar y dominar a cabalidad los instrumentos de dibujo, incluyendo los recursos computacionales.

Comprender las características, métodos de selección y representación de los elementos de máquina más comunes de la Ingeniería Mecánica; y la integración armónica de estos en las máquinas.

Emplear las normas y los conceptos de dibujo para la representación completa de cualquier sistema mecánico, tal que pueda ser interpretado en cualquier otro lugar del mundo regido por las mismas normas, sin necesidad de explicaciones adicionales.



## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Adquirir la capacidad para calcular, seleccionar y/o representar, siguiendo la normativa existente, distintos elementos de máquinas, y los dispositivos que los integran, tales como: elementos de sujeción, cojinetes, ejes, elementos de transmisión de potencia, etc.

Emplear adecuadamente la normativa de acotación, ajustes y tolerancias en la representación gráfica de sistemas mecánicos.

Aplicar normas internacionales de dibujo para representar por medio de vistas ortogonales, auxiliares y secciones diversos tipos de piezas mecánicas.

Emplear el computador como herramienta para la elaboración de dibujos.

Conocer la simbología propia de las instalaciones de tuberías y sus accesorios; asimismo, emplearla en la representación tanto isométrica como en vistas ortogonales de dichos sistemas.

Calcular, seleccionar y representar los elementos de sistemas de transmisión por correas-poleas, cadenas o engranes, que permitan resolver problemas específicos.

Elaborar planos de conjunto y despiece que puedan ser empleados en departamentos de diseño, fabricación o control de calidad, de diversos tipos de empresas o instituciones.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### TEMA 1: Conceptos Básicos

Importancia del dibujo como un lenguaje universal de la Ingeniería. Normalización: Concepto, utilidad y diversidad de normas de dibujo vigentes a escala nacional y mundial; Elementos normalizados comerciales. Las normas DIN, ANSI e ISO. Dibujo Instrumental: Uso y clasificación de los instrumentos de dibujo tradicionales. Dibujo asistido por computador: Uso del computador y periféricos como herramientas esenciales del dibujo. Elementos básicos: Tipos de letras, números, líneas, símbolos, escalas, formatos y rotulados estándar.

4 horas (teóricas)

#### TEMA 2: Dibujo Asistido por Computador

Ventajas del recurso computacional. Reseña de las aplicaciones para el dibujo asistido por computador más comunes, plataformas, ambientes, dispositivos I/O y periféricos. Entidades y órdenes. El entorno gráfico en los programas de dibujo asistido por computador, menús y cuadros de diálogo, barra de estado, barras de herramientas (estándar y flotantes), barra de propiedades, órdenes de visualización, órdenes transparentes, teclas de función, modos de referencia, órdenes de edición, control de capas, bloques y atributos, acotación y órdenes para impresión.

Practica: se realizan prácticas donde cada estudiante ejercita el uso del recurso computacional.

12 horas (teóricas y prácticas)

#### TEMA 3: Proyecciones Convencionales

Introducción. Proyecciones axonométricas y oblicuas: Clasificación, usos y características de los distintos tipos de proyecciones axonométricas y oblicuas en los diferentes sistemas. Proyecciones ortogonales en sistema ISO: Interpretación y construcción de vistas ortogonales; Vistas suficientes de un sólido y de un ensamble mecánico. Visibilidad.

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes representan por medio de vistas ortogonales un objeto en vista isométrica.

4 horas (teóricas y prácticas)

#### TEMA 4: Vistas Auxiliares y Cortes

Vistas auxiliares; significado, características y aplicaciones. Cortes o secciones en sistemas ISO:

---

Importancia y clasificación (corte completo, parcial, quebrado, sesgado, girado, desplazado).  
Representación gráfica de materiales en las secciones: Normas para el rayado de los cortes y sus disposiciones.

Práctica: se realizan dos prácticas en el computador donde los estudiantes deben emplear vistas auxiliares y cortes para representar un objeto.

8 horas (teóricas y prácticas)

### **TEMA 5: Acotamiento**

Cotas convencionales en Sistema ISO: Elementos básicos de acotamiento (líneas de cota, líneas auxiliares, etc); Composición y simbología (números de cota, acotamiento de diámetros, radios, cuadrados, esferas, conos, acotamiento de arcos y ángulos, cruz diagonal y otros símbolos utilizados adicionalmente). El propósito de un dibujo y su influencia en el acotamiento. Elaboración de planos de conjunto y despiece.

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes deben representar y acotar completamente un objeto.

4 horas (teóricas y prácticas)

### **TEMA 6: Ajustes y Tolerancias**

Tolerancias: Concepto y aplicación. Tolerancias de tamaño: Apreciación; Selección de tolerancias dimensionales con las tablas ISA para agujero único y para eje único. Ajustes: Concepto y aplicación. Tolerancias de forma: Concepto, símbolos y usos. Tolerancias de posición: Concepto, símbolos y usos. Grados de rugosidad y acabado superficial: Simbología, concepto y usos.

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes deben representar y acotar, empleando ajustes y tolerancias, un elemento mecánico.

6 horas (teóricas y prácticas)

### **TEMA 7: Representación de Elementos de Sujeción Removibles y Órganos Flexibles**

Concepto y Clasificación de los elementos de sujeción removibles: Pasadores, prisioneros, chavetas, arandelas (planas, de seguridad, de muelle, elásticas, de retención y de cierre), tipos de retenes, remaches, pernos, tornillos y tuercas. Tornillería normalizada: Tipos y aplicaciones de roscas (roscas métrica, whitworth, UNC, UNF, UNEF, ACME, cuadrada, en V, diente de sierra, redonda, trapecial, sinfín o de gusano, etc); Tipos de cabeza y de terminación, paso, grado y otros parámetros de diseño y selección. Órganos flexibles: Clasificación, terminología, representación y símbolos. Resortes para trabajar a compresión, a tracción, a flexión, a torsión y las ballestas.

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes deben representar objetos unidos por medio de elementos de sujeción removibles.

4 horas (teóricas y prácticas)

### **TEMA 8: Representación de Elementos de Sujeción no Removibles**

Concepto y clasificación de los elementos de sujeción no removibles. Soldadura por fusión en sistema ISO: Clasificación (oxiacetilénica, por arco eléctrico, MIG, TIG, etc). Tipos de juntas: Cordones a tope; Cordones frontales; Cordones angulares; Simbología de la soldadura especializada. Remaches y otros tipos de elementos de unión. Representación gráfica y/o simbólica.

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes deben representar objetos unidos por medio de elementos de sujeción no removibles.

4 horas (teóricas y prácticas)

### **TEMA 9: Representación de Instalaciones de Tuberías**

Componentes comunes de un sistema de tubería: Espesores normalizados; Unión por bridas, por soldadura y roscada; Accesorios (codos, válvulas, trampas, reguladores, filtros, etc). Símbolos para instalación de tuberías. Vistas ortogonales y axonométricas (isométricas).

Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes deben representar con la ayuda de vistas ortogonales una instalación.

6 horas (teóricas y prácticas)

---

**TEMA 10: Sistemas de Transmisión por Correas-Poleas**

Clasificación general de los distintos sistemas de transmisión entre ejes: Particularidades y usos. Transmisiones mediante correas-poleas: Cálculo, selección, y representación. Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes calculan, seleccionan y representan los elementos de un sistema de transmisión por correas-poleas. 4 horas (teóricas y prácticas)

**TEMA 11: Sistemas de Transmisión por Cadenas**

Transmisión mediante cadenas-ruedas dentadas: Cálculo, selección y representación de ruedas para cadena estándar de rodillo; perfil del diente; Tipos normalizados de cadena; Representación y acotamiento del sistema. Práctica: se realiza una práctica en el computador donde los estudiantes calculan, seleccionan y representan los elementos de un sistema de transmisión por cadenas. 4 horas (teóricas y prácticas)

**TEMA 12: Teoría de los Engranés**

Introducción: Tipos de engranes. Análisis de los engranes cilíndricos con dientes de involuta: Ley fundamental del engrane; Superficies que producen rodadura pura; El perfil evolvente; Normalización de los engranes; Interferencia en una pareja de engranes; Relación de transmisión; Razón de contacto. Parámetros y perfiles del diente en los distintos sistemas: Módulo, Pitch. Trazado de dientes de perfil evolvente exacta. Práctica: para un sistema de transmisión de potencia compuesto por un par de engranes cilíndricos de dientes rectos determinar gráficamente la posible existencia de interferencia y determinar las modificaciones a realizar para eliminarla. 6 horas (teóricas y prácticas).

**TEMA 13: Sistemas de Transmisión por Engranés**

Introducción: Trenes de engranes simples y planetarios (epicicloidales). Métodos para el análisis cinemático de trenes de engranes: Método de tabulación; Método de fórmula. Aplicaciones de los trenes de engrane planetarios: Cabrias, transmisiones automáticas y manuales; diferenciales. Sistemas de transmisión mediante engranes de dientes rectos: Cálculos, dimensionamiento y representación. Práctica: cálculo, selección y representación de problemas típicos de sistemas de transmisión por engranes. Análisis cinemático de trenes de engranes. 6 horas (teóricas y prácticas).

---

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia en esta asignatura está basada en las clases teóricas, ejemplos ilustrativos y especialmente de la aplicación directa en el computador de las técnicas y normas aprendidas. El proceso de enseñanza-aprendizaje se facilita por medio del uso de transparencias y la observación de diversos elementos de maquinas.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Tres exámenes parciales escritos, de tipo teórico - práctico, cada uno aplicado sobre tres o cuatro temas. Ellos representan el 50 % de la calificación definitiva de la asignatura. Se realizarán una cantidad variable (que oscila entre ocho y diez) de prueba cortas, cuyo promedio representa el 30 % de la calificación definitiva de la asignatura. La naturaleza de estas pruebas es variada: Algunas consisten en la realización, en la unidad de computación, de láminas de dibujo individuales, mientras que otras son tareas para la casa e incluso trabajos de investigación (individuales o grupales) sobre tópicos vinculados con el dibujo de máquinas. Los estudiantes deberán presentar un proyecto que consiste en el dibujo, en algún programa de dibujo asistido por computador, de un sistema mecánico que incluya todos los elementos y conceptos del programa de la asignatura. Este representa el 20 % de la calificación definitiva de

---

la asignatura.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Chevalier, A. *Dibujo Industrial*. Editorial Limusa, México. 2001.
- French T. y Vierck C. *Dibujo en Ingeniería*. 12 Edición, Mc Graw-Hill, México. 1997.
- Luzadder W. J., Duff J. M. *Fundamentos de Dibujo en Ingeniería*. 11<sup>va</sup> Edición. Prentice Hall Inc., México. 1995.
- Gutierrez, F. E. *Autocad 2002 la referencia visual*. McGraw-Hill, Colombia. 2002.
- Jensen C. y Mason F. *Fundamentos de Dibujo, Mc Graw-Hill*. México. 1993.
- Schneider W. *Manual Práctico de Dibujo Técnico*. Editorial Reverté, Barcelona. 1976.
- Comité de Normas Alemanas. *Normas de Dibujo DIN-2*. Editorial Balzola, Bilbao, España. 1977.
- Giesecke F., Mitchell A. y Spencer H. *Dibujo Técnico*. 6<sup>ta</sup>. Edición. Editorial LIMUSA, México. 1979.

**Fecha de elaboración del programa: 12 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Sebastian E. Provenzano R., Miguel Díaz y Víctor E. Calderón R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MECÁNICA DE MATERIALES II</b>			<b>Código:</b>	IMT501
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE MATERIALES I Y MATEMÁTICAS 40.			<b>Período:</b>	QUINTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El Ingeniero Mecánico debe poseer una sólida formación en el área del diseño de elementos de máquinas, para ello se requiere profundizar los conceptos y fundamentos adquiridos en Mecánica de Materiales I, por esta razón debe diferenciar estados de esfuerzo y deformación generados por cargas de naturaleza distinta a la estática y que producen campos tridimensionales de esfuerzo y deformación. Además éste debe diferenciar los efectos de cargas dinámicas y de impacto para analizar posibles fallos a través del uso de diferentes teorías, lo que le permitirá definir de forma general como realizar un diseño o comprobar posibilidad de fallo.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe poseer sólidos conocimientos de Mecánica de Materiales I y de Matemáticas 40.

**OBJETIVOS GENERALES**

Comprender y conocer los efectos que se generan en forma general, en un sólido debido a un estado general de cargas estáticas y dinámicas.

Determinar los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos producidos por fuerzas aplicadas, para el estudio del comportamiento de un elemento con geometría conocida.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Definir, identificar, describir y calcular los esfuerzos y las deformaciones resultante, normal, cortante y principales sobre el punto crítico de la sección crítica de cualquier elemento tridimensional.

Definir el concepto del factor de seguridad para las distintas teorías de falla estática, mediante casos de estudio, tales como: contacto mecánico, mecánica de la fractura, etc.

Determinar la resistencia a la fatiga para los distintos casos de carga variable que se pueden presentar en dos y tres dimensiones.

---

Identificar la teoría de falla que se debe seleccionar según el tipo de carga y el material a utilizar.

Definir los métodos energéticos y sus distintas aplicaciones.

Calcular los esfuerzos en los elementos sometidos a cargas simétricas y axiales debido a presión, temperatura y rotación en cilindros, discos y esferas.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

#### **TEMA N° 1: Estudio de los Esfuerzos y Deformaciones Tridimensionales en la Región Elástica**

Introducción. Esfuerzo Sobre un Plano Cualquiera: Resultante, Normal y Tangencial; Componentes escalares del esfuerzo resultante sobre un plano coordenado. Estado de esfuerzo en un punto: Tensor de Esfuerzos; Esfuerzos principales; Esfuerzos de Corte Máximos. Relación de las componentes de los esfuerzos referidos a dos sistemas ortogonales distintos. Representación gráfica del estado de esfuerzo en un punto: Círculo de Mohr. Ecuaciones de Equilibrio para los Esfuerzos. Estudio de las Deformaciones en el Espacio: Ecuaciones de Compatibilidad para las deformaciones; Deformación Infinitesimal de un elemento de línea; Tensor de Deformaciones; Deformaciones Principales; Deformaciones Angulares máximas. Representación gráfica del Estado de Deformación en un Punto: Círculo de Mohr. Relaciones Esfuerzo-Deformación para Materiales Elásticos. Esfuerzo Plano y Deformación Plana: Esfuerzo Plano; Deformación Plana. Problemas.

20 horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA N° 2: Aplicaciones de la Teoría de la Elasticidad**

Introducción. Cilindros de pared gruesa sometidos a presión interna y externa. Cilindros en esfuerzo plano. Cilindros en deformación plana. Cilindros compuestos. Discos y cilindros en rotación. Esfuerzos térmicos en discos de espesor constante. Esferas sometidas a presión interna y externa, cambios de temperatura. Teoría de Hertz. Presión entre dos esferas en contacto. Presión entre dos cuerpos en Contacto, caso más general. Teoría de mecánica de la fractura. Estudio de grietas. Tenacidad a la fractura. Problemas.

12 horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA N° 3: Teorías de Falla Estática**

Introducción. Factor de Seguridad. Teorías Fundamentales de Falla: Esfuerzo Normal; Esfuerzo Normal Máximo; Deformación Unitaria Máxima; Esfuerzo de Corte Máximo; Fricción Interna o de Mohr-Coulomb; Energía Máxima de Deformación; Energía de Distorsión; Esfuerzo Cortante Octaédrico. Comparación de las Teorías de Falla para un Estado de Esfuerzos Biaxial. Resumen y Evaluación de las Teorías. Evaluación de Teorías de Falla para un Estado de Esfuerzos Triaxial. Ejemplos.

12 horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA N° 4: Métodos Energéticos**

Introducción. Energía Potencial elástica Principio del trabajo virtual. Principio del trabajo mínimo. Energía de deformación. Energía de deformación de una barra prismática. Primer teorema de Castigliano. Energía complementaria de deformación. Cargas de Impacto. Concepto de carga de impacto. Hipótesis simplificadoras. Deformación axial por Cargas de impacto. Flexión y/o torsión por impacto. Problemas

8 horas (teóricas y prácticas)

#### **TEMA N° 5: Resistencia a la Fatiga**

Introducción. La Naturaleza del Esfuerzo Cíclico. Determinación de la Resistencia a la Fatiga: Para la Probeta y Vida Finita. Determinación del límite a la fatiga de un elemento real sin entalle: Factores Modificativos de Superficie, Tamaño, Carga, Temperatura y Efectos Diversos. Determinación del límite a la fatiga de un elemento real con entalle: Factor de Concentración de Esfuerzos para Múltiples Entalles; Factor de Concentración de Esfuerzos para Chaveteros de Acero. Ciclos de Esfuerzo: Esfuerzo con

---

Amplitud Constante; Esfuerzo con Amplitud Variable (Aleatoria). Diseño para el Caso de Esfuerzos Fluctuantes: Teorías Lineales en la Fatiga; Teorías no Lineales en la Fatiga. Diseño contra Falla por Fatiga para Vida Infinita debido a Esfuerzos Combinados: Teoría del Esfuerzo de Corte Máximo-Soderberg; Teoría de la Energía de Distorsión-Soderberg; Teoría del Esfuerzo Normal Máximo-Goodman. Diseño contra Falla por Fatiga para Vida Finita debido a Esfuerzos Combinados. Diseño para diferentes Niveles de Esfuerzo o de amplitud variable. Problemas.  
20 horas (teóricas y prácticas)

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO**

### **PRÁCTICA N° 1: Viga en Flexión**

Estudio de Flexión en Vigas de sección rectangular. Medición mediante el uso de extensómetros de resistencia eléctrica y puente de Wheatstone de las deformaciones en una viga de aluminio simplemente empotrada. Obtención de los valores de tensión que definen los diagramas de esfuerzo-deformación reales y teóricos. Medición de las magnitudes de deflexión de la viga para definir la curva de la elástica teórica y real que presenta ésta.

4 horas.

### **PRÁCTICA N° 2: Carga Excéntrica**

Estudio de la variación de Esfuerzo-Deformación en placa de aluminio con carga aplicada excéntricamente. Estudio experimental y analítico de la variación de los esfuerzos y deformaciones a lo largo de una placa de aluminio perforada y cargada excéntricamente. Manejo de puente de Wheatstone con el selector de 10 canales.

5 horas.

### **PRÁCTICA N° 3: Cilindro de Pared Delgada**

Estudio práctico de los esfuerzos tangenciales y longitudinales que se generan en un cilindro de pared delgada. Análisis del estado tensional bidimensional y de deformación que se produce en el cilindro de pared delgada. Evaluación del estado tensional principal.

4 horas.

### **PRÁCTICA N° 4: Fotoelasticidad**

Análisis del estado tensional en Elementos curvos. Estudio de las tensiones y deformaciones producidas en un gancho de grúa, sometido a la acción de carga externa, utilizando material fotoelástico.

5 horas.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases de teóricas y practicas.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizaran cinco (5) exámenes parciales, uno por cada tema, el promedio de estos equivale al 80 % de la nota total y el 20% restante corresponde a la nota del laboratorio. El 100% del 80% será se realizará sobre la base de cinco evaluaciones, cuyo contenido a evaluar y su ponderación sería la siguiente: Evaluación I: Tema 1, valor 25%. Evaluación II: Tema 2, valor 15%. Evaluación III: Tema 3, valor 20%, Evaluación IV: Temas 4, valor 10%. Evaluación V: Tema 5 y sobre la base de los temas fundamentales que el estudiante debe manejar en conjunto para aprobar la asignatura, valor 30%. Es obligatorio aprobar el laboratorio para aprobar la teoría. Las horas previstas para estas evaluaciones están contenidas dentro de las 90 horas totales.

Método de Evaluación del Laboratorio:

---

Cada práctica tiene un valor del 10% que corresponde a una evaluación dividida entre un examen corto que se presenta al inicio de cada práctica y un informe que se entrega al culminar la misma. La suma de las cuatro prácticas corresponde a un total del 40% del Laboratorio. El 60% de la evaluación restante se obtiene de un examen final que se presenta al culminar todas las prácticas. En este examen cada estudiante escogerá de forma aleatoria una sola práctica, en la cual se deberán resolver dos problemas cortos y dos preguntas teóricas relacionados con la práctica seleccionada. Se califica la intervención del estudiante en las prácticas, siendo esta adicional y no obligante para el estudiante. El total de la calificación del laboratorio será el 100% detallado anteriormente. Es obligatorio aprobar el laboratorio para aprobar la teoría. Este se considera como el 20% de la calificación en la evaluación de la asignatura MECÁNICA DE MATERIALES II. Las horas previstas para estas evaluaciones están contenidas dentro de las horas totales en las que se imparte el Laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Añez R. *Mecánica de Materiales Usando Aplicaciones de la Computación*, Módulos I, II, III, IV y V, Mérida, 1998.
- Beer F. y Johnston R., *Mecánica de Materiales*, Mc Graw-Hill, México, 1996.
- Timoshenko S. y Gere J., *Mecánica de Materiales*, Editorial Iberoamericana, 1987.
- Hearn E., *Resistencia de Materiales, Diseño de Estructuras y Máquinas*, Nueva Editorial Interamericana, México, 1984.
- Shigley J. y Mischke Ch., *Diseño en Ingeniería Mecánica*, Mc Graw-Hill, México, 2002.
- Popov , I., *Mecánica de Sólidos*, 2ª. Edición, Pearson Educación, 2000
- Hibbeler, R. C., *Mecánica de Materiales*, Prentice Hall, México, 1997.
- Norton R. *Diseño de Máquinas*. Prentice Hall. México. 1999.

**Fecha de elaboración del programa: 08 de Marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mary J. Vergara P. y Rubén D. Chacón M.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES</b>			<b>Código:</b>	IMT502
<b>Prelaciones:</b>	QUÍMICA 11 MECANICA DE MATERIALES I			<b>Período:</b>	QUINTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

### JUSTIFICACIÓN

La historia de la humanidad ha estado siempre relacionada con los materiales, los logros científicos y técnicos hasta ahora alcanzados con ellos obviamente se deben a las diferentes e innumerables investigaciones realizadas, correspondiéndole a los ingenieros particularmente los Ingenieros Mecánicos la función de diseñar la gran mayoría de objetos o piezas que conforman distintas máquinas; para este fin es imprescindible que el Ingeniero Mecánico conozca los fundamentos que rigen los materiales, sus propiedades y comportamientos ante distintas situaciones, para así poder finalmente construir y poner en servicio lo diseñado. Por este motivo se definió esta asignatura para el estudio de los fundamentos de los materiales de ingeniería.

### REQUERIMIENTOS

Se requiere de un conocimiento básico de la naturaleza química de los diferentes elementos que constituyen las sustancias o materiales, así como también conocer los principios físicos clásicos que definen diversos fenómenos en los materiales.

### OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de los fundamentos que rigen los materiales de ingeniería.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la importancia de los materiales de ingeniería y como se realiza su estudio.
- Estudiar la estructura interna de los materiales, sus defectos y la forma en que se mueven los átomos dentro de ella.
- Conocer como ocurren cambios físicos en los materiales y las herramientas gráficas que hacen posible su estudio.
- Estudiar las propiedades y los ensayos mecánicos de los materiales
- Conocer como ocurre la deformación de los materiales y como se pueden recuperar.
- Estudiar propiedades físicas importantes que caracterizan los materiales de ingeniería.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO.

#### **Tema 1. Introducción.**

Historia de los materiales y sus usos. Ciencia e ingeniería de materiales. Materiales de ingeniería. Competencia y perspectivas futuras de los materiales.  
3 horas (teoría).

#### **Tema 2. Estructura de los materiales.**

La materia y sus estados físicos. Aspectos sobre los enlaces interatómicos en los materiales. Estructuras cristalinas y redes espaciales, características básicas y parámetros cristalográficos. Densidades y empaquetamientos atómicos. Estructuras no cristalinas. Estructuras de los materiales de ingeniería. Polimorfismo o alotropía.  
8 horas (teoría).

#### **Tema 3. Imperfecciones cristalinas.**

Estructura ideal y real de los materiales. Imperfecciones o defectos cristalinos. Defectos puntuales. Defectos lineales. Defectos superficiales. Defectos no cristalinos (macroscópicos). Esfuerzos internos por defectos cristalinos.  
6 horas (teoría).

#### **Tema 4. Movimiento atómico en los materiales.**

La difusión. Mecanismos de difusión. Energía de activación para la difusión. Leyes de Fick de la difusión. El coeficiente de difusión y la temperatura. Tipos de difusión. Usos industriales de la difusión (generalidades).  
5 horas (teoría).

#### **Tema 5. Solidificación y procesamiento de los materiales.**

Fusión y aspectos básicos del estado líquido. Fundamentos de la solidificación. La polimerización y sus características. Estructuras de solidificación en los materiales. Defectos físicos de la solidificación. Segregación dendrítica y macrosegregación. Tratamiento de homogenización. Solidificación vítrea de los materiales.  
8 horas (teoría).

#### **Tema 6. Diagramas de fases en equilibrio termodinámico.**

Definición de fase y diagrama de fases, condición de equilibrio termodinámico. Aspectos sobre los métodos de obtención de diagramas. Diagrama de fases de sustancias puras. Regla de las fases de Gibbs. Diagrama isomorfo binario, reglas de Hume-Rothery, regla de la palanca. Transformaciones invariantes. Diagramas eutécticos binarios. Diagramas con fases intermedias. Diagramas de fases ternarios.  
9 horas (teoría).

#### **Tema 7. Propiedades y ensayos mecánicos de los materiales.**

Propiedad y comportamiento de un material. Propiedades sensibles e insensibles a la microestructura. Propiedades físicas insensibles a la microestructura. Elasticidad y plasticidad (enfoque atómico). El ensayo de tensión y propiedades resultantes. Módulo de Young y enlaces atómicos. Fracturas dúctil y frágil. Tenacidad y ensayo de impacto, tenacidad a la fractura. Dureza y ensayos de dureza. Fatiga y ensayo de fatiga. Fluencia lenta.  
10 horas (teoría).

#### **Tema 8. Deformación plástica y recocido de recristalización.**

Procesos primarios y secundarios de deformación plástica. Mecanismos de deformación plástica en monocristales, características y evaluación. Deformación plástica de policristales. Trabajo en frío, características básicas y métodos. Esfuerzos residuales. Recocido de recristalización, etapas, características microestructurales y mecánicas. Trabajo en caliente, características básicas. Superplasticidad.  
9 horas (teoría).

---

**Tema 9. Propiedades eléctricas, ópticas y térmicas de los materiales.**

Ley de Ohm y conductividad eléctrica. Control de la conductividad en metales. Superconductividad. Conductividad en cristales iónicos y polímeros. Semiconductores. Fotones y el espectro electromagnético. Fenómenos de emisión de rayos. Interacción de fotones con un material. Capacidad térmica y calor específico. Choque térmico.  
6 horas (teoría).

**CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO****PRACTICA 1. Metalografía.**

Preparación metalográfica de muestras de materiales metálicos.  
2 horas.

**PRACTICA 2. Curva de enfriamiento.**

Obtención de la curva de enfriamiento durante la solidificación de un material metálico.  
2 horas.

**PRACTICA 3. Diagramas de fases.**

Caracterización microscópica de aleaciones específicas de acuerdo al diagrama de fases al que pertenezcan.  
2 horas.

**PRACTICA 4. Ensayos mecánicos.**

Ensayos de tracción e impacto, introducción al ensayo de fatiga.  
2 horas.

**PRACTICA 5. Ensayo de dureza.**

Ensayos de dureza Brinell, Vickers y Rockwell de muestras de varios materiales.  
2 horas.

**PRACTICA 6. Recocido de recristalización.**

Estudio de muestras antes y después de realizar el recocido de recristalización, mediante metalografía y dureza.  
2 horas.

**PRACTICA 7. Expansión térmica y choque térmico.**

Determinación del coeficiente de dilatación térmica y prueba de choque térmico en materiales seleccionados.  
2 horas.

---

**EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

---

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como, guías escritas, transparencias, proyector de video, etc., combinando los aspectos teóricos y prácticos para la mejor comprensión de lo estudiado.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

---

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán tres exámenes parciales de 2 horas c/u mínimo (total 6 horas):

Temas 1 al 3, equivalente al 20% de la calificación definitiva.

Temas 4 al 6, equivalente al 30% de la calificación definitiva

Temas 7 a 9, equivalente al 30% de la calificación definitiva

Prácticas de laboratorio, equivalente al 20% de la calificación definitiva, esta calificación parcial debe ser aprobatoria para que también pueda serlo la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Askeland Donald R. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Internacional Thomson Editores, México. 1998.
- Bokshtein B. S. *Difusión en metales*. Editorial Mir, Moscú. 1980.
- Brostow Witold. *Introducción a la ciencia de los materiales*. Editorial Limusa, México. 1981.
- Flinn Richard y Trojan Paul. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. Mc Graw Hill 3ª Ed. 1989.
- Guy Albert G. *Fundamentos de ciencia de materiales*. Mc Graw Hill, México. 1980
- Jastrzebski Zbigniew D. *Naturaleza y propiedades de los materiales para ingeniería*. México Interamericana. 2ª Ed. 1979
- Mangonon Pat L. *Ciencia de materiales, selección y diseño*. Pearson Educación, México.
- Shackelford James F. *Introducción a la ciencia de materiales para Ingenieros*. Prentice Hall 4ª Ed. 1998.
- Smith William F. *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Mc Graw Hill 3ª Ed. 1999.
- Van Vlack L. *Materiales para ingeniería*. Editorial Continental, México. 1981.
- Zolotorevski V. *Pruebas mecánicas y propiedades de los metales*. Editorial Mir, Moscú. 1976.

**Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INGENIERIA ECONOMICA</b>			<b>Código:</b>	IMT503
<b>Prelaciones:</b>	ESTADISTICA			<b>Período:</b>	SEXTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Hoy día es práctica común emplear el conocimiento científico y la ingeniería en nuestro beneficio a través del diseño de todo lo que usamos, tales como máquinas, estructuras, productos y servicios. Sin embargo, estos logros no suceden sin un precio, monetario o de otro tipo. Por lo tanto, el propósito de esta materia es mostrar y analizar los principios y la metodología requerida para responder la pregunta económica básica de cualquier diseño: ¿los beneficios son mayores que los costos? Para lograr responder a esta pregunta el estudiante de ingeniería mecánica deberá aprender los fundamentos y métodos de evaluación que constituyen la ingeniería económica con la finalidad de evaluar y cuantificar el aspecto monetario de las decisiones a tomar en el futuro.

### REQUERIMIENTOS

Conocimientos básicos de matemática y estadística.

### OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los conceptos financieros y económicos de proyectos de inversión y/o de proyectos de costo.

Relacionar el valor de los sistemas, productos y servicios con sus respectivos costos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer el significado que tiene el aspecto económico en la Ingeniería Mecánica.

Estudiar la factibilidad económica de proyectos de inversión.

Profundizar los conceptos y técnicas de análisis para la evaluación del valor de los sistemas productivos.

Lograr el nivel suficiente en la evaluación de propuestas de inversión en términos de costo.

Seleccionar activos basándose en métodos de comparación económica.

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO**

### **Tema 1. INTRODUCCION Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES.**

Relación entre economía, ingeniería y ciencia. Rendimiento físico y rendimiento económico. Bienes de consumo y de producción. Valor utilidad. Demanda. Factores que afectan la demanda. Elasticidad de demanda. Oferta. Factores de que depende la oferta. Determinación del precio de equilibrio. Costos. Clasificación. Ingresos. Ley de los rendimientos decrecientes. Interés y tasa de interés. Capacidad de gerencia del dinero. Valor cronológico del dinero. Interés simple e interés compuesto.  
3 horas (teoría).

### **Tema 2. FORMULAS DE INTERES Y EQUIVALENCIA.**

Diagrama de flujo de dinero. Símbolos y términos. Fórmulas para pago simple. Factor de pago simple, cantidad compuesta. Factor de pago simple, valor actual. Fórmulas para series uniformes. Factor de series uniformes, cantidad compuesta. Factor de fondo de amortización. Factor de recuperación de capital. Factor de series uniformes y valor actual. Fórmulas visualizadas y tablas de interés. Recuperación de capital e interés. Gradientes de pagos o ingresos. Factor de serie aritmética. Tasas nominales y efectivas. Interpolación. Equivalencia. Evaluación de alternativas por equivalencias.  
12 horas (teoría).

### **Tema 3. COMPARACION DE ALTERNATIVAS POR EQUIVALENCIA ANUAL Y EQUIVALENCIA PRESENTE.**

Tipos de propuesta de inversión. Propuestas dependientes e independientes. Propuestas mutuamente excluyentes. Propuestas contingentes. Interdependencia financiera. Nomenclatura y símbolos. Cálculos del costo anual de inversión por recuperación de capital y fondo de amortización. Evaluación de una oportunidad de inversión por costo anual. Comparación con vidas iguales y desiguales. Análisis por valor actual. Comparación con vidas iguales y desiguales. Importancia del valor equivalente.  
6 horas (teoría).

### **Tema 4. COMPARACION DE ALTERNATIVAS POR TASA DE INTERES Y ANALISIS DE EQUILIBRIO.**

Tasa de interés de una inversión que genera ingresos conocidos. Método de prueba y error. Casos de múltiples factores. Solución directa. La tasa de interés en el análisis para múltiples alternativas. Tasas dobles de rendimiento. Análisis de equilibrio para dos alternativas. Tasas dobles de punto crítico para múltiples alternativas. Análisis de costo mínimo. Análisis de costo mínimo para múltiples alternativas.  
6 horas (teoría).

### **Tema 5. EVALUACIÓN DE PROYECTOS CON EL MÉTODO DE LA RAZÓN BENEFICIO-COSTO.**

Perspectiva y terminología para analizar proyectos públicos. Proyectos autofinanciables. Proyectos de múltiples propósitos. Dificultades al evaluar proyectos del sector público. Tasa de interés a emplear en la evaluación de proyectos públicos. Método de la razón beneficio-costos. Evaluación de proyectos independientes y mutuamente excluyentes a través de la razón beneficio-costos.  
6 horas (teoría)

### **Tema 6. DEPRECIACION E IMPUESTO SOBRE LA RENTA.**

Concepto de depreciación. Cálculos. Métodos de línea recta, de la suma de los dígitos de los años y de doble saldo decreciente. Selección del método de depreciación. La tasa de impuesto. Diagrama de flujo de dinero después de impuesto. Procedimiento de cálculo.  
9 horas (teoría)

### **Tema 7. VIDA ECONOMICA Y REEMPLAZAMIENTO.**

Reemplazamiento. Razones básicas. El activo actual y su reemplazo. Evaluación del reemplazo con costos amortizados. Vida económica de un activo. Consideraciones que llevan al reemplazo.

---

6 horas (teoría)

**Tema 8. RIESGO ANALISIS Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD.**

Introducción. Análisis de sensibilidad. Análisis de sensibilidad de diferentes alternativas de inversión. Análisis probabilístico. Análisis de valor esperado. Incorporación de riesgo al análisis de tasa de rendimiento y valor presente neto.

6 horas (teoría)

<b>ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Uso de clases magistrales convencionales, donde por lo menos un 50% del tiempo se emplea para elaboración de ejercicios supervisados.

<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
----------------------------------

Se realizarán 5 exámenes parciales, con los temas 1 y 2 el primero; 3 y 4 el segundo, 5 y 6 el tercero, 7 el cuarto y 8 el quinto.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

- BLANK-TARQUIN, "Ingeniería Económica", McGraw-Hill, 3ª Edición, México, 1991.
- RIGGS, JAMES L. "Ingeniería Económica", Alfaomega, México, 1990.
- VARELA V., RODRIGGO, "Evaluación Económica de Inversiones", Grupo Editorial Norma, 5ª Edición, Colombia, 1991.
- TUESEN-FABRICKY-THUESEN, "Ingeniería Económica", Prentice Hall, México, 1981.
- TAYLOR, GEORGE A. "Ingeniería Económica", Limusa, México, 1981.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Marbelly Paola Dávila</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b> TERMODINAMICA I	<b>Código:</b> IMC501				
<b>Prelaciones:</b> FISICA 21	<b>Período:</b> QUINTO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CIENCIAS TERMICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

La Termodinámica es una asignatura imprescindible en la formación del Ingeniero Mecánico ya que involucra el conocimiento de las transformaciones de la energía que se presentan a diario en el campo de trabajo. Con esta materia se pretende que el estudiante sea capaz de analizar procesos reales y modelarlos para su estudio con las herramientas básicas que en ella se imparten.

### REQUERIMIENTOS

Conocimientos básicos Física: temperatura, presión, energía, trabajo, calor, velocidad, leyes de Newton, gases ideales, sistemas de unidades. Conocimientos básicos de cálculo diferencial e integral.

### OBJETIVOS GENERALES

Introducir al alumno en el estudio de la Termodinámica como una herramienta para analizar los fenómenos físicos que involucren transformaciones de energía.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar diferentes sistemas termodinámicos. Estudiar el comportamiento de las sustancias que se utilizan como medio de trabajo para transformaciones de energía térmica y mecánica. Conocer las propiedades Termodinámicas y su importancia tanto en la descripción de estados como en los procesos. Analizar procesos utilizando diagramas termodinámicos. Determinar las formas de energía involucradas en los procesos. Aplicar los principios de conservación de masa y de energía (Primera Ley de la Termodinámica) tanto en sistemas cerrados como en sistemas abiertos. Aplicar los enunciados de la Segunda Ley de la Termodinámica a sistemas cerrados y abiertos. Utilizar las relaciones entre las propiedades (leyes de la termodinámica) para predecir o analizar el comportamiento de sistemas reales.



## **CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

### **UNIDAD I.**

#### **Tema 1. DEFINICIONES BASICAS**

Definiciones de termodinámica, sistema termodinámico, límites del sistema, tipos de límites, sistema cerrado, sistema abierto, volumen de control, sistema aislado. Ejemplo de sistemas termodinámicos (tipos de sistemas y de límites). Experiencia de cambio de fase. Definición de fase, estado, propiedades. Clasificación de propiedades. Intensivas y extensivas. Ejemplos. Cambio de Estado. Sistemas de unidades. Sistemas absolutos y gravitacionales. Algunas propiedades termodinámicas. Definición e identificación del tipo de propiedad y unidades. Peso molecular, densidad, densidad molar, volumen específico, volumen específico molar, peso específico. Presión (definición y unidades). Presión atmosférica, medición de la presión. Manómetros de columna de líquido. Presión manométrica y vacuométrica. Temperatura. Ley cero de la termodinámica. Medición de la temperatura. Escalas absolutas de temperatura.  
( 6 horas teóricas 4 horas prácticas)

#### **Tema 2. COMPORTAMIENTO P-v-T DE SUSTANCIAS PURAS**

Estado de equilibrio termodinámico. Definición de procesos. Proceso cuasiequilibrio. Proceso isotérmico. Proceso isobárico. Proceso isométrico. Procesos de expansión y de compresión. Ciclos, representación de procesos en diagramas termodinámicos. Sustancia pura. Sustancia simple compresible. Sistema simple compresible. Cambios de fase de una sustancia pura. Fases en equilibrio. Ejemplo del proceso de calentamiento a presión constante. Estados de líquido saturado, vapor saturado seco, mezcla L + V. Temperatura de saturación. Presión de saturación. Curva de presión de vapor. Calidad. Diagrama T-v y P-v. Domo de saturación. Línea de LS. Línea de V.S.S. Isobaras, isotermas, punto crítico, isobara crítica, isoterma crítica, zona de líquido comprimido, zona de vapor sobrecalentado. Calidad de vapor. Postulado de estado. Ecuaciones de estado. Tablas Termodinámicas. Superficies termodinámicas. Gases ideales. Ecuación de estado.  
( 9 horas teóricas 6 horas prácticas)

### **UNIDAD II. PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA**

#### **Tema 3. TRABAJO Y CALOR.**

Definición formal de trabajo en termodinámica. Convención de signos. Unidades de trabajo. Trabajo por unidad de masa. Potencia. Trabajo de frontera móvil. Trabajo de compresión. Trabajo de expansión. Proceso poli trópico de gas. Otras formas de trabajo. Transferencia de calor. Convención de signos. Unidades de calor. Calor por unidad de masa. Flujo de calor. Comparación entre calor y trabajo.  
(4 horas teóricas 3 horas prácticas)

#### **Tema 4. PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA PARA SISTEMAS CERRADOS.**

Primera ley de la termodinámica para ciclos. Primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados. Energía interna. Aplicación de la 1era. Ley a procesos isobáricos. Energía interna. Entalpía. Calor específico a volumen constante y calor específico a presión constante para sustancias puras. Energía interna, entalpía y calores específicos para gases ideales.  
( 6 horas teóricas 4 horas prácticas)

#### **Tema 5. PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS.**

Conservación de la masa en un sistema abierto, flujo másico, caudal. Conservación de la energía en sistemas abiertos. Procesos en flujo permanente. Aplicación de a Primera Ley a dispositivos

---

que trabajan en flujo permanente: bombas, calderas, turbinas, intercambiadores de calor, compresores, válvulas, dispositivos de mezcla y otros. Procesos en estado uniforme, flujo uniforme. Aplicación de la primera ley a procesos de llenado y vaciado de recipientes.  
(12 horas teóricas 10 horas prácticas)

### **UNIDAD III. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA**

#### **Tema 6. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA APLICADA A CICLOS.**

Definición de máquina térmica. Rendimiento térmico. Definición de refrigerador y bomba de calor. Coeficiente de operación. Enunciados de la 2da. ley para ciclos. Enunciado de Kelvin-Planck. Enunciado de Clausius. Ciclo de Carnot. Postulados de Carnot. Desigualdad de Clausius. Aplicación de la Segunda Ley de la Termodinámica a ciclos.  
( 5 horas teóricas 3 horas prácticas)

#### **Tema 7. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA PARA SISTEMAS CERRADOS**

Entropía. Propiedad Termodinámica. Unidades de entropía. Entropía por unidad de masa. Diagramas T-s. Representación de procesos y ciclos en diagramas T-s. Cambio de entropía en procesos reversibles. Cambio de entropía para procesos irreversibles. Trabajo perdido. Segunda ley para sistemas cerrados. Procesos adiabáticos reversibles. Relaciones de la entropía con otras propiedades termodinámicas. Cambio de entropía en gases ideales. Aplicación de la segunda ley de la termodinámica a sistemas cerrados.  
( 4 horas teóricas 2 horas prácticas)

#### **Tema 8. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS**

Balance de entropía en sistemas abiertos. Procesos adiabáticos reversibles. Eficiencia en procesos energéticos. Eficiencia de turbina. Eficiencia en compresores y bombas. Eficiencia en toberas. Aplicación de la 2da. ley a procesos en flujo permanente y en procesos en estado uniforme flujo uniforme. Representación de procesos reales e ideales en diagramas T-s. Representación de ciclos en diagramas T-s. Diagrama h-s. Aplicación de la Segunda Ley de la Termodinámica a sistemas abiertos en flujo permanente y no permanente.  
( 8 horas teóricas 5 horas prácticas)

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Dictado de clases teóricas utilizando en lo posible recursos audiovisuales. Resolución de problemas de aplicación por parte del profesor, propiciando la participación de los alumnos tanto en el planteamiento de los mismos como en la realización de cálculos.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro evaluaciones parciales que pueden integrarse en base a trabajos en clase, exámenes cortos y trabajos para la casa con un porcentaje de cada evaluación parcial, mientras el resto de la evaluación lo conforma un examen parcial.

1er. parcial. Unidad 1. Temas 1y 2  
2do. parcial. Unidad 2. Temas 3 y 4  
3er. parcial. Unidad 2. Tema 5  
4to. Parcial. Unidad 3. Temas 6,7 y 8

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Cengel, Yunus A. Boles, Michael A. **Termodinámica**. Mc. Graw Hill. 2000
- Russell Lynn D. Adebiji, George. **Termodinámica Clásica**. Addison Wesley Iberoamericana.

---

1997.

- Jones J. B. Dugan. R. E. **Ingeniería Termodinámica**. Prentice Hall. 1997
- Wark Kenneth. **Termodinámica**. 5ª edición. Mc Graw Hill Interamericana de México. 1990
- Van Wylen Gordon. **Fundamentos de Termodinámica Clásica**. John Wiley & Son 2000.

<b>Fecha de elaboración del programa: 22 de marzo de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Yris Jiménez de Perdomo, María J. Martín</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MECANICA DE LOS FLUIDOS I</b>			<b>Código:</b>	IMC502
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA RACIONAL 20			<b>Período:</b>	QUINTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	0	64	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Para poder: Diseñar, simular, construir, instalar, mejorar, operar, controlar, mantener y dirigir con criterios de excelencia: Instalaciones, plantas, sistemas, equipos y dispositivos de funcionamiento mecánico, los Ingenieros Mecánicos deben tener una base sólida del comportamiento de los fluidos. Conocer los fundamentos, leyes que gobiernan su comportamiento y conceptos básicos. Estos conocimientos fundamentales y básicos deben abarcar los fluidos en condiciones estáticas y dinámicas. De igual manera el ingeniero debe estar en capacidad de analizar los fluidos de manera integral y diferencial. Esta asignatura pretende cumplir con estos requerimientos en el estudiante de Ingeniería Mecánica.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe conocer los fundamentos de la física, al igual que debe tener una base matemática que le permita entender y analizar las ecuaciones que se derivaran en el curso.

**OBJETIVOS GENERALES**

- Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de:
- Entender el significado físico de los fenómenos de la estática de los fluidos.
  - Entender los fenómenos relacionados con la dinámica de los fluidos.
  - Conocer las leyes fundamentales de la Mecánica de los Fluidos.
  - Estar en capacidad de aplicar sistemáticamente las leyes fundamentales básicas a la solución de problemas de Mecánica de los Fluidos.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- El estudiante debe:
- Conocer la definición y características de un fluido.
  - Analizar el comportamiento de un fluido en condiciones estáticas y su Inter-relación con las superficies que lo contienen o restringen.
  - Conocer y aplicar las ecuaciones fundamentales en forma integral al flujo de fluidos.
  - Entender y estar en capacidad de realizar análisis del comportamiento de los fluidos, utilizando el análisis dimensional como herramienta.

- 
- Estar en capacidad de realizar comparaciones en cuanto al comportamiento de modelos y prototipos que estén relacionados con la mecánica de los fluidos.
  - Conocer, entender y aplicar los fundamentos de flujo de fluidos a las mediciones donde se involucren estos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. FUNDAMENTOS Y ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS.

##### Tema 1. Consideraciones Básicas.

- Introducción.
  - Propiedades de los fluidos
  - Leyes de Conservación
- 4 horas teóricas y 2 práctica

##### Tema 2. Estática de los fluidos.

- Introducción
  - Presión en fluidos en reposo.
  - Fuerzas sobre superficies planas.
  - Fuerzas sobre superficies curvas.
  - Flotación y estabilidad en cuerpos sumergidos.
  - Presión en recipientes con aceleración
- 12 horas teóricas y 5 prácticas.

#### UNIDAD II. DINÁMICA DE LOS FLUIDOS.

##### Tema 3. Introducción a los fluidos en movimiento.

- Introducción.
  - Descripción del movimiento de fluidos.
  - Clasificación del flujo de fluidos
- 4 horas teóricas y 1 práctica

##### Tema 4. Forma Integral de las leyes fundamentales.

- Introducción
  - Conservación de la masa.
  - Conservación de la energía.
  - Ecuación de Momento.
  - Ecuación de Momento de momentum.
  - Aplicaciones de las leyes fundamentales.
- 14 horas teóricas y 6 prácticas.

##### Tema 5. Forma diferencial de las leyes fundamentales.

- Introducción.
  - Ecuación general de transporte de Reynolds.
  - Ecuación diferencial de Conservación de masa.
  - Ecuación diferencial de Conservación de energía.
  - Ecuación diferencial de momento.
- 4 horas teóricas y 1 práctica

#### UNIDAD III. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y MEDICIONES.

##### Tema 6. Análisis dimensional y similitud.

- Introducción.
- Análisis dimensional.

- 
- Leyes de similitud.
  - Análisis de modelos y prototipos.
  - Aplicaciones del análisis dimensional
- 6 horas teóricas y 2 práctica

#### **Tema 7. Mediciones en Mecánica de los fluidos.**

- Introducción
  - Medición de parámetros.
  - Medición de flujos.
  - Visualización.
- 4 horas teóricas y 1 prácticas.

### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se recomienda:

- Hacer énfasis en la comprensión de los fenómenos físicos involucrados.
- Hacer que el estudiante entienda la aplicación de las leyes fundamentales.
- Mostrar al estudiante la aplicación en el campo de la Ingeniería Mecánica de los conceptos y ecuaciones que se enseñan en la asignatura.
- Hacer uso de modelos o elementos reales (válvulas, bombas, ventiladores, etc.), para que el estudiante se familiarice con los distintos aparatos donde encontrará aplicaciones de la mecánica de los fluidos.
- Desarrollar y enseñar métodos sistemáticos para la resolución de problemas que involucren la mecánica de los fluidos.
- Adoptar un libro texto.
- Colocar un grupo de dos horas continuas a la semana. (Se utilizan 6 horas teóricas para las 3 evaluaciones parciales.)

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se recomienda realizar tres exámenes parciales, cada uno de ellos evaluará lo correspondiente a cada unidad del programa.

Las evaluaciones parciales se sugieren, contengan una parte teórica que trate de evaluar la capacidad de razonamiento y entendimiento del estudiante y otra parte práctica, donde el estudiante demuestre su aprendizaje en la resolución de los problemas relacionados con el tema evaluado.

Las evaluaciones se realizarán durante dos horas de clase continuas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **Libro Texto Recomendado:**

- Merle C. Potter y David C. Wiggert. *Mecánica de los Fluidos*. International Thomson Editores. Ciencias e Ingeniería. Tercera Edición. 2002. ISBN 970-686-205-6

#### **Bibliografía de Consulta:**

- Víctor L. Streeter, E. Benjamin Wylie y Keith W. Bedford. *Mecánica de los Fluidos*. Editorial: Mc. Graw Hill. Novena Edición. 2000.
- Joseph B. Franzini y E. John Finnemore. *Mecánica de los Fluidos con aplicaciones en Ingeniería*. Editorial: Mc. Graw Hill. Novena Edición. 1999.

**Fecha de elaboración del programa:** 08 de marzo de 2004.

**Programa Elaborado por:** Rafael Santos, con la colaboración de los profesores: Carlos Torres, Manuel Avila, Jean Dulhoste, Nellyana Gonzalo y Jesús Muñoz.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MÉTODOS NUMÉRICOS</b>			<b>Código:</b>	IMC503
<b>Prelaciones:</b>	MATEMÁTICA 40, PROGRAMACIÓN DIGITAL 10			<b>Período:</b>	QUINTO
<b>Tipo:</b>	OLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	-	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Los métodos numéricos permiten resolver problemas físico-técnicos complejos. El objetivo principal de este curso es introducir al alumno en el empleo de algunos de los métodos numéricos más utilizados en la ingeniería. Se desarrollarán varias técnicas mediante la simulación de casos concretos de aplicación en la Ingeniería Mecánica.

**REQUERIMIENTOS**

El alumno debe poseer conocimientos de álgebra lineal y cálculo, así como tener conocimientos básicos de programación.

**OBJETIVOS GENERALES**

- Proporcionar las herramientas necesarias para abordar numéricamente problemas planteados en ésta y otras asignaturas.
- Facilitar la comprensión de los métodos numéricos explicados con vistas a poder elegir entre ellos en función del fin perseguido.
- Utilizar el software disponible para comprender y visualizar los resultados teóricos conocidos.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comprender las bondades y limitaciones que poseen los métodos numéricos como técnicas para resolver problemas de la ingeniería.
- Conocer y aplicar los métodos numéricos más comunes que permiten resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.
- Comprender y utilizar las técnicas numéricas más empleadas para aproximar funciones e interpolar.
- Conocer y aplicar métodos numéricos comunes para hallar los valores propios de una matriz.
- Entender el uso de técnicas numéricas para realizar integraciones y diferenciaciones numéricas.
- Conocer y aplicar diferentes técnicas numéricas para resolver ejemplos sencillos de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.



## CONTENIDOS PROGRAMÁTICO

### **Tema 1. Errores, Algoritmos y Convergencia**

Introducción. Sistema Numérico. Representación numérica en punto fijo y flotante. Tipos de errores en el cálculo numérico. Truncamiento y Redondeo. Tipos de Algoritmos usados en métodos numéricos; Estabilidad en los métodos numéricos. Problemas y ejercicios.  
6 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 2. Sistemas de Ecuaciones Lineales**

Introducción. Representación matricial de sistemas de ecuaciones lineales. Métodos directos: Estrategias de pivoteo. Factorización de matrices. Métodos iterativos: Método de Jacobi y Gauss. Método de Cholesky. Problemas y ejercicios.  
8 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 3. Solución de Ecuaciones No Lineales**

Introducción. Método del punto fijo. Método de Newton-Raphson. Método de la secante. Método de la bisección. Aceleración de convergencia. Búsqueda de valores iniciales. Raíces complejas. Sistemas de ecuaciones no lineales: Método de Newton y Cuasi-Newton. Problemas y ejercicios.  
8 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 4. Aproximación Funcional e Interpolación**

Introducción. Aproximación polinomial simple e interpolación. Polinomios de Lagrange. Diferencias divididas. Aproximación polinomial de Newton. Estimación de errores en la aproximación. Aproximación polinomial con mínimos cuadrados. Problemas y ejercicios.  
10 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 5. Integración y Diferenciación Numérica**

Introducción. Integración numérica: Regla del trapecio; Regla de Simpson; Métodos de Newton-Cotes; Cuadratura de Gauss; Integrales múltiples. Diferenciación numérica: Uso del desarrollo de Taylor; Uso de la diferenciación de los polinomios de interpolación de Newton. Problemas y ejercicios.  
8 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 6. Cálculo de Valores Propios de una Matriz**

Introducción. Método de interpolación. Método de Householder. Método de potencias. Iteración QR. Problemas y ejercicios.  
8 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 7. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias**

Introducción. Problemas de valor inicial. Métodos de Euler y Runge-Kutta. Ecuaciones diferenciales de orden superior. Ecuaciones diferenciales rígidas. Problemas y ejercicios.  
12 horas (teóricas y prácticas)

### **Tema 8. Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales**

Introducción. Obtención de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales a partir del modelado de fenómenos físicos. Tipos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Aproximación de las ecuaciones diferenciales parciales con ecuaciones de diferencias. Solución de problemas con valores de frontera. Convergencia, estabilidad y consistencia. Problemas y ejercicios.  
12 horas (teóricas y prácticas)

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La materia se impartirá mediante clases teóricas y prácticas en sala de computación.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de esta asignatura está basada en cuatro (4) parciales teórico-prácticos, donde la parte práctica será realizada en un computador, y la realización de tareas evaluadas. Cada examen tiene una duración de 2 horas, éstas 8 horas están contempladas dentro de las 72 horas totales del semestre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Métodos numéricos aplicados a la ingeniería, Editorial Limusa. México, 1999.
- Burden, Richard y Faires, J. Douglas. Análisis Numérico. Intertational Thomson Editores,1998.
- Nakamura, Shoichiro. Métodos Numéricos Aplicados con Software Prentice Hall, México, Mayo,1992.
- Nakamura, Shoichiro, Análisis numérico y visualización gráfica con Matlab, Prentice-Hall Latinoamericana, Mexico, 1997.
- Kreyszig, Erwin, Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, Limusa Wiley, México, 2002.

**Fecha de elaboración del programa: 18 de mayo de 2004.**

**Programa Elaborado por: S. Provenzano, J. Rujano y JF Dulhoste**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>ELEMENTOS DE MÁQUINAS I</b>			<b>Código:</b>	IMT601
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE MATERIALES II			<b>Período:</b>	SEXTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	-	72	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Un Ingeniero Mecánico debe poseer una profunda preparación en el área del diseño de elementos de máquinas para así identificar, formular y resolver los problemas de esta área. Para realizar esta función el estudiante requiere adquirir los conocimientos fundamentales en esta disciplina.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener sólidos conocimientos de las materias mecánica racional 10, mecánica de materiales I y II.

### OBJETIVOS GENERALES

Comprender y conocer los procedimientos de cálculo para el diseño de los distintos elementos de máquinas, sometidos a carga estática y dinámica.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir, identificar, describir y calcular, bajo el esquema del análisis y/o la síntesis los elementos de unión roscados, los tornillos de potencia, los resortes, las soldaduras, los frenos y los embragues.

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

##### TEMA N° 1: Elementos de Unión Roscados

Descripción: Definiciones y Terminología. Tipos de roscas: Roscas unificada y métrica; Selección del tipo de rosca basado en las características de pasos fino y basto. Materiales utilizados: Esfuerzo de Prueba. Análisis y síntesis para diferentes condiciones de carga: Carga axial de tracción estática sin precarga; Carga axial de tracción estática en elementos precargados; Constante de rigidez; Cargas axiales de tracción y transversales estáticas actuando separadas o simultáneamente sobre elementos precargados; Cargas axiales de tracción estáticas y/o fluctuantes, y transversales estáticas y/o fluctuantes, actuando separadas o simultáneamente bajo condiciones de precarga. Aplicación e importancia de la precarga:

---

Recomendaciones. Uniones con empacaduras: Materiales y restricciones para su uso. Aplicaciones generales: Ejemplos prácticos; Procedimientos para análisis y síntesis por computadora. 22 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA N° 2: Tornillos de Potencia**

Generalidades: Definiciones. Tipos de roscas utilizadas en aplicaciones prácticas: Características de las roscas cuadrada, Acme y de empuje. Aplicaciones generales de los Tornillos de Potencia. Análisis de los momentos torsores necesarios para elevar y bajar carga. Condición de Irreversibilidad. Rendimiento. Análisis de los Estados de Esfuerzo sobre tornillo y tuerca. Estudio de Estabilidad o Pandeo. Ejemplos prácticos.

12 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA N° 3: Resortes Mecánicos**

Introducción. Clasificación. Análisis de esfuerzos y deformaciones en resortes helicoidales de compresión: Helicoidales cilíndricos de alambres de secciones transversales circular, cuadrada y rectangular bajo carga axial; Helicoidales cilíndricos bajo carga excéntrica; Helicoidales cónicos. Estudio de Estabilidad o Pandeo en Resortes Helicoidales Cilíndricos de Compresión. Análisis de esfuerzos y deformaciones en resortes helicoidales cilíndricos de tracción: Esfuerzos torsionales debidos a la tracción inicial; Esfuerzos en elementos utilizados para la transferencia de carga. Materiales para resortes helicoidales: Esfuerzos resistentes; Resultados de Zimmerli para condiciones de carga fluctuante. Análisis y síntesis para diferentes condiciones de carga: Cargas estática y fluctuante; Vidas finita e infinita. Oscilaciones en resortes helicoidales: Frecuencia crítica. Otros tipos de resortes: Resortes Helicoidales cilíndricos de torsión; Resortes de disco; Ballestas o resortes de hojas; Resortes espirales. Resolución de Ejemplos Prácticos.

14 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA N° 4: Soldadura**

Introducción. Símbolos para soldadura. Soldaduras a tope y de filete. Esfuerzos en uniones soldadas sometidas a torsión. Esfuerzos en uniones soldadas sometidas a flexión. Resistencia de las uniones soldadas. Soldadura sometida a carga estática. Soldadura sometida a carga variable. Soldadura bajo cargas combinadas.

10 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA N° 5: Frenos y Embragues**

Introducción. Fundamentos del análisis de frenos. Embragues y frenos de tambor con zapatas internas expansibles. Embragues y frenos de tambor con zapatas exteriores contráctiles. Embragues y frenos de banda. Embragues axiales de fricción de contacto. Frenos de disco. Embragues de disco de empuje. Embragues y frenos cónicos. Consideraciones de temperatura. Consideraciones de energía. Materiales de fricción.

14 horas (teóricas y prácticas).

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La materia se impartirá mediante clases teóricas y practicas.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de esta asignatura está basada en cinco (5) parciales, uno por cada tema, con el promedio de estos se obtiene el 100% de la nota. Todos los parciales tienen igual ponderación. Cada examen tiene una duración de 2 horas, éstas 8 horas están contempladas dentro de las 72 horas totales del semestre.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernard J. Hamrock, Bo. Jacobson, Steven R. Schmid. *Elementos de maquinas*. McGraw-Hill. México. 2000.
- Arteaga O., *Análisis, Síntesis y Selección de Elementos de Máquinas*. Universidad de los Andes, Mérida, 1999.
- Norton R., *Machine Design an Integrated Aproach*, Prentice Hall, Nueva Jersey, 1998.
- Shigley J. y Mischke Ch., *Diseño en Ingeniería Mecánica*, Sexta Ed., Mc Graw-Hill, México, 2002.
- Juvinal R., *Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica*, Editorial LIMUSA, México, 1991
- Mott R., *Diseño de Elementos de Máquinas*, Segunda Ed., Prentice Hall, México, 1995.

**Fecha de elaboración del programa: 08 de Marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Rubén D. Chacón M. y Mary J. Vergara P.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROCESOS DE MANUFACTURA I</b>			<b>Código:</b>	IMT602
<b>Prelaciones:</b>	FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES Y DIBUJO DE MÁQUINAS			<b>Período:</b>	SEXTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	2	-	2	4	
<b>Horas / semestre</b>	36	-	36	90	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

La manufactura es una actividad humana que se difunde en todas las fases de la vida. Los productos de la manufactura están en todas partes y han modificado sustancialmente la forma de vivir de los seres humanos del mundo actual. Casi todo lo que se manipula y consume ha pasado a través de un proceso de manufactura. Por todo lo anterior, todo Ingeniero Mecánico debe tener conocimiento de los diversos procesos de manufacturas convencionales y no convencionales. Esta materia es fundamental para crear la curiosidad y la formación básica en el arte y cálculo de cómo se hacen los productos y que tipo de conocimientos deben cultivar los estudiantes para mantener un espíritu innovador en la creación de diversos productos y procesos.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de Materiales I, es decir los materiales que se usan con más frecuencia en actividades de manufactura con una base fundamental de las diversas propiedades Mecánicas. También requiere del conocimiento de Dibujo mecánico para la correcta interpretación de piezas y máquinas.

### OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar el proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los fundamentos básicos de las metodologías de fabricación.  
 Dominar el concepto del ciclo del producto, desde su concepción hasta su eliminación o reciclado.  
 Reconocer y comprender los diferentes procesos, materiales y mercados de los que dispone, para lograr un lanzamiento exitoso de productos.  
 Conocer las diversas normas de calidad como la ISO 9000 y la ISO 8402.  
 Cómo elaborar Manuales de Calidad y Manuales de Procedimientos.

---

Seleccionar los Ajustes y tolerancias más apropiados en el mundo de la fabricación.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANUFACTURA

##### **Tema 1. Introducción a los Procesos de Manufactura.**

Reseña histórica. Concepto. Como afectan los mercados a los productos. Clasificación de los diversos procesos de manufactura. El ciclo del producto. La importancia del proceso de manufactura en el éxito final del producto.

9 horas, (teoría).

##### **Tema 2. Metodologías de Fabricación.**

La Ingeniería Simultánea o Concurrente. Concepto. Importancia. Ventajas con respecto a la ingeniería secuencial. Enfoque multidisciplinario. El diseño para la fabricación (DFMA). Importancia del CAD/CAM. La idea del entorno CIM. El concepto de calidad total (TQC).

9 horas, (teoría).

##### **Tema 3. Aseguramiento de la Calidad. Normas ISO 9000.**

Gestión de calidad y aseguramiento de la calidad norma ISO 8402.

Generalidades. Vocabulario ISO-8402. Términos Generales. Términos de Calidad. Términos del Sistema de Calidad y Términos de las Herramientas y Técnicas. Ishikawa y TGN.

2 horas, (teoría)

##### **Tema 4. Introducción a la Norma ISO-9000.**

Generalidades. Evolución en el Mercado. Antecedentes. Usos de la Norma. Definición de Términos, Serie ISO-9000, Normas de Conformidad ISO-9001, 9002 y 9003. Normas Guía ISO-9000-1 y 9004-1. Requisitos del Sistema de Calidad. Comentarios de Aplicación sobre la Norma. Configuración Completa y Aplicación de la ISO-9000-2, 9004-1 y de la QS-9000.

8 horas, (teoría)

##### **Tema 5. Proceso de auditoría.**

Definición. Planeación. Ejecución. Informe de Hallazgos y Aplicación y La Entrevista. 2 horas, (teoría)

##### **Tema 6. Documentación del Sistema de Calidad.**

Importancia. Elaboración. Documentación. Estructura. Implantación. Revisión y Creación de Procedimientos. Ejemplo de un Manual de Calidad. Ejemplo de un Manual de Procedimientos. Lista de Verificación.

6 horas, (teoría)

#### UNIDAD II. Ajustes y Tolerancias

##### **Tema 7. Ajustes.**

Generalidades, Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas.

2 horas, (teoría)

##### **Tema 8. Acotación según ISO**

Generalidades. Acotación general sobre piezas, según la Norma ISO.

4 horas, (teoría)

---

**Tema 9. Acotación según ISA**

Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas, según la Norma ISA.  
6 horas, (teoría)

**Tema 10. Acotación según DIN**

Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas, según la Norma DIN.  
6 horas, (teoría)

**CONTENIDO PROGRAMTICO DEL LABORATORIO****PRACTICA 1. Metrología.**

Concepto. Historia. Importancia de los instrumentos de medición convencionales y modernos. Utilización del Vernier y el tornillo micrométrico. Partes más importantes de los instrumentos. Manejo de escalas en milímetros y pulgadas. Medición de piezas.  
Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una. 6 horas.

**PRACTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H).**

Normas de seguridad del Laboratorio de Tecnología Mecánica.  
Tipos de máquinas herramientas que existen. Para que sirven.  
El torno. Función y uso. Partes del Torno. Encendido y apagado de emergencia. Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas según catalogo. Prácticas elaborando piezas con el torno.  
Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una. 6 horas.

**PRACTICA 3. Taladros**

Introducción y uso. Partes del Taladro. Uso de diferentes Tipos de Brocas según el tipo de Material. El avance en el Taladro. La fijación de las Herramientas de Corte. Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente un Taladro. Tipos de Taladros: Taladro Radial, Taladro de Columna, Taladro Manual. Prácticas de manejo de los diferentes Taladros.  
Duración: Dos (2) prácticas de dos horas cada una. 4 horas.

**PRACTICA 4. Soldadura Oxiacetilénica.**

Introducción y Conocimientos Generales sobre este tipo de Soldadura. Normas de Seguridad. Equipos Utilizados y sus Características. Tipos de Llamas. Temperaturas. Mezclas de Gases. Regulación de la Llama. Soldadura Sin o Con Material de Aporte.  
Tipos de Uniones a Solape. Angulo Externo. Manejo del Soplete con Oxicorte Manual o Automático. Principios de Soldadura Asistida (Pantógrafo u otros) y prácticas de manejo del Equipo Oxiacetilénico.  
Duración: Dos (2) prácticas de dos horas cada una. 4 horas.

**PRACTICA 5. Soldadura Eléctrica.**

Introducción. Normas de Seguridad. Equipos Utilizados y sus Características.  
Tipos de Electrodo y sus Características. Tipos de Cordones y Aplicaciones. Diámetros de Electrodo. Tipos de Soldadura. Tipos de Corriente y Operación del Equipo para la realización de las prácticas  
Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una. 6 horas.

<b>EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Se impartirá los conocimientos teóricos referentes a los principios de funcionamiento de la Máquina o técnica estudiada. Luego se establecerán las Normas de Seguridad para el correcto desempeño del estudiante en la práctica y finalmente el estudiante podrá acceder a manipular los equipos.



## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizará una evaluación teórico-práctica al final de cada práctica con una duración de dos (2) horas. Total horas empleadas en evaluación: Diez (10) horas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANSÍ B4.1-1995, Preferred Limits and Fits for Cylindrical Parts, American Society of Mechanical Engineers, American National Standards Institute, New York, 1978.
- ANSÍ B4.2-1967, Preferred Inches Limits and Fits, American Society of Mechanical Engineers, American National Standards Institute, New York, 1978.
- ANSÍ B4.2-1978, Preferred Metric Limits and Fits, American Society of Mechanical Engineers, American National Standards Institute, New York, 1978.
- ANSI B46.1-1978, Surface Texture, Surface Roughness, Waviness and Law, American Society of Mechanical Engineers, American National Standards Institute, New York, 1978.
- Boothroyd, G, Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas, McGraw Hill, México, 1984.
- Calderón, V. "Guía de Dibujo de Máquinas ", Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, ULA, Mérida, 1995.
- Carletti, R., " Metrología Dimensional ", Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, ULA, Mérida, 1987.
- Charbonneau, H., Control de Calidad, McGraw Hill Interamericana, 2 Edición, México, 3.
- DIN 2257, Tolerancias y Ajustes Errores Sistemáticos en las Mediciones, recomendación ISO-R 286-1962, Representaciones Especiales, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- DIN 406, Acotación en Dibujos, recomendación ISO-R 129-1973, Representaciones Especiales, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- DIN 6, Representaciones en Dibujos, recomendación ISO-R 128, Representaciones Especiales, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- DIN 7168, Diferencias Admisibles para medidas sin indicación de Tolerancias, Representaciones Especiales. Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- DIN 7182, Tolerancias y Ajustes Conceptos Fundamentales, recomendación ISO-R 286-1962, Representaciones Especiales, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- FAG, Aplicaciones Prácticas de Rodamientos, 200/3 SA, Schweiniürt, West Germany. 1983.
- Farago, F.T., Handbook of Dimensional Measurement, Industrial Press, New York, 1968.
- Haber, A, y Runyon R., Estadística General, Prentice Hall, 2 ed. México, 1984.
- Harnett D. y Murphy J., Introducción al Análisis Estadístico, Prentice Hall, 3 Red México, 1987.
- Haugen, E. B., Probabilistic Mechanical Design, Wiley, New York, 1980.
- Jackson, Peter. 1998, Implemente Calidad de Clase Mundial ISO 9000, BS 5750., Limusa, Mexico.
- Jáuregui, M. 1998. Manual de Aseguramiento de la Calidad ISO 9000. McGraw Hill, México.
- Jensen, C., " Dibujo y Diseño de Ingeniería", McGraw Hill Interamericana, México, 1973.
- Kazanas H. y Baker T-, Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México, 1983.
- LAROUSSE, Diccionario de la Lengua Española, España» 1994. 1. NAUTA, Enciclopedia de la Técnica y de la Mecánica, 1977. i. Shigley, J. E., Diseño en Ingeniería Mecánica, McGraw-Hill, México, 1990. Dobrovolsky, V., Elementos de Máquinas, Editorial MIR, Moscú, 1970. . DIN, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- Larson, H. J., Introducción a la Teoría de Probabilidades e Inferencia Estadística, Limusa, Wiley, 1978.
- Lipson, C-, Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments, McGraw-Hill, New York, 1973.

- Machinery's Handbook, The American Society of Mechanical Engineers, ASME, New York, USA, 1990.
- Manual de Reparación y Mantenimiento de la General Motors Company, Tomo II, Chevrotel 1985-1990. México. 1993.
- Montgomery, C., " Diseño de Experimentos para Ingeniería, McGraw Hill, México, 1993.
- Murray, R, S-, Teoría y Problemas de Estadística, McGraw-Hill, México, 1989.
- O.DoyIe, L., Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall, México, 1985.
- PDVSA. 1997. Guía Practica para la Implentación, Certificación y Mantenimiento del aseguramiento de la Calidad. Modelo ISO 9000. Cámara Petrolera Venezolana.
- Peach, Robert. 1999. Manual de ISO 9000. McGraw Hill, México.
- Pezzano, P. A. Tecnología Mecánica, Buenos Aires, Argentina, 1978.
- Rascon, O. A., Estadística Descriptiva, División de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, 7a. reimpresión, UNAM, México, 1986.
- Rothery, Brian. 1998. ISO 9000, editorial Panorama, México.
- SI B4.3-1978, General Tolerances for Metric Dimensioned Producís, American Society Miechanical Enginners, American National Standards Institute, New York, 1978.
- SKF, Manual para Escuelas de Rodamientos, Svenka, Alemania, 1978.

<b>Fecha de elaboración del programa: 17 de Febrero de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Víctor Manuel Guédez T.</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b> PRODUCCION I	<b>Código:</b> IMT603				
<b>Prelaciones:</b> INGENIERIA ECONÓMICA	<b>Período:</b> QUINTO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> TECNOLOGIA Y DISEÑO					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

La dirección de producción y de las operaciones (POM) es una de las funciones esenciales de cualquier organización, siendo fundamental para los ingenieros entender qué hacen las organizaciones. Solo a través del estudio de la POM será posible que el futuro profesional de la ingeniería mecánica comprenda cómo se organiza la gente y las máquinas en una empresa productiva, cómo se producen los bienes y servicios y, por qué esta área es una de las partes de la organización que genera más costos. Requiriéndose por tanto, desarrollar capacidades para tomar decisiones orientadas hacia la optimización de los procesos productivos.

### REQUERIMIENTOS

Requiere el estudiante conocimientos básicos de Matemáticas, Estadística y Teoría de Probabilidades.

### OBJETIVO GENERAL

Estudiar la función de producción y la dirección de las operaciones en cualquier empresa.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar el significado que tiene la función de producción en cualquier organización, ya sea de manufactura o servicios, su aplicabilidad práctica y directa en la industria.

Permitir al estudiante enfatizar y profundizar los conceptos y herramientas para el análisis, diseño, métodos y procesos a ser aplicado en cualquier gerencia de la producción de una planta industrial o empresa de servicios.

Estudiar los conceptos, estrategias y métodos relacionados con la dirección de la producción y de las operaciones que permiten transformar recursos en bienes y servicios dentro de cualquier organización.

Estudiar el marco legal en que se desenvuelve la función de la producción de una organización en Venezuela, haciendo énfasis en la Ley del ejercicio profesional del ingeniero, la Ley del trabajo y el procedimiento para el establecimiento legal de empresas en Venezuela.

## **CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

### **UNIDAD I. LA FUNCION DE PRODUCCION**

#### **Tema 1. FUNCION DE PRODUCCION Y OPERACIONES EN UNA EMPRESA U ORGANIZACIÓN.**

Definición de la función de producción y operaciones. Visión sistémica de una organización. Evolución histórica de la gerencia de operaciones. Misión y estrategia de la función de producción y de operaciones.

3 horas (teoría)

#### **Tema 2. MODELOS Y TIPOS DE PRODUCCION EN EMPRESAS U ORGANIZACIONES.**

Modelos de los sistemas de producción. Ciclo de vida de un producto y tipos de sistemas de producción. Factores de producción. Gráfica del punto de equilibrio.

3 horas (teoría)

#### **Tema 3. MARCO LEGAL EN QUE SE DESENVUELVE LA FUNCION DE PRODUCCION EN LAS EMPRESAS VENEZOLANAS.**

Ley de ejercicio profesional del ingeniero y profesiones afines. Ley del trabajo. Establecimiento legal de las empresas en Venezuela.

8 horas (teoría)

### **UNIDAD II. GERENCIA DE PRODUCCION EN EMPRESAS U ORGANIZACIONES.**

#### **Tema 4. PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD, CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD.**

Definición de: Productividad, competitividad y mantenibilidad. Relación entre Productividad, calidad y eficiencia. Confiabilidad: Sistemas en serie y paralelo.

6 horas (teoría)

#### **Tema 5. DISEÑO DEL PRODUCTO Y SELECCION DEL PROCESO EN EMPRESAS DE SERVICIOS.**

Naturaleza e importancia de los servicios. Clasificación operacional de los servicios. Diseño de organizaciones de servicio. Estructura del encuentro cliente-servicio: matriz de diseño de un sistema de entrega de servicios. Usos estratégicos de la matriz de diseño de servicios. Tres diseños de servicios contrastantes: método de la línea de producción, método de autoservicio y método de atención personalizada.

6 horas (teoría)

#### **Tema 6. ESTRATEGIAS DE GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS**

Objetivos y restricciones de las estrategias de manejo de Recursos Humanos. Planificación de la mano de obra. Diseño y mejoramiento de actividades de trabajo.

6 horas (teoría)

#### **Tema 7. FUNDAMENTOS DE ERGONOMIA**

Definición, alcance y aplicación de la ergonomía. La intervención ergonómica. Interfaz persona-máquina: relaciones informativas y de control. Importancia de las relaciones dimensionales. Introducción al estudio del ambiente térmico y acústico, visión e iluminación, gasto energético y capacidad física, carga mental.

6 horas (teoría)

#### **Tema 8. ESTRATEGIAS DE PROCESOS Y PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EMPRESAS U ORGANIZACIONES.**

Tres estrategias de proceso: enfoque de proceso, enfoque de producto y proceso repetitivo. Comparación de las estrategias del proceso. Consideraciones para seleccionar máquinas y equipos. Estrategia de procesos en servicios. Definición de capacidad. Tipos de capacidad. Planificación de las necesidades de capacidad. Árboles de decisión aplicados a la toma de decisiones de capacidad. Gestión de la demanda.

8 horas (teoría)

### **Tema 9. ESTRATEGIA DE ARREGLOS DE PROCESOS Y OPERACIONES EN EMPRESAS U ORGANIZACIONES**

Tipos de arreglo: posición fija, orientado a procesos, arreglo de comercios, de almacenes, de oficinas y orientadas al producto.

4 horas (teoría)

### **Tema 10. ANÁLISIS, DISEÑO Y MEDICION DEL TRABAJO.**

Diseño del trabajo. Estudios de tiempos: Conceptos. Métodos y medición del trabajo. Datos del tiempo estándar. Tiempos predeterminados. Muestreo del trabajo. Tiempos históricos.

4 horas (teoría)

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La modalidad de presentación de la materia es a través de clases presénciales convencionales. Enriqueciendo paralelamente a través de discusiones en clase la aplicación de los tópicos estudiados a la realidad venezolana.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas 1, 2, 3, la segunda sobre los temas 4, 5 y 6, y la tercera sobre los temas 7 y 8 y la cuarta evaluación sobre los temas 9 y 10.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Jay Heizer Y Barry Render. "Dirección de la Producción: Decisiones estratégicas", Prentice Hall. 5ª Edición. 2203.
- Chase/Alquilano. "Dirección y Administración de la Producción". Editorial Mc Graw Hill, 8ª Edición México, 2002.
- Niebel, Benjamin W. "Ingeniería Industrial". Alfaomega. 3ª Edición, México, 1990.
- Mondelo Pedro. "Ergonomía 1: Fundamentos". Alfaomega Grupo Editor, Edición UPC. 2000.
- Krick, Edward. "Ingeniería de Métodos". Editorial Limusa, México, 1989.
- Weiss-Gershon. "Production and Operation Management". 2ª Edición, Editorial Allyn & Bacon, U.S.A., 1993.
- Adam-Ebert. "Administración de la Producción y Operaciones". Prentice Hall, 4ª Edición, México, 1991.
- Krajewsky-Ritzman. "Operations Management". 3a Edición, Addison-Wesley, U.S.A., 1993.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por: Prof. Marbelly Paola Dávila.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b> TERMODINAMICA II	<b>Código:</b> IMC601				
<b>Prelaciones:</b> TERMODINAMICA I	<b>Período:</b> SEXTO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CIENCIAS TERMICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

En esta materia se imparten las bases teóricas para el análisis de las materias avanzadas del área de Ciencias Térmicas, a saber, Turbomáquinas, Conversión de Energía, Plantas de Vapor, Motores de Combustión Interna, Turbinas de Gas, Refrigeración y Aire Acondicionado entre otras.

### REQUERIMIENTOS

Manejo de las Ecuaciones básicas de la Termodinámica así como destreza en el manejo de tablas y diagramas termodinámicos.

### OBJETIVOS GENERALES

Reafirmar los conocimientos básicos adquiridos en la materia Termodinámica I mediante su aplicación a los procesos de generación de potencia, refrigeración y acondicionamiento de aire y su correspondiente aproximación al estudio de los procesos reales. Fundamentar las bases teóricas para el análisis de las materias avanzadas del área de Ciencias Térmicas, a saber, Turbomáquinas, Conversión de Energía, Plantas de Vapor, Motores de Combustión Interna, Turbinas de Gas, Refrigeración y Aire Acondicionado.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los diferentes elementos que conforman los ciclos de vapor, así como las modificaciones básicas necesarias para aumentar el rendimiento del mismo y acercarse en lo posible a una planta de vapor real mediante el análisis de sus componentes.

Adquirir las bases para trabajar en ciclos de refrigeración industrial y sus aplicaciones, conocer las modificaciones requeridas para elevar el coeficiente de utilización. Aproximación al análisis de los ciclos de refrigeración reales.

Conocer los elementos básicos para el análisis de ciclos ideales de los motores de combustión interna y sus aplicaciones.

Conocer los ciclos que siguen las turbinas de gas y sus aplicaciones. Estudio de elementos básicos requeridos para mejorarlos y acercarse lo más posible a los ciclos reales a través del análisis de rendimiento de las máquinas que lo componen.

---

Establecer las bases que permiten realizar el análisis del comportamiento de las mezclas de gases ideales, a través del estudio de su composición, propiedades y ecuaciones que representan su comportamiento.

Conocer el comportamiento de la mezcla que conforma el aire atmosférico a fin de poder utilizar sus transformaciones para fines prácticos tales como el acondicionamiento de aire. Conocer el esquema básico de operación de las torres de enfriamiento y su utilidad práctica.

Familiarizarse con el comportamiento  $P - v - T$  de los gases reales mediante la utilización de diagramas y ecuaciones de estado que los represente. Determinación de las propiedades de los mismos a fin de poder evaluar los procesos a los que puedan estar sometidos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CICLOS DE POTENCIA.

##### Tema 1. Ciclos Vapor.

Máquina de Carnot de vapor. Ciclo de Rankine. Procesos, esquema, diagrama, rendimiento térmico. Influencia de la presión y la temperatura sobre el rendimiento del ciclo. Eficiencia de turbina. Mejoras al ciclo de vapor. Ciclo con recalentamiento. Ciclo con regeneración. Ciclo Mejorado. Ciclo real. 11 horas de teoría y 7 de práctica.

##### Tema 2. Ciclos Cerrados de Aire.

Hipótesis para el estudio de los ciclos ideales que siguen los motores de combustión interna. Máquina de Carnot de aire. Ciclo Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Dual o Semidiesel. Procesos, esquemas, diagramas. Rendimientos. Mejoras Comparaciones entre ciclos. 6 horas de teoría y 4 de práctica.

##### Tema 3. Ciclos Abiertos de Aire.

Ciclo de aire normal de una turbina de gas simple. Esquemas. Diagramas. Rendimiento. Parámetros que influyen sobre el rendimiento del ciclo. Eficiencia de compresor y turbina. Mejoras al ciclo de las turbinas de gas. Regeneración. Compresión en etapas múltiples. Expansión en etapas múltiples. Ciclo mejorado. Ciclo real. 9 horas de teoría y 6 de práctica.

#### UNIDAD II. CICLOS DE REFRIGERACION.

##### Tema 4. Ciclos de Refrigeración por Compresión de Vapor.

Máquina refrigeradora de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Procesos, esquema, diagrama, coeficiente de utilización. Variables que influyen sobre los ciclos de refrigeración. Sustancias refrigerantes. Eficiencia de la compresión. Mejoras al ciclo de refrigeración. Subenfriamiento del condensado. Compresión y expansión en etapas múltiples. Ciclo mejorado. Ciclo real. Ciclo con varios evaporadores. Ciclo en cascada. Ciclo de refrigeración por absorción. 10 horas de teoría y 7 de práctica.

#### UNIDAD III. MEZCLAS GASEOSAS.

##### Tema 5. Mezclas de Gases Ideales.

Hipótesis para el estudio de las mezclas de gases ideales. Modelo de Dalton. Modelo de Amagat. Fracciones másica, volumétrica y molar, relaciones entre ellas. Propiedades de las mezclas. Masa molecular aparente. Constante de gas para la mezcla. Calores específicos. Entalpía. Entropía. Análisis de sistemas abiertos y cerrados que utilizan mezclas como sustancias de trabajo. 6 horas de teoría y 4 de práctica.

##### Tema 6. Psicrometría.

Modelo de mezcla aire – vapor de agua. Definiciones. Aire Atmosférico. Aire seco. Punto de rocío. Humedad relativa y absoluta, relación entre ellas. Proceso de saturación adiabática. Primera ley de la

---

Termodinámica para la mezcla aire – vapor de agua. Psicrómetro. Temperaturas de bulbo seco y húmedo. Diagrama psicrométrico. Transformaciones del aire húmedo, calentamiento, enfriamiento, humidificación, deshumidificación. Torres de enfriamiento.  
6 horas de teoría y 4 de práctica.

### **Tema 7. Gases Reales.**

Comportamiento de los gases reales. Factor de compresibilidad. Propiedades reducidas. Ley de los estados correspondientes. Diagramas de compresibilidad. Temperatura de Boyle. Coeficiente de Joule-Thompson. Ecuaciones de estado. Fugacidad. Diagramas generalizados para fugacidad, cambios de entalpía y entropía.  
6 horas de teoría y 4 de práctica.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Desarrollo de los fundamentos teóricos de cada tema y resolución de ejercicios en clase para fijar y aplicar los conocimientos teóricos impartidos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se sugiere realizar una evaluación teórico-práctica por cada uno de los temas desarrollados, así como la realización de tareas en casa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cengel Yunus A. Y Boles Michael A., Termodinámica, Tomo II Segunda Edición, McGraw – Hill, Inc, U.S.A., 1997.
- Wark Kenneth, Termodinámica, Segunda edición, McGraw-Hill, Interamericana de México S.A., 1990.
- Van Wylen, G., Sonntag, R. Y Borgnakke, C., Fundamentos de Termodinámica, Segunda Edición, Limusa Wiley, México D.F., 2000.
- Jones J.B. y Dugan R.E., Ingeniería Termodinámica, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 1997.

**Fecha de elaboración del programa: 25 de febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. María Martín V.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>MECANICA DE LOS FLUIDOS II</b>			<b>Código:</b>	IMC602
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE LOS FLUIDOS I			<b>Período:</b>	SEXTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	1	1	6	
<b>Horas / semestre</b>	60	18	6	84	4

### JUSTIFICACIÓN

Para poder: Enfrentar los panoramas tecnológicos, industrial y de investigación, adaptarse a las nuevas tecnologías y ser capaz de desarrollar los mecanismos que se necesitan para lograr el futuro buscado, el estudiante debe poseer una formación técnica especializada en lo referente al tratamiento y manejo de los fluidos, debe conocer los fundamentos de los fenómenos particulares que involucran la mecánica de los fluidos y además es necesario que posea las herramientas que le permitirán desarrollarse como Ingeniero Mecánico en el área de manejo de fluidos. Esta asignatura provee al estudiante de los conocimientos básicos y fundamentales para poder cumplir con estas necesidades.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer los fundamentos bases de mecánica de los fluidos, al igual que debe tener una base matemática que le permita entender y analizar las ecuaciones que se derivarán en el curso.

### OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de:

- Entender y analizar el fenómeno de flujo de fluidos.
- Entender los conceptos básicos de las turbomáquinas.
- Estar preparado para abordar las nuevas técnicas en el análisis del flujo de fluidos.
- Tener una idea del flujo de fluidos en medios porosos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El estudiante debe:

- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren flujo interno de fluidos.
- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren flujo externo de fluidos.
- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren flujo de fluidos compresibles.

- 
- Entender y estar en capacidad de realizar análisis del comportamiento de los fluidos que presenten una superficie libre.
  - Entender el comportamiento de las turbomáquinas.
  - Tener conocimientos básicos en la utilización de los métodos computacionales en el tratamiento del flujo de fluidos.
  - Conocer los rudimentos del flujo en medios porosos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. FLUJOS INCOMPRESIBLES.

##### Tema 1. Flujos internos.

- Introducción.
  - Flujo de entrada y desarrollados.
  - Flujo laminar.
  - Flujo turbulento.
  - Aplicaciones.
- 8 horas teóricas y 2 prácticas.

##### Tema 2. Flujos en sistemas de tuberías.

- Introducción
  - Pérdidas en sistemas de tuberías.
  - Sistemas simples.
  - Sistemas complejos.
  - Análisis de redes.
  - Flujo transitorio.
  - Aplicaciones.
- 10 horas teóricas y 4 prácticas.

##### Tema 3. Flujos externos.

- Introducción
  - Separación.
  - Sustentación y arrastre.
  - Teoría de flujo potencial.
  - Teoría de Capa Límite.
  - Aplicaciones.
- 6 horas teóricas y 2 prácticas.

#### UNIDAD II. FLUJOS COMPRESIBLES.

##### Tema 4. Flujo Compresible.

- Introducción.
  - Velocidad del sonido y Número de Mach.
  - Flujo isentrópico en toberas y difusores.
  - Ondas de choque.
- 8 horas teóricas y 2 prácticas

#### UNIDAD III. CONDICIONES ESPECIALES DEL FLUJO DE FLUIDOS.

##### Tema 5. Flujo con superficie libre.

- Introducción.
- Flujo uniforme.
- Flujo no uniforme.
- Aplicaciones.

---

4 horas teóricas y 2 práctica

**Tema 6. Introducción a las turbomáquinas.**

- Introducción
  - Turbomáquinas Hidráulicas.
  - Turbomáquinas Térmicas.
  - Ejemplos.
- 4 horas teóricas y 2 prácticas.

**Tema 7. Dinámica de fluidos computacionales.**

- Introducción
  - Introducción al método de las diferencias finitas simples.
  - Introducción al método de volumen finito simple.
  - Generación de retículas
  - Ejemplos.
- 8 horas teóricas y 4 prácticas.

**Tema 8. Introducción a flujo en medios porosos.**

- Introducción
  - Permeabilidad.
  - Ecuación de Darcy.
  - Ejemplos.
- 2 horas teóricas.

**CONTENIDO PROGRAMTICO DEL LABORATORIO.**

**PRACTICA 1. Visualización de regímenes de flujo en tuberías.**

Se utiliza un aparato de Reynold para visualizar los regímenes de flujo laminar y turbulento. Se cuantifica la transición entre los regímenes de flujo.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 2. Medición de densidad y viscosidad de fluidos.**

Utilizando instrumentos acordes se procede a determinar la viscosidad absoluta y la densidad de tres diferentes tipos de líquidos.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 3. Conservación de Cantidad de Movimiento.**

Se cuantifica la cantidad de movimiento lineal y se compara con las ecuaciones teóricas.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 4. Pérdidas en tuberías.**

Se determina por medio de medidas de presión las pérdidas de carga que suceden en tramos de tubería recta.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 5. Pérdidas en accesorios.**

Se determina por medio de medidas de presión las pérdidas de carga que suceden en accesorios.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 6. Mediciones de flujo.**

Se demuestra a los estudiantes tres formas de medidas de caudal en líquidos.

Duración: 1 hora.

<b>EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Se recomienda:

- Hacer énfasis en la comprensión de los fenómenos físicos involucrados.
- Hacer que el estudiante entienda la aplicación de las leyes fundamentales.
- Mostrar al estudiante la aplicación en el campo de la Ingeniería Mecánica de los

conceptos que se enseñan en la asignatura.

- Desarrollar y enseñar métodos sistemáticos para la resolución de problemas que involucren los casos estudiados.
- Que las cuatro (4) horas de práctica del tema 7 se realicen con aplicaciones de paquetes de computación en un salón de computadoras.
- Adoptar un libro texto.
- Colocar al menos un grupo de dos horas continuas a la semana. (Se utilizan 6 horas teóricas para las 3 evaluaciones parciales.)

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se recomienda realizar tres exámenes parciales, cada uno de ellos evaluará lo correspondiente a cada unidad del programa.

Las evaluaciones parciales se sugiere, contengan una parte teórica que trate de evaluar la capacidad de razonamiento y entendimiento del estudiante y otra parte práctica, donde el estudiante demuestre su aprendizaje en la resolución de los problemas relacionados con el tema evaluado.

Las evaluaciones se realizarán durante dos horas de clase continuas.

Los estudiantes deben presentar un informe de cada una de las prácticas de laboratorio realizadas, el promedio de las notas del laboratorio aportará la nota equivalente a un cuarto parcial.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libro Texto Recomendado:

- Merle C. Potter y David C. Wiggert. *Mecánica de los Fluidos*. International Thomson Editores. Ciencias e Ingeniería. Tercera Edición. 2002. ISBN 970-686-205-6

### Bibliografía de Consulta:

- Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie y Keith W. Bedford. *Mecánica de los Fluidos*. Editorial: Mc. Graw Hill. Novena Edición. 2000.
- Joseph B. Franzini y E. John Finnemore. *Mecánica de los Fluidos con aplicaciones en Ingeniería*. Editorial: Mc. Graw Hill. Novena Edición. 1999.
- Claudio Mataix. *Mecánica de los fluidos y Máquinas Hidráulicas*.

**Fecha de elaboración del programa:** 08 de marzo de 2004.

**Programa Elaborado por:** : Rafael Santos, con la colaboración de los profesores: Carlos Torres, Manuel Avila, Jean Dulhoste, José Rujano, Nellyana Gonzalo y Jesús Muñoz.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>			<b>Código:</b>	IMC602
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE FLUIDOS, ELEMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRICA			<b>Período:</b>	SEXTO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TÉRMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

### JUSTIFICACIÓN

En la práctica de la Ingeniería Mecánica se requiere de la utilización de un gran número de instrumentos de medición, para ayudar a realizar tareas de supervisión, manejo, control y mantenimiento de procesos y equipos. Se pretende en esta materia impartir los conocimientos básicos necesarios para la correcta comprensión y utilización de los diversos instrumentos de medición utilizados en la Ingeniería Mecánica.

### REQUERIMIENTOS

Se requiere para la correcta comprensión de esta asignatura conocimientos de los fundamentos de la mecánica de fluidos y principios de la electricidad.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de esta asignatura es la enseñanza de los métodos e instrumentos usados en la medición de variables físicas, así como el manejo de las señales emitidas por estos instrumentos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso el estudiante deberá estar en capacidad de:

- Comprender las características básicas de los instrumentos, su uso y cuidados que debe tenerse en las mediciones.
- Conocer los principios fundamentales de manejo de señales de medición utilizadas para medición y control a distancia.
- Conocer los principios fundamentales de medición de variables físicas tales como: variables eléctricas, presión, temperatura, flujo de fluidos, nivel en tanques de almacenamiento.
- Estar en capacidad de seleccionar el instrumento adecuado para la medición de una variable física.
- Comprender los planos y simbología de instrumentación.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CONCEPTOS GENERALES SOBRE MEDICIÓN

##### TEMA 1 : INTRODUCCIÓN A LA INSTRUMENTACIÓN (4 horas teoría)

Introducción a la Instrumentación. Definición. Importancia. Campo de aplicación. Ventajas de los procesos bien instrumentados. Clasificación general de los instrumentos, de acuerdo a su función, de acuerdo a su estructura interna, de acuerdo al tipo de energía que consume. Símbolos y diagramas de la instrumentación. Normas ANSI/ISA S5.1. Reglas generales, reglas de identificación funcional y del lazo. Reglas para los símbolos. Ejemplos.

##### TEMA 2 : FUNDAMENTOS DE MEDICIÓN (4 horas teoría, 2 prácticas)

Definiciones. Elementos funcionales de un instrumento de medición. Características de los instrumentos. Características relacionadas con la capacidad de medición: rango, amplitud, elevación de cero y supresión de cero. Características estáticas: Error estático, sensibilidad, exactitud, reproducibilidad, desvío, zona muerta, histéresis, resolución. Características dinámicas: fidelidad, velocidad de respuesta, error dinámico, retardo, constante de tiempo, característica de tiempo, tiempo muerto, amortiguamiento, ancho de banda, ruido. Estudio dinámico de un instrumento: Instrumentos de primer y de segundo orden. Definición de medición. Elementos de entrada y de salida en un instrumento de medición. Amplificadores mecánicos usados en instrumentación. Errores que se cometen al efectuar una medición. Desvíos en instrumentos. Calibración de instrumentos. Teoría de errores de Gauss. Operaciones funcionales de un instrumento de medición.

##### TEMA 3: SISTEMAS DE TELEMEDICION. (6 horas teoría)

Sistemas de Telemedición. Introducción. Clasificación. Estudio funcional de la telemedición. Elementos. El transmisor. Telemedición neumática. Rangos usuales y limitaciones. Sistema tobera obturador. El relevador. Telemedición eléctrica. Por voltaje. Por corriente. Por posición. Por frecuencia y por impulso. Telemedición digital. El uso de la computadora en la telemedición. Elementos de un sistema digital de medición. Tipos de conexión.

#### UNIDAD II. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

##### TEMA 3 : MEDICIONES ELÉCTRICAS (4 horas teoría)

Medición de resistencia eléctrica. Circuitos de medición de resistencia eléctrica: Puente de Wheatstone. Puente capacitivo y Puente Inductivo. Medición de voltaje. El milivoltímetro. El potenciómetro de balance nulo: Descripción y estandarización. Medición de intensidad de corriente. Medición de capacitancia eléctrica. Medición de Inductancia.

##### TEMA 4 : MEDICIÓN DE PRESIÓN (8 horas teoría, 2 práctica)

Medición de presión, generalidades sobre presión. Definición. Referencias. Unidades y equivalencias. Formas de presión en un fluido en movimiento. Medidores de presión de columna de líquido: de tubo en U, de vaso alargado de pozo, de tubo inclinado, de anillo balanceado y de campana invertida. Líquidos manométricos. Líquidos selladores. Ejercicios referentes a medidores de presión de columna de líquido. Elementos sensores de presión. Bourdon en C, Bourdon en Hélice, Bourdon en espiral, fuelle, diafragma y cápsula. Manómetros mecánicos: de resorte, de fuelle y de diafragma. Ejercicios referentes a sensores de presión. Transductores eléctricos de presión: resistivo, extensométrico, magnético, capacitivo, piezoeléctrico. Ejercicios referentes a transductores eléctricos. Medición de presión en fluidos corrosivos: Sello de diafragma o fuelle y sistema de purga. Medición de presión de Vacío. Método indirecto. Métodos directos: Medidor de de McLeod, medidores térmicos, medidores de ionización.

##### TEMA 5 : MEDICIÓN DE TEMPERATURA (10 horas teoría, 4 práctica)

Medición de temperatura. Generalidades sobre temperatura. Escala y equivalencias. Termómetros de expansión: De mercurios en vidrio. Bimetálico - De resorte a presión (actuado por líquido, por gas o por

---

vapor) Fuentes de error en los termómetros de resorte a presión y métodos de compensación. Ejercicios sobre termómetros de expansión. Termómetros de resistencia. Relación entre la resistencia eléctrica y la temperatura. Ecuación de Callendar. Características estáticas. Bulbos de resistencia de cobre, platino y níquel. Termistores. Termoelectricidad: El termopar. Leyes de los circuitos termoelectrónicos. Tipos de termopares y cables transmisores (Nomenclatura según la ISA). Pozos térmicos: características. Respuesta de termopares. Uso de tablas. Circuitos de termopares. Ejercicios sobre termopares. Pírometría. El pirómetro óptico. El pirómetro de radiación. El pirómetro fotoeléctrico.

#### **TEMA 6 : MEDICIÓN DE FLUJO. (12 horas teoría, 2 práctica)**

Generalidades sobre medición de flujo. Clasificación de los medidores de flujo. Flujo laminar y turbulento (número de Reynolds). Medidores de presión diferencial por reducción de área: Placa orificio, tobera de flujo, el tubo Venturi, tubo Dall, cuña de flujo. Reglas de ubicación de los instrumentos. Fórmula general de medidores por reducción de área según normas. (fluidos compresibles e incompresibles). Normas ISO para cálculo de flujo mediante elementos de reducción de área. Selección del dispositivo mediante software. Medidores de presión diferencial por desaceleración del fluido: El tubo de Pitot y el tubo de Prandtl. Instalación y cálculo de flujo mediante el método de integración aproximada. Ejercicios sobre medición de flujo con instrumentos de presión diferencial. Continuación Ejercicios de Medición de Flujo. Medidores de flujo por variación de área. El rotámetro. Tipos, elementos y características. Medidores de flujo por velocidad. Medidor de turbina. Medidores ultrasónicos: Tiempo de tránsito y Doppler. Medidores magnéticos. Medidores de flujo por desplazamiento positivo: Volumétrico, disco oscilante, pistón recíproco, medidores rotativos. Medidores de flujo másico. Medidores calorimétricos: de inserción y de tubo calentado. Medidor giroscópico o de efecto coriolis.

#### **TEMA 7 : MEDICIÓN DE NIVEL (6 horas teoría)**

Medición de nivel. Generalidades sobre medición de nivel. Métodos directos y métodos indirectos. Medición directa de nivel. Medidores de sonda, de cristal, de flotante, de electrodos. Medición indirecta de nivel. Por fuerza de empuje. Por presión hidrostática en tanques abiertos: medidor manométrico, de membrana, trampa de aire, burbujeo. Medición por presión diferencial en tanques cerrados: con atmósfera condensable o no condensable. Arreglos de tuberías. Sensores de tipo ultrasónico, fotoeléctrico, radiactivos, capacitivo. Medición del nivel de sólidos.

+ 8 Horas prácticas para evaluaciones

### **CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO**

#### **PRÁCTICA 1. Calibración de manómetro con mecanismo de amplificación de piñón cremallera.**

Práctica del uso de manómetros. Calibración de instrumentos. Manipulación de un instrumento con mecanismo de amplificación piñón cremallera. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 2. Calibración de instrumento con mecanismo de amplificación de 4 barras.**

Práctica del uso de registradores de presión. Calibración de instrumentos. Manipulación de un instrumento con mecanismo de amplificación de cuatro barras. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 3. Calibración de transmisores de presión.**

Práctica del uso de transmisores de presión. Con señal de transmisión neumática, electrónica y digital. Calibración de instrumentos. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 4. Calibración de transmisores de temperatura.**

Práctica del uso de transmisores. Con señal de transmisión neumática, electrónica y digital. Calibración de instrumentos. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 5. Termómetros de expansión y de resistencia.**

Práctica del uso de termómetros de expansión y de resistencia. Calibración de instrumentos de expansión. Conexión de termómetros de resistencia. Comparación de ambos métodos. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 6. Estudio práctico de Termopares.**

Práctica del uso de termopares. Comprobación de las leyes de termopares. 2 horas.

#### **PRÁCTICA 7. Circuitos de Termopares.**

---

---

Práctica del uso de termopares. Estudio del efecto de conexión de termopares en serie y paralelo. 2 horas.

**PRÁCTICA 8. Calibración de medidores de flujo.**

Uso de instrumentos de medición de flujo por presión diferencial: Placa orificio, tobera de flujo y tubo Venturi. Obtención de curvas de calibración de los instrumentos. Medición de flujo mediante Rota metro, turbina y medidor magnético. 2 horas.

**PRÁCTICA 9. Medición de velocidad de un fluido.**

Uso de instrumentos de medición de de velocidad de un fluido: Medidores de turbina y medidores térmicos. Obtención del perfil de velocidades de un fluido. Obtención del flujo por integración del perfil de velocidades. 2 horas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La enseñanza de esta asignatura se realiza de dos formas principales:

- Enseñanza teórico práctica mediante la exposición de temas teóricos y realización de problemas prácticos para ilustración de las teorías y métodos.
- Realización de prácticas de laboratorio con el fin de ilustrar los instrumentos y métodos requeridos para la asignatura.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

La evolución de esta asignatura comprende dos partes principales:

- Exámenes parciales teórico prácticos en un número de 4, para la evaluación de la parte teórico práctica de la asignatura.
- Presentación de informes de las prácticas de laboratorio realizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Creus, A. *Instrumentación Industrial*. 4ta edición, Marcombo, España, 1992.
- Considine, D. *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*, 5ta edición, McGraw-Hill, 1999.
- Doebelin, E. *Diseño y aplicación de sistemas de medición*. Diana, México, 1980.

**Fecha de elaboración del programa: 25 de febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: C. Jerez, J-F. Dulhoste y R. Rodríguez**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>TEORÍA DE MAQUINAS Y MECANISMOS</b>			<b>Código:</b>	IMT701
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA RACIONAL 20, MÉTODOS NUMÉRICOS			<b>Período:</b>	SEPTIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	-	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	-	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El Ingeniero Mecánico frecuentemente se encarga de diseñar y/o analizar máquinas y dispositivos mecánicos de diversos tipos. Estos sistemas mecánicos poseen movimiento relativo entre los diferentes elementos que los componen. Es por lo tanto imprescindible, que un Ingeniero Mecánico posea los conocimientos necesarios que le permitan analizar o diseñar tomando en cuenta el comportamiento cinemático y dinámico de los sistemas mecánicos.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe conocer las leyes que regulan el comportamiento estático, cinemático y dinámico de las partículas y de los sólidos en el espacio. Dominar los conceptos de la geometría analítica y el álgebra vectorial. Adicionalmente debe estar en capacidad de implementar en el computador métodos numéricos que le permitan resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.

**OBJETIVOS GENERALES**

Al finalizar la asignatura el estudiante debe conocer, y estar en capacidad de aplicar en el diseño o análisis, la teoría que modela el comportamiento tanto cinemático como dinámico de los mecanismos planos y las máquinas.

Interpretar el análisis cinemático y dinámico, para todo el ciclo de cualquier sistema mecánico, con el fin de incorporar posibles modificaciones en el diseño que mejoren en el funcionamiento o rendimiento del sistema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar cinemáticamente el ciclo de cualquier mecanismo constituido por barras articuladas, levas, engranes, cables, cadenas, poleas, etc.

Analizar estática y dinámicamente el ciclo de cualquier mecanismo plano o máquina sometido a fuerzas externas equilibradas o no.

Diseñar mecanismos o máquinas desde el punto de vista cinemático y obtener la información estática y/o dinámica necesaria para concluir el diseño integral del sistema.

---

Balancear y regular el funcionamiento de las máquinas cíclicas.  
Analizar o diseñar mecanismos planos con la ayuda de programas computacionales.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CINEMÁTICA DE MECANISMOS

##### TEMA 1: Generalidades

Introducción: Mecanismos y máquinas; Ciclo, período y fase; Eslabones y pares cinemáticos; Cadenas cinemáticas; Grados de libertad; Fórmula de Grubler; Inversión; Posiciones extremas y puntos muertos. Mecanismos equivalentes. Mecanismos articulados típicos: Mecanismos de cuatro barras, Ley de Grashoff; Mecanismos de manivela–biela–corredera; Mecanismos de yugo escocés; Mecanismos de retorno rápido; Mecanismos de línea recta; Mecanismos de palanca y otros mecanismos típicos. Análisis y síntesis de mecanismos; Importancia de la síntesis cinemática.  
8 horas (teóricas).

##### TEMA 2: Análisis de Posición en Mecanismos Planos

Introducción: Posición y desplazamiento de un sólido rígido en el plano. Diagramas de posición y trazado de la trayectoria de un punto mediante métodos gráficos. Análisis de posición mediante métodos analíticos: álgebra vectorial, números complejos y relaciones trigonométricas.  
Prácticas: Resolución de ejemplos típicos.  
8 horas (teóricas y prácticas).

##### TEMA 3: Análisis de Velocidad en Mecanismos Planos

Introducción: Velocidad de un sólido rígido en el plano. Centros instantáneos de rotación: Análisis gráfico y analítico de velocidades mediante el método de los centros instantáneos de rotación (teorema de Aronhold–Kennedy); Análisis de puntos coincidentes mediante el método de los centros instantáneos de rotación. Ventaja mecánica. Velocidades relativas: Análisis gráfico y analítico (números complejos y álgebra vectorial) de la velocidad en mecanismos planos por medio del método de las velocidades relativas; Análisis de puntos coincidentes mediante el método de las velocidades relativas.  
Prácticas: Resolución de ejemplos típicos gráficamente, analíticamente y con la ayuda de programas de análisis cinemático de mecanismos.  
8 horas (teóricas y prácticas).

##### TEMA 4: Análisis de Aceleración en Mecanismos Planos

Introducción: Aceleración de un sólido rígido en el plano. Aceleraciones relativas: Análisis gráfico y analítico (números complejos y álgebra vectorial) de la aceleración en mecanismos planos por medio del método de las aceleraciones relativas; Análisis de puntos coincidentes (aceleración de Coriolis).  
Prácticas: Resolución de ejemplos típicos gráficamente, analíticamente y con la ayuda de programas de análisis cinemático de mecanismos.  
14 horas (teóricas y prácticas).

#### UNIDAD II. ESTÁTICA Y DINÁMICA DE MAQUINAS

##### TEMA 5: Estática de Máquinas

Introducción. Determinación de las fuerzas estáticas, mediante los métodos gráfico y analítico, en máquinas ideales y reales: Estudio de un eslabón sometido a dos fuerzas; Estudio de un eslabón sometido a tres o más fuerzas; Par motor y torque; Fricción en pares prismáticos y en pares de revolución; Rendimiento mecánico.  
Prácticas: Resolución de ejemplos típicos gráficamente, analíticamente y con la ayuda de programas de análisis estático de mecanismos.  
8 horas (teóricas y prácticas).

---

---

### **TEMA 6: Análisis de Fuerzas de Inercia en Máquinas**

Introducción: Ecuaciones que modelan el comportamiento dinámico de los sistemas mecánicos; Leyes de movimiento de Newton; El principio de d'Alembert; Principio de los trabajos virtuales; Análisis de fuerzas en mecanismos planos utilizando las leyes de Newton: Método matricial; Análisis de fuerzas en mecanismos planos empleando el principio de los trabajos virtuales; Análisis combinado de fuerzas estáticas y de inercia. Sistema cinemáticamente equivalente

Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos; Resolución de problemas típicos empleando el método matricial.

16 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA 7: Equilibrado de Máquinas**

Introducción. Equilibrado de rotores rígidos; Fuerzas de desequilibrio y reacciones; Rotor equivalente y equilibrado; Valores límite de desequilibrio. Equilibrado de máquinas alternativas; Desequilibrio y equilibrado de máquinas monocilíndricas; Equilibrado de máquinas policilíndricas.

Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos.

10 horas (teóricas y prácticas).

### **TEMA 8: Regulación del Movimiento en Máquinas Cíclicas**

Introducción. Máquinas Cíclicas. Régimen permanente; Grado de irregularidad; Cálculo aproximado del volante; Función del volante. Régimen transitorio; Ecuación característica de la máquina; Estabilidad.

Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos.

6 horas (teóricas y prácticas).

## **UNIDAD III. SÍNTESIS DE MECANISMOS DE LEVAS**

### **TEMA 9: Mecanismos de levas**

Introducción: Clasificación y terminología. Curvas Base: Concepto de curvas base; Curva base línea recta; Curva base línea recta modificada; Curva base armónica; Curva base parabólica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Diseño de levas con seguidor de movimiento alternativo de cara plana o rodillo; Angulo de presión. Diseño de levas con seguidores rotacionales. Tamaño óptimo de leva. Factor de leva.

Prácticas: resolución de problemas típicos de levas con seguidores traslacionales y rotacionales.

12 horas (teóricas y prácticas).

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases en pizarrón, teóricas y de problemas. Se pretende complementar la docencia en pizarra con la presentación del funcionamiento de ciertos mecanismos utilizando medios audiovisuales en el aula, y también, mediante la inclusión de animaciones que pueden ser consultadas a través de Internet. Adicionalmente, se realizarán prácticas en las que se trabajará con máquinas y mecanismos reales.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro o cinco exámenes parciales, en los cuales el estudiante debe emplear las técnicas expuestas en clases para resolver problemas típicos. Estos exámenes parciales constituyen aproximadamente un 80% de la nota definitiva. Adicionalmente se realizan prácticas calificadas, algunas de ellas empleando en programas computacionales, que aportan aproximadamente un 20% a la nota definitiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Erdman A. y Sandor G. *Diseño de Mecanismos*. Prentice Hall Inc., México. 1998.
- Shigley J. y Uicker J. *Teoría de Máquinas y Mecanismos*. Mc Graw-Hill México. 1990.
- Norton R. *Diseño de Maquinaria*. Mc Graw-Hill, México. 2000.
- Mabie H. y Reinholtz Ch. *Mecanismos y Dinámica de Maquinaria*. Editorial LIMUSA, México. 2000.
- Ham C., Crane E. y Rogers W. *Mecánica de Máquinas*. Mc Graw-Hill, Nueva York. 1974.
- Mallik A., Ghosh A. y Dittrich G. *Kinematic Analysis and Synthesis of Mecahanism*. Edit. CRC, Florida. 1994.
- Shabana A. *Computational dynamics*. John Wiley, Nueva York. 2001.
- Hartenberg y Denavit. *Síntesis Cinemática de Mecanismos*. Edit. Mc Graw Hill, Nueva York. 1964.

**Fecha de elaboración del programa: 28 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Sebastian E. Provenzano R., Miguel Díaz y Víctor E. Calderón R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MATERIALES DE INGENIERIA</b>			<b>Código:</b>	IMT702
<b>Prelaciones:</b>	FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES			<b>Período:</b>	SEPTIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad profesional, todos los ingenieros tienen que ver directa o indirectamente con los materiales, siendo sin duda el Ingeniero Mecánico quien de una manera mas precisa debe y tiene que conocer todos y cada uno de los diferentes materiales de los que dispone para una adecuada selección de éstos en los diferentes equipos y procesos. Por todo lo anterior, todo Ingeniero Mecánico debe tener conocimiento de las propiedades mecánicas y fisicoquímicas de los materiales de ingeniería, materia fundamental para una adecuada planeación, diseño, y estructuración en los diversos procesos de fabricación.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de los fundamentos básicos que definen los materiales de ingeniería, desde la estructura cristalina y sus imperfecciones, los diferentes fenómenos y/o procesos que en ellos ocurren, los diagramas de equilibrio, hasta el correspondiente a las diversas propiedades más importantes que en ellos se presentan.

### OBJETIVOS GENERALES

Suministrar al estudiante las herramientas necesarias para que en la vida profesional sea capaz de seleccionar los materiales adecuados en el diseño y construcción de un determinado objeto.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Repasar conceptos básicos de los materiales y sus propiedades previamente estudiadas.  
 Estudiar los materiales de ingeniería evaluando los aspectos más relevantes que determinan su importancia y posibilidad de empleo.  
 Conocer los fenómenos naturales que producen deterioro de los materiales.  
 Emplear los fundamentos de los materiales para la selección de los mismos.

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRACTICO

**Tema 1. Generalidades de los materiales y sus propiedades.**

---

Importancia de los materiales. Clasificación de los materiales. Relación entre la estructura, propiedades y procesamiento.  
3 horas (teoría).

**Tema 2. Introducción a las transformaciones fuera de equilibrio.**

Diagramas de fase fuera de equilibrio. Transformaciones difusionales y adifusionales  
6 horas (teoría).

**Tema 3. Materiales Ferrosos.**

El diagrama Fe-Fe<sub>3</sub>C. Diagrama TTT y los tratamientos térmicos de los aceros. Aceros al carbono y de baja aleación. Aceros de alta aleación. Aceros inoxidables y termorresistentes.  
10 horas (teoría).

**Tema 4. Materiales no Ferrosos.**

El Aluminio y sus aleaciones: aspectos de la obtención, producción y reciclado, aluminios de forja y de fundición, designaciones, tratamientos térmicos y termomecánicos de los aluminios. El cobre y sus aleaciones: aspectos de la obtención, clasificación, tratamientos termomecánicos, aplicaciones. Aleaciones de Magnesio: aspectos de la obtención, designaciones, aplicaciones, tratamientos térmicos. El Titanio y sus aleaciones: generalidades, propiedades, aplicaciones, tratamientos térmicos, designaciones.  
10 horas (teoría).

**Tema 5. Materiales Cerámicos.**

Generalidades. Estructuras de cerámicos cristalinos. Vidrios y otros cerámicos no cristalinos. Cerámicos de ingeniería. Propiedades de los cerámicos. Procesamiento de cerámicos y sus aplicaciones. Materiales cerámicos avanzados.  
8 horas (teoría).

**Tema 6. Materiales Poliméricos.**

Generalidades. Clasificación de los polímeros. Mecanismos de polimerización, grado de polimerización y peso molecular. Estructura de los materiales poliméricos, cristalinidad. Abreviaturas de los polímeros. Homopolímeros y copolímeros. Propiedades y comportamiento de los polímeros. Aplicaciones.  
8 horas (teoría).

**Tema 7. Materiales Compuestos.**

Definición, generalidades. Clasificación: reforzados por dispersión, partículas y fibras. Compuestos de matriz metálica, cerámica y polimérica. Propiedades. Compuestos avanzados.  
7 horas (teoría).

**Tema 8. Materiales Semiconductores.**

Definición, generalidades. Semiconductores intrínsecos, extrínsecos y compuestos. Semiconductores tipo n, tipo p, y amorfos. Propiedades eléctricas.  
4 horas (teoría).

**Tema 9. Corrosión.**

Definición. Corrosión química. Corrosión electroquímica. Formas y mecanismos de corrosión: clasificación y características básicas. Efectos de la corrosión sobre las propiedades mecánicas. Control de la corrosión.  
4 horas (teoría).

**Tema 10. Selección de materiales.**

Generalidades. Parámetros de diseño: definición, influencia de los procesos de fabricación. Estudio de casos en varios materiales. Aspectos de la mecánica de fractura en la selección de materiales.  
4 horas (teoría).

## CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO

**PRACTICA 1. Los puntos críticos de los aceros.**

El ensayo térmico y el ensayo dilatométrico.  
2 horas.

**PRACTICA 2. Tratamientos térmicos del acero.**

Recocido de regeneración y normalizado.

---

---

2 horas.

**PRACTICA 3. Tratamientos térmicos del acero.**

Temple y revenido.

2 horas.

**PRACTICA 4. Tratamientos térmicos del acero inoxidable.**

Reconocimiento de los aceros inoxidable, Austenización, temple y envejecimiento.

2 horas.

**PRACTICA 5. Tratamientos térmicos del aluminio.**

Solubilización y envejecimiento.

2 horas.

**PRACTICA 6. Materiales cerámicos.**

Viscosidad del vidrio, procesado de una cerámica.

2 horas.

**PRACTICA 7. Materiales poliméricos y Compuestos.**

Generación de una pieza de material polimérico y de un laminado de resina reforzada.

2 horas.

## EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias y proyector de video, combinando los aspectos teóricos y prácticos, con un especial énfasis hacia los nuevos materiales y su aplicación.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán tres exámenes parciales, un trabajo especial sobre un tópico de la asignatura y el laboratorio. Es requisito mínimo e indispensable tener aprobado el laboratorio para aprobar la asignatura.

Los exámenes y su valoración son los siguientes:

- Primer parcial, temas 1 al 3, 20 %
- Segundo parcial, temas 4 al 6, 20 %
- Tercer parcial, temas 7 al 10, 25 %
- Trabajo Especial 15 %
- Laboratorio 20%

El Trabajo Especial puede ser alguna de las modalidades siguientes: investigación bibliohemerográfica sobre un tópico de la asignatura, o el estudio y exposición de un artículo científico relacionado con la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Chemical Society. *Physical properties of polymers*. ACS Washington, 1984.
- American Chemical Society. *Polymer science overview*. ACS Washington, 1981.
- American Chemical Society. *Polymers for fibers an elastomers*. ACS Washington, 1984.
- American Society for Metals. *Composites*, ASM, Eng. Mat. Handbook Vol. 1, Ohio, 1987.
- Apraiz Barreiro J. *Aceros especiales y otras aleaciones*. Editorial Dossat, Madrid, España. 1975.
- Brady, George S. *Materials Handbook*. McGraw-Hill. 1986
- De la Poza Lleida J. M. *El aluminio, características y aplicaciones*. Oikos-Taus S.A. Barcelona, España. 1991.
- Elsevier. *Corrosion Atlas*. Editorial Elsevier, Ámsterdam, 1991.
- Flinn Richard y Trojan Paul. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. Mc Graw Hill 3ª Ed. 1989.
- Inchaurreza Zabala A. *Aceros inoxidable y aceros resistentes al calor*. Editorial Limusa, México.

---

1981.

- Jastrzebsk Zbigniew D. i. *Naturaleza y propiedades de los materiales para ingeniería*. México Interamericana. 2ª Ed. 1979.
- Morton Jones David. *Procesamiento de Plásticos*. Editorial Limusa, México, 1993.
- Molera Solà P. *Metales resistentes a la corrosión*. Marcombo, Colección Productiva Vol. 35. Barcelona, España. 1990.
- National Association of Corrosion Engineers. *Hanbook of corrosion experiments*. NACE, Houston.
- Shackelford James F. *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Prentice Hall 4ª Ed. 1998.
- Singer Felix. *Cerámica Industrial*. Editorial Urmo, España, 1976.
- Smith William F. *Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales*. Mc Graw Hill 3ª Ed. 1999.
- Young Robert J. *Introduction to Polymers*. Editorial Chapman & Hall, London, 1991.

<b>Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Bloem C.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>PROCESOS DE MANUFACTURA II</b>			<b>Código:</b>	IMT703
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	SEPTIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	2	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	-	36	90	4

**JUSTIFICACIÓN**

El campo de la ingeniería y tecnología de la manufactura avanza rápidamente, más allá de las disciplinas e impulsando el crecimiento económico. Haciendo de la manufactura un área de estudio dinámica e interesante, donde el estudiante desarrolla una comprensión de las interrelaciones importantes y a menudo complejas entre los factores técnicos y económicos involucrados en la manufactura con arranque de viruta.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante requiere de un conocimiento básico de Procesos de Manufactura I, es decir, el conocimiento introductorio a los diferentes procesos de manufactura.

**OBJETIVOS GENERALES**

Proporcionar al estudiante, identificar los diferentes procesos y sistemas de manufactura con arranque de viruta, así como, calcular y analizar un proceso de mecanizado para su selección y evaluación económica.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer las diversas operaciones para el conformado de metales con arranque de viruta, así como los diferentes sistemas de producción y seleccionar el proceso de manufactura más adecuado para la fabricación de piezas.
- Establecer con claridad las diferencias entre distintos tipos de máquinas herramientas y sus operaciones, conocer los efectos de las distintas variables involucradas en el proceso de manufactura, el cual le permita al estudiante tomar decisiones sobre la fabricación de determinada pieza en particular.
- Establecer procedimientos de cálculo de fuerzas y esfuerzos, costos y tiempos en el proceso de mecanizado para definir secuencia operacional, el tamaño de equipos y características de corte.

## **CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO**

### **UNIDAD I. FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA Y LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.**

#### **Tema 1. Introducción a los procesos tecnológicos.**

Generalidades. Importancia del tamaño y tipo de mercado en los procesos de manufactura. Clasificación de las empresas manufactureras. Clasificación de los sistemas de producción. Modelo general de procesos. Procedimientos de conformación de los metales con arranque de viruta. Introducción a los procesos no tradicionales de mecanizado. Movimiento principal de las distintas máquinas herramientas: rotativo o lineal, continuo u alternativo. Diferencias fundamentales de operaciones que producen en mismo mecanizado. Ejemplos de algunas operaciones.  
15 horas teóricas.

#### **Tema 2. Maquinabilidad.**

Generalidades. Diseño de herramientas. Geometría de la herramienta e influencia de los ángulos. Formación y Tipos de Viruta. Desgaste de herramientas. Influencia del material de trabajo. Influencia de las Condiciones de Corte (Velocidad, Avance y Profundidad). Relación entre: Desgaste de Herramienta, Calidad de la Superficie y Energía Consumida.  
12 horas teóricas.

### **UNIDAD II. EVALUACIÓN DE FUERZAS ESFUERZOS Y POTENCIA EN EL MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA.**

#### **Tema 3. Mecánica del corte de metales.**

Generalidades. Mecanismo de Formación y Arranque de Viruta. Evaluación del corte ortogonal. Teorías sobre Esfuerzos y Fuerzas de Corte. ( Lee Shaffer, Ernest Merchant, Kronnemberg, Taylor, Tresca, Etc.). Condiciones de Fuerzas, Esfuerzos y Potencia mínimas de una operación. Evaluación de Fuerzas, Esfuerzos y Potencia requeridas en el corte para distintas teorías. Acabado Superficial en el mecanizado.  
12 horas teóricas.

### **UNIDAD III. EVALUACIÓN DE COSTOS DE MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA.**

#### **Tema 4. Economía del mecanizado.**

Generalidades. Componentes del Tiempo de Mecanizado. Márgenes de Tiempo. Estimación de Tiempos y Costos por Operación por Máquina-herramienta. Cálculo de Velocidad Optima de Corte para Tiempo Mínimo. Diseño de Planta y Estimación de Tiempos y Costos de Mecanizado por Pieza y por Lote. Componentes de Tiempos Improductivos, de Manipulación y de Mantenimiento. Costos totales de producción.  
15 horas teóricas.

## **CONTENIDO PROGRAMTICO DEL LABORATORIO**

### **PRÁCTICA 1. TORNEADO.**

Funcionamiento del torno, construcción de piezas. 14 horas.

### **PRÁCTICA 2. FRESADO.**

Funcionamiento de la fresadora, construcción de piezas. 6 horas.

### **PRÁCTICA 3. LIMADO.**

Funcionamiento de la limadora, construcción de piezas. 5 horas.

### **PRÁCTICA 4. TALADRADO.**

Funcionamiento del taladro, construcción de piezas. 5 horas.

### **PRÁCTICA 5. CONTROL NUMÉRICO.**

Funcionamiento del torno de control numérico, códigos G y M, programas básicos de torneado. 6 horas.

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Técnica expositiva, utilización de resúmenes, donde se enfatiza en puntos sobresalientes de la información. Uso de ilustraciones a través de transparencias, videos.

Organizadores previos como generalidades e introducción de nuevos temas.

Preguntas intercaladas, para medir, la adquisición de conocimientos, la comprensión o la aplicación de contenidos aprendidos.

Técnica de la demostración, aplicación de conocimientos prácticos.

Método de proyectos, para consolidar conocimientos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan pruebas objetivas, de suministro, específicamente pruebas de respuesta cortas y Completación.

Pruebas de selección, de verdadero y falso o de Completación.

Informes de evaluación, de asignaciones de un contenido específico.

Pruebas prácticas, resolución de problemas típicos de manufactura.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Kalpakjian, S. Y Schmid, S. *Manufactura, Ingeniería y tecnología*, cuarta edición, Prentice Hall, 2002.
- Doyle, L.E., "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros". 3 Ed., Prentice Hall, 1985.
- Hudson, R. "Manual del Ingeniero ", 10 Edición, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985.
- Detsko, J., "Material Propieties and Manufacturing Proccess", Editorial John Wiley and Sons INC. N.Y. 1967.
- Rossi, M., "Máquinas Herramientas", Editorial Científica Edica, Barcelona 1962.
- Alting, L., "Procesos para ingeniería de manufactura ", Editorial Alfaomega, 3a. Edición. 1996. en Español.
- Doyle, K, Singer and Schoder. "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros", 1995, Tercera Edición, en Español.
- Boothroyd, G. "Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas" 1990, McGraw Hill.
- Shey, J. *Procesos de manufactura*, tercera edición, McGraw Hill, 2002.

**Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mariano Peña S.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>TRANSFERENCIA DE CALOR</b>			<b>Código:</b>	<b>IMC701</b>
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE FLUIDOS I Y TERMODINAMICA I			<b>Período:</b>	SEPTIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	Ciencias Térmicas				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>		<b>Teoría</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	<b>Horas / semana</b>	3
<b>Horas / semestre</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>Horas / semestre</b>	<b>54</b>

### JUSTIFICACIÓN

La Transferencia de Calor es un tema relevante de las ciencias de la ingeniería ya que trata fenómenos físicos fundamentales en numerosas aplicaciones industriales y procesos ambientales de interés. En su estudio se extiende el análisis termodinámico a través del análisis de los procesos de conducción, convección y radiación de calor y a través del desarrollo de los modelos que permiten calcular las velocidades de transferencia.

### REQUERIMIENTOS

Fundamentos básicos de Mecánica de los Fluidos y Termodinámica.  
 Nociones sobre Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Parciales.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo principal es el estudio de los modos de transferencia de calor, de los mecanismos físicos que los sustentan y de las relaciones matemáticas básicas que permiten llevar a cabo cálculos de velocidades de transferencia de calor. También se pretende que el estudiante conozca algunas aplicaciones específicas en las que sea necesario emplear los conocimientos adquiridos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- El estudiante debe comprender el significado de la terminología y los principios físicos asociados con la transferencia de calor.
- El estudiante debe ser capaz de identificar los fenómenos de transporte pertinentes a cualquier proceso o sistema que involucre transferencia de calor.
- El estudiante debe estar en capacidad de establecer y usar condiciones de entrada para calcular velocidades de transferencia de calor y distribución de temperatura.
- El estudiante debe ser capaz de analizar y diseñar: sistemas de aletas, aislamiento térmico e intercambiadores de calor.

## **CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO**

### **UNIDAD I. INTRODUCCION**

#### **Tema 1. Modos básicos de Transferencia de Calor**

Mecanismos físicos y modelos básicos de conducción, convección y radiación de calor. Relación con la Termodinámica. Requerimiento de Conservación de la Energía. Dimensiones y unidades.

### **UNIDAD II. CONDUCCION**

#### **Tema 1. Introducción a la Conducción**

El modelo de conducción. Propiedades térmicas de la materia. Ecuación de difusión de calor. Condiciones iniciales y de frontera.

#### **Tema 2. Conducción Unidimensional en Estado Estable**

La pared plana, el cilindro, la esfera. Conducción con generación de energía térmica. Transferencia de calor en superficies extendidas.

#### **Tema 3. Conducción en Estado Transitorio**

Método de la resistencia interna despreciable. Soluciones analíticas aproximadas.

### **UNIDAD III. CONVECCION**

#### **Tema 1. Introducción a la Convección**

El problema de la transferencia de calor por convección. Capas límite de convección. Significado físico de los parámetros adimensionales.

#### **Tema 2. Convección Forzada**

Consideraciones Hidrodinámicas. Consideraciones térmicas. Balance de energía. Correlaciones de flujo externo. Correlaciones de flujo interno.

#### **Tema 3. Convección Libre**

Consideraciones físicas. Ecuaciones gobernantes. Correlaciones. Convección libre y forzada combinada.

#### **Tema 4. Convección con Cambio de Fase**

Mecanismos físicos. Parámetros adimensionales. Correlaciones para Ebullición y Condensación.

### **UNIDAD IV. INTERCAMBIADORES DE CALOR**

#### **Tema 1. Introducción**

Aplicaciones. Tipos. Coeficiente global de transferencia de calor.

#### **Tema 2. Análisis de Intercambiadores de Calor**

Método de la diferencia de temperatura media logarítmica (DTML). Método de la efectividad – NUT. Intercambiadores compactos.

### **UNIDAD V. RADIACION**

#### **Tema 1. Procesos y Propiedades**

Fundamentos. Intensidad de radiación. Radiación de cuerpo negro. Emisión superficial. Absorción, reflexión y transmisión superficiales. Ley de Kirchhoff. Superficie gris. Radiación ambiental.

#### **Tema 2. Intercambio de Radiación entre Superficies**

Factor de forma. Intercambio de radiación de cuerpo negro. Intercambio de radiación entre superficies grises, difusas, en un recinto.

---

## CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO

### **PRACTICA 1. Análisis de Conducción.**

Esta práctica consta de dos partes. En la primera parte se analiza el comportamiento de una aleta recta de sección constante localizada en un entorno convectivo, se determina su perfil de temperaturas longitudinal y se compara con los resultados teóricos; posteriormente se calcula el flujo de calor transmitido y la eficiencia de la aleta.

En la segunda parte se determina la distribución de temperaturas en una pared cilíndrica en condiciones de conducción radial en estado estable y se muestran los efectos al variar dicho flujo de calor; posteriormente se emplea la ley de Fourier para determinar la conductividad térmica del material de la pared.

### **PRACTICA 2. Transferencia de calor en estado inestable.**

Esta práctica tiene como objetivo el análisis de la conducción del calor en estado inestable o transitorio, en el centro de una probeta cuya temperatura superficial experimenta cambios.

### **PRACTICA 3. Análisis de Convección.**

Consta de dos partes: en la primera parte se determina el coeficiente de convección "local" alrededor de una superficie cilíndrica, mientras que en la segunda parte se estudia el efecto de variar la velocidad del aire y la temperatura superficial sobre la transferencia de calor por convección.

### **PRACTICA 4. Intercambiador de calor de doble tubo.**

El objetivo de esta práctica es estudiar el comportamiento de un intercambiador de calor de doble tubo, tanto en flujo paralelo como en contraflujo, determinando, en ambos casos, el coeficiente global de transferencia de calor, la diferencia de temperatura media logarítmica, la razón de transferencia de calor y la eficiencia del equipo.

### **PRACTICA 5. Análisis de Radiación.**

Durante el desarrollo de esta práctica se demuestran de manera experimental la Ley de Stefan – Boltzmann y la Ley de distancia de Lambert.

## EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se recomienda:

- Hacer énfasis en la comprensión de los fenómenos físicos involucrados.
- Hacer que el estudiante entienda la aplicación de las leyes fundamentales.
- Mostrar al estudiante la aplicación en el campo de la Ingeniería Mecánica de los conceptos que se enseñan en la asignatura.
- Desarrollar y enseñar métodos sistemáticos para la resolución de problemas que involucren los casos estudiados.
- Tratar de utilizar medios audiovisuales para el mejor entendimiento y familiarización del estudiante.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

La aplicación de diferentes procedimientos de evaluación se enmarca dentro de una estrategia de evaluación integral, continua, acumulativa, sistemática y científica.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Incropera F. P. y DeWitt D. P. *Fundamentos de Transferencia de Calor*, Prentice Hall, México, 1999.
- Kreith F. y Bohn M. S. *Principios de Transferencia de Calor*, Thomson Learning, México, 2001.
- Mills A. F., *Transferencia de Calor*, McGraw Hill, Bogotá, 1995.
- Colman J. P. *Transferencia de Calor*, McGraw Hill, Madrid, 1998.
- Incropera F. P. y DeWitt D. P. *Introduction to Heat Transfer*, John Wiley & Sons, Nueva York, 2002.
- Bejan A., *Heat Transfer*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1993.
- Karlekar B. V., *Transferencia de Calor*, McGraw Hill, México, 1994.
- Manrique José A., *Transferencia de Calor*, Harla, México, 1981.
- Cengel Yunus A., *Transferencia de Calor*, McGraw Hill, México, 2004.

**Fecha de elaboración del programa:** Marzo 2006

**Programa Elaborado por:** Manuel Avila, María Gabriela Bracho, Rolando Rodríguez, Roy Dyer, José Rujano, Rafael Santos y Carlos Torres.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b> TURBOMAQUINAS	<b>Código:</b> IMC702				
<b>Prelaciones:</b> MECANICA DE LOS FLUIDOS II	<b>Período:</b> SEPTIMO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CIENCIAS TERMICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	62	18	5	85	4

### JUSTIFICACIÓN

El perfil de nuestros egresados contempla el hecho de que nuestros ingenieros deben estar en capacidad de afrontar los retos, no solo técnicos sino de investigación en las áreas de interés para el país. Una de las dos grandes industrias en nuestro país es la generación de energía. Esta generación de energía se basa en la transformación de energía de fluidos en energía mecánica a través de las turbinas, hidráulicas en un 70% y térmicas en un 30%. De igual manera, la otra industria principal es la producción petrolera, donde el 90% de las máquinas que requiere para su funcionamiento son turbomáquinas: Bombas, ventiladores y compresores. Esta asignatura esta dirigida a que el estudiante se familiarice y aprenda las herramientas básicas y fundamentales para trabajar con las turbomaquinarias que encontrará en su desempeño como Ingeniero.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer los fundamentos bases de mecánica de los fluidos, al igual que debe tener una base matemática que le permita entender y analizar las ecuaciones que se derivarán en el curso. Se requiere que tenga conocimientos de Termodinámica para la mejor comprensión de los tópicos enseñados.

### OBJETIVOS GENERALES

- Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de:
- Entender y estar en capacidad de analizar el fenómeno de flujo de fluidos en las diferentes turbomáquinas.
  - Entender y poder analizar los conceptos básicos de las turbomáquinas desde el punto de vista termodinámico.
  - Estar preparado para abordar las nuevas técnicas en el análisis de las turbomáquinas.
  - Tener una idea del análisis de sistemas donde funcionen turbomáquinas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- El estudiante debe:
- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren el análisis de



---

turbomáquinas térmicas e hidráulicas, desde el punto de vista termodinámico.

- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren turbomáquinas térmicas e hidráulicas, desde el punto de vista de la dinámica de los fluidos.
- Entender y estar en capacidad de resolver problemas que involucren estudio de turbomáquinas desde el punto de vista del análisis dimensional.
- Debe estar en capacidad de evaluar sistemas existentes donde se tengan turbomáquinas y proponer mejoras a estos.
- Poder desarrollar nuevas herramientas para el buen funcionamiento y mantenimiento de los sistemas que usen turbomáquinas.
- Tener conocimientos básicos en el pre-diseño de turbomáquinas.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. ANALISIS TERMODINAMICO DE LAS TURBOMAQUINAS.

##### Tema 1. Fundamentos de las turbomáquinas.

- Introducción.
  - Definición y clasificación de las turbomáquinas.
  - Vistas y proyecciones utilizadas en el análisis.
  - Componentes fundamentales de las turbomáquinas.
- 4 horas teóricas

##### Tema 2. Termodinámica de las turbomáquinas hidráulicas.

- Introducción
  - Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas generadoras.
  - Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas motoras.
  - Aplicaciones.
- 4 horas teóricas y 2 prácticas.

##### Tema 3. Termodinámica de las turbomáquinas térmicas.

- Introducción
  - Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas generadoras.
  - Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas motoras.
  - Aplicaciones.
- 4 horas teóricas y 2 prácticas.

#### UNIDAD II. ANALISIS ADIMENSIONAL DE LAS TURBOMAQUINAS.

##### Tema 4. Análisis adimensional de las turbomáquinas hidráulicas.

- Introducción.
  - Teorema de Buckingham.
  - Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas hidráulicas generadoras.
  - Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas hidráulicas motoras.
  - Principios de semejanza en turbomáquinas hidráulicas.
  - Prediseño de turbomáquinas hidráulicas basado en parámetros adimensionales.
  - Curvas de funcionamiento de turbomáquinas hidráulicas generadoras.
  - Curvas de funcionamiento de turbomáquinas hidráulicas motoras.
- 8 horas teóricas y 2 prácticas

##### Tema 5. Análisis adimensional de las turbomáquinas térmicas.

- Introducción.
- Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas térmicas generadoras.
- Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas térmicas motoras.

- 
- Principios de semejanza en turbomáquinas térmicas.
  - Prediseño de turbomáquinas térmicas basado en parámetros adimensionales.
  - Curvas de funcionamiento de turbomáquinas térmicas generadoras.
  - Curvas de funcionamiento de turbomáquinas térmicas motoras.
- 8 horas teóricas y 2 prácticas

### **UNIDAD III. ANALISIS FLUIDO DINAMICO DE LAS TURBOMAQUINAS.**

#### **Tema 6. Análisis fluido dinámico de turbomáquinas hidráulicas.**

- Introducción.
  - Ecuación de conservación de cantidad de movimiento.
  - Definición de velocidades.
  - Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas hidráulicas generadoras.
  - Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas hidráulicas motoras.
- 6 horas teóricas y 2 práctica

#### **Tema 7. Análisis fluido dinámico de turbomáquinas térmicas.**

- Introducción.
  - Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas térmicas generadoras.
  - Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas térmicas motoras.
- 6 horas teóricas y 2 práctica

### **UNIDAD IV. ANALISIS DE SISTEMAS Y MANTENIMIENTO DE LAS TURBOMAQUINAS.**

#### **Tema 8. Análisis de sistemas.**

- Introducción.
  - Análisis de sistemas con turbomáquinas hidráulicas.
  - Análisis de sistemas con turbomáquinas térmicas.
  - Ejemplos de sistemas reales.
- 6 horas teóricas y 2 prácticas

#### **Tema 9. Mantenimiento de turbomáquinas.**

- Introducción
  - Mantenimiento de turbomáquinas hidráulicas.
  - Mantenimiento de turbomáquinas térmicas.
- 4 horas teóricas.

### **CONTENIDO PROGRAMTICO DEL LABORATORIO.**

#### **PRACTICA 1. Bomba centrífuga.**

Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una bomba centrífuga.

Duración: 1 hora.

#### **PRACTICA 2. Ventilador axial.**

Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de un ventilador axial.

Duración: 1 hora.

#### **PRACTICA 3. Turbina Francis.**

Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una Turbina Francis.

---

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 4. Turbina axial.**

Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una turbina axial.

Duración: 1 hora.

**PRACTICA 5. Bombas serie paralelo.**

Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una bomba centrífuga y de un sistema de bombas colocadas en serie y en paralelo.

Duración: 1 hora.

---

**EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se recomienda:

- Hacer énfasis en la comprensión de los fenómenos físicos involucrados.
- Hacer que el estudiante entienda la aplicación de las leyes fundamentales.
- Mostrar al estudiante la aplicación en el campo de la Ingeniería Mecánica de los conceptos que se enseñan en la asignatura.
- Desarrollar y enseñar métodos sistemáticos para la resolución de problemas que involucren los casos estudiados.
- Tratar de utilizar medios audiovisuales para el mejor entendimiento y familiarización del estudiante con las diferentes turbomáquinas.
- Colocar al menos un grupo de dos horas continuas a la semana. (Se utilizan 8 horas teóricas para las 4 evaluaciones parciales.)
- Tratar de realizar una o dos visitas técnicas a instalaciones donde el estudiante pueda ver turbomáquinas reales prestando servicios.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se recomienda realizar cuatro exámenes parciales, cada uno de ellos evaluará lo correspondiente a cada unidad del programa.

Las evaluaciones parciales se sugiere, contengan una parte teórica que trate de evaluar la capacidad de razonamiento y entendimiento del estudiante y otra parte práctica, donde el estudiante demuestre su aprendizaje en la resolución de los problemas relacionados con el tema evaluado.

Las evaluaciones se realizarán durante dos horas de clase continuas.

Los estudiantes deben presentar un informe de cada una de las prácticas de laboratorio realizadas, el promedio de las notas del laboratorio aportará la nota equivalente a un quinto parcial.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

**Bibliografía de Consulta:**

- Goleen, F.M., Batres, L. y Terrones, G. *Termofluidos, turbomáquinas y máquinas térmicas*. Compañía Editorial Continental S.A. 1991
- Mataix, Claudio. *Macánica de los fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Ediciones del Castillo S.A. HARLA S.A. Segunda edición. 1982.
- Mataix Claudio. *Turbomáquinas Térmicas*. Dossat S.A. 1973.
- S.L. Dixon. *Thermodynamics of turbomachinery*. Pergamon Press. Cuarta edición. 1998.

**Fecha de elaboración del programa:** 08 de marzo de 2004.

**Programa Elaborado por:** : Rafael Santos, con la colaboración de los profesores: Carlos Torres, Manuel Avila, Nellyana Gonzalo y Jesús Muñoz.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>ELEMENTOS DE MÁQUINAS II</b>			<b>Código:</b>	IMT801
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE MATERIALES II Y TEORÍA DE MAQUINAS Y MECANISMOS			<b>Período:</b>	OCTAVO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	-	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	36	-	90	4

**JUSTIFICACIÓN**

El Ingeniero Mecánico debe estar en capacidad de diseñar construir y simular sistemas mecánicos, para esto es importante que se estudie el diseño de elementos de máquinas, desde el punto de vista del análisis y de la síntesis, así como también de la estática, la fatiga y las vibraciones.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe tener sólidos conocimientos de las materias mecánica racional 10, mecánica de materiales I y II.

**OBJETIVOS GENERALES**

Se pretende que al finalizar el curso los estudiantes sean capaces de resolver cualquier tipo de problema donde se involucren elementos de máquinas utilizados comúnmente en el diseño y construcción de maquinaria, desde el punto de vista de fases de análisis y síntesis, concebidas ambas como parte fundamental dentro del proceso general del diseño mecánico. Dichos elementos podrían tratarse por separado o estar involucrados como componentes de un sistema mecánico cualesquiera.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El estudiante debe identificar, definir y manejar herramientas que le permitan llegar a determinar el modelo matemático de elementos mecánicos involucrados dentro de un sistema de ejes de transmisión, planteando además dicho modelo desde el punto de vista analítico y/o numérico, con la finalidad de obtener respuestas rápidas y adecuadas a través de una interpretación racional de los resultados obtenidos con la aplicación de combinaciones de fases de análisis y síntesis.

## CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

### TEMA 1: Engranés

Definiciones y terminología utilizada en los engranes cilíndricos de dientes rectos. Fundamentos generales de los engranes: Sistemas normalizados de dientes; Análisis de cargas actuantes sobre los dientes. Esfuerzos básicos en los engranes: Cargas dinámicas. Materiales. Procedimientos basados en enfoques de la AGMA para resistencia a la fatiga debido a esfuerzos repetitivos de flexión y a la fatiga debido a esfuerzos repetitivos de contacto superficial. Engranés helicoidales: Definiciones. Relaciones entre los dientes. Proporciones de los dientes. Análisis de cargas sobre los dientes. Esfuerzos de flexión y de contacto superficial. Análisis y síntesis: Procedimientos basados en los enfoques de la AGMA para resistencia a fatiga a la flexión y a la durabilidad superficial. Engranés cónicos de dientes rectos: Definiciones generales. Proporciones de los dientes. Análisis de cargas sobre los dientes. Esfuerzos de flexión y de contacto superficial. Análisis y síntesis: Procedimientos basados en los enfoques de la AGMA para resistencia a la fatiga por flexión y por durabilidad superficial. Transmisiones tipo tornillo sin fin: Análisis de fuerzas. Análisis y Síntesis en función de la resistencia. Estimación de la potencia, eficiencia y materiales. Ilustraciones de montajes de todos los tipos de engranes. Lubricación en los diferentes sistemas de engranes.

22 horas (teóricas y prácticas)

### TEMA 2: Ejes de Transmisión

Descripciones generales y características: Ejes de transmisión. Métodos de análisis y síntesis basados en deflexiones. Chavetas paralelas. Chavetas trapezoidales o inclinadas. Chavetas Woodruff. Esfuerzos sobre las chavetas, Diseño de la chaveta. Concentración de esfuerzos en los chaveteros. Métodos de análisis y síntesis basados en resistencia mecánica para diferentes condiciones de carga: Aplicación de las teorías de falla estáticas y de fatiga. Ilustraciones diversas y ejemplos de aplicación con ayuda de computadora. Dinámica de ejes. Ecuación que gobierna el sistema dinámico. Velocidades críticas. Problemas.

24 horas (teóricas y prácticas)

### TEMA 3: Rodamientos

Introducción. Principios generales para la selección preliminar de un tipo de rodamiento basados en sus características inherentes. Criterios para la selección: Espacio disponible; Cargas; Desalineaciones; Precisión; Velocidad; Rigidez; Desplazamiento axial; Montaje y desmontaje; Lubricación. Vida de los rodamientos: Fórmulas y tablas para vida nominal; Guías para valores de vida nominal requerida para diferentes clases de máquinas y vehículos; Duración nominal ajustada; Fórmula de vida de acuerdo a la nueva teoría de la SKF. Carga equivalente: Dinámica y estática; Cargas fluctuantes. Informaciones generales suministradas por Catálogos de Fabricantes. Procedimientos de selección: Rodamientos rígidos de bolas; Rodamientos de bolas a rótula; Rodamientos de bolas con contacto angular; Rodamientos de Rodillos Cilíndricos; Rodamientos de Agujas; Rodamientos de Rodillos a rótula; Rodamientos de rodillos cónicos; Rodamientos axiales: de bolas, de rodillos cónicos, de rodillos cilíndricos, de agujas y de rodillos cónicos. Soportes: Con rodamientos y/o sin ellos. Resolución de ejemplos prácticos.

22 horas (teóricas y prácticas)

### TEMA 4: Cojinetes de Deslizamiento

Introducción. Clasificación general: Cojinetes con lubricación hidrodinámica. Lubricantes: Cualidades básicas y específicas; Viscosidad absoluta; Ecuación de Petrov; Lubricación estable e inestable. Lubricación hidrodinámica: Origen; Ecuación de Reynolds; Solución de Sommerfeld; Número de Sommerfeld. Características de funcionamiento y consideraciones de diseño desde el punto de vista operacional: Requerimientos mecánicos; Condiciones ambientales; Aspectos económicos. Materiales para cojinetes: Propiedades que deben poseer para operar adecuadamente. Causas de averías y fallas en cojinetes: Soluciones prácticas. Manejo de las variables involucradas en el análisis y síntesis desde el punto de vista operacional: Limitaciones o restricciones para diferentes materiales y distintos tipos de maquinaria. Diagramas y Tablas de Raimondi y Boyd: Diagramas de viscosidad vs temperatura de operación; Diagramas de variables para diferentes relaciones  $L/Dm$  y diferentes  $\beta$ ; Ecuaciones de

Interpolación; Condiciones de ruptura y no ruptura de película. Resolución de casos prácticos.  
22 horas (teóricas y prácticas)

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La materia se impartirá mediante clases teóricas y practicas.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de esta asignatura está basada en cuatro (4) parciales, uno por cada tema, con el promedio de estos se obtiene el 75% de la nota. Todos los parciales tienen igual ponderación. Cada examen tiene una duración de 2 horas, éstas 8 horas están contempladas dentro de las 90 horas totales del semestre. El 25 % restante de la evaluación corresponde a un proyecto.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bernard J. Hamrock, Bo. Jacobson, Steven R. Schmid. *Elementos de maquinas*. McGraw-Hill. Mexico. 2000.
- Arteaga O., *Análisis, Síntesis y Selección de Elementos de Máquinas*, Mérida, 1999.
- Norton R., *Machine Design an Integrated Aproach*, Prentice Hall, Nueva Jersey, 1998.
- Shigley J. y Mischke Ch., *Diseño en Ingeniería Mecánica*, Sexta Edición, Mc Graw-Hill, México, 2002.
- Juvinal R., *Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica*, Editorial LIMUSA, México, 1991.
- SKF, *Catálogo General*, Torino-Italia, 1989.
- FAG, *Programa Estándar FAG*, Schweinfurt-Aemania, 1990.
- Mott R., *Diseño de Elementos de Máquinas*, Segunda Edición, Prentice Hall, México, 1995.

**Fecha de elaboración del programa: 08 de Marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Rubén D. Chacón M. y Mary J. Vergara P.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROCESOS DE MANUFACTURA III</b>			<b>Código:</b>	IMT802
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	OCTAVO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	-	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	36	-	90	4

**JUSTIFICACIÓN**

No existe en nuestro medio ningún elemento para uso del hombre que no provenga de la naturaleza que no haya sido manufacturado, pero para llegar a este fin último del utilitarismo, el elemento tienen que haber pasado por diversas fases del proceso productivo desde la concepción de la idea, por una necesidad planteada, la elaboración de modelos y posteriormente los prototipos hasta la consecución de la pieza. En la actualidad, cada pieza por muy compleja o sencilla que sea tiene que ser manufacturada, y en este caso particular aquí se tratará la situación en la cual se manufactura sin desprendimiento de viruta o lo que es lo mismo a volumen constantes, por ellos hace falta conocer los factores determinantes en la manufactura de los mismos.

El Ingeniero Mecánico es quien de una manera mas precisa debe y tiene que conocer todas y cada una de las diferentes propiedades mecánicas de los materiales, su comportamiento y de manera especial los cálculos relativos y característicos de cada proceso, para una adecuada planeación, diseño, y estructuración de la manufactura en los diversos procesos de fabricación.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado del Modelo General de Procesos de Manufactura asociado al conformado de materiales sin arranque de viruta, a su vez, estará en capacidad de establecer las condiciones operacionales de los equipos utilizados para tal fin (prensas y martinets), sus características operacionales, requerimientos y limitaciones, podrá establecer la interacción entre Máquina – Herramienta – Pieza, así como sus efectos en las fuerzas y esfuerzos, asociados al acabado superficial, en la potencia y en el desgaste; igualmente requiere solucionarán problemas prácticos para ser evaluados en clase y efectuar el análisis de situaciones en el conformado de piezas sin arranque de viruta.

**OBJETIVOS GENERALES**

Establecer un modelo de proceso de manufactura basado exclusivamente en el conformado de piezas sin arranque de viruta, el cual le permita al estudiante identificar, evaluar, definir y comprender con ejemplos prácticos apoyados con los cálculos cualquier proceso sin arranque de viruta.



---

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los diversos procesos de conformación de metales sin arranque de viruta y seleccionar con los conocimientos adquiridos y desarrollados. Identificar el proceso de manufactura mas adecuado para la fabricación de piezas.

Establecer con claridad el procedimiento de cálculo de fuerzas y esfuerzos, en el proceso para definir el tamaño de equipos y accesorios a ser diseñados o seleccionados, tomando en consideración los parámetros operacionales o características intrínsecas de cada proceso.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. PRINCIPIOS DE LOS TRABAJOS MECÁNICOS

##### Tema 1: Principios de los Trabajos Mecánicos.

Fundamentos generales. Procedimientos de conformación de los metales. Ejemplos de algunos procesos. Materiales diversos. Clasificación para el colado y acabado del lingote. Morfología de los procesos de manufactura. Modelo general de los procesos sin arranque de viruta. Estructura morfológica de los procesos. Posibilidades geométricas. Materiales sólidos. Procesos de conservación de masa. Procesos primarios y secundarios. Procesos en caliente y en frío. Diferencias con otros procesos. Aplicación del modelo morfológico de manufactura a los diferentes procesos de manufactura. (15h)

#### UNIDAD II. PROCESOS DE DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN Y TRACCIÓN

##### Tema 2: Trabajos de Estampación en Frío.

Operaciones fundamentales: Corte, Punzonado, Doblado, Curvado. Ciclo de corte. Desarrollo de piezas. Fuerza necesaria. Formas especiales. Construcción de herramientas, troqueles y dispositivos auxiliares. (15h)

##### Tema 3: Procesos de Embutición. (Estampación en Frío).

Consideraciones tecnológicas importantes. Métodos de Ericksen y Pump. Fases del embutido. Lubricación. Fuerzas necesarias para el embutido. Características y desarrollo de piezas. Defectos comunes en la embutido. Construcción de Herramientas (troqueles y dispositivos auxiliares). (20h)

##### Tema 4: Procesos de Estirado y Trefilado.

Generalidades. Consideraciones tecnológicas. Diferenciación entre los dos procesos. Metales y aleaciones. Etapas del Proceso. Fuerzas. Esfuerzos. Aplicaciones y Equipos. (5h)

##### Tema 5: Fabricación de Piezas por Extrusión en Frío y Caliente.

Generalidades sobre procesos en frío. Consideraciones tecnológicas. Procesos de Fabricación. Fuerzas necesarias. Procesos en caliente. Generalidades sobre los procesos en caliente. Consideraciones tecnológicas. Procedimiento de Fabricación. Materiales. Temperaturas. Fuerzas necesarias. Prensas y demás equipos. Aplicaciones. Troqueles, Herramientas y Dispositivos Auxiliares. (10h)

##### Tema 6: Procesos de Forja.

Forja en Frío. Definición. Propiedades físico-mecánicas. Propiedades metalúrgicas. Metales y Aleaciones. Temperaturas. Ciclo de calentamiento. Resistencia a la compresión. Forja manual.

---

Forja mecánica. Estampado con martillos por choque. Estampado con prensa por presión. Forja en Caliente. Deformación producida por los martillos. Fuerzas necesarias y demás características. Deformación producida por las prensas. Fuerzas necesarias y demás características. Forja abierta y Forja cerrada. Aplicaciones. Tolerancias. Materiales y factores importantes en la construcción de troqueles. Proformas. Rebabas. Etapas de conformación. Optimización del flujo. Costos. (15h)

### **UNIDAD III. PROCESOS TECNOLOGICOS DE ACTUALIDAD**

#### **Tema 7: Tópicos de Actualidad Tecnológica.**

Concepto de producción flexible. CAD/CAM/CAE .Importancia de los sistemas de producción. Los siete sistemas de producción utilizados en la manufactura actual clasificados en cuatro grupos:

- 1) Sistemas artesanales: a) producción por encargo (job shop, JB) y b) producción en lotes (SL).
- 2) Sistemas de flujo en línea: a) sistema de flujo en línea acompasado por el equipo (FLAE) también conocido como sistema FORD, b) sistema de flujo en línea acompasado por el operario (FLAO).
- 3) Sistemas de flujos continuos (FC).
- 4) Sistemas Racionales: a) Justo a tiempo (JIT) b) Sistemas con Células de Producción Flexible (FMS) (10h)

#### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se efectuarán clases presenciales y orientadas con un Módulo de enseñanza elaborado para tal fin (Apunte Texto sobre Conformado Sin Arranque de Viruta), el cual servirá de base para el desarrollo de los temas, con la presentación de casos prácticos del comportamiento de los materiales manufacturados y los efectos sobre calidad, esfuerzos y desgaste de elementos mecánicos requeridos para su obtención, con lo cual se podrá efectuar una evaluación, análisis y discusión posterior.

Los exámenes poseen una parte práctica de cálculo y una parte analítica desarrollada por el estudiante que amerita una conclusión sobre lo calculado y estudiado.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se efectuarán 6 Exámenes equivalentes a 8 horas 16.66% c/u = Total 100%.

Exámenes Diferidos solo con justificativo medico avalado por CAMOULA o Autoridad Competente.

La evaluación del Tema 6 es obligatoria y se hará al terminar ésta, además, No existe ni Examen Final ni de Reparación.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Alting, L., " Procesos para ingeniería de manufactura ", Editorial Alfaomega, 3a. Edición. 1996. en Español.
- Detsko, J., " Material Propieties and Manufacturing Proccess", Editorial John Wiley and Sons INC. N.Y. 1967.
- Doyle, Keyser, Singer and Schoder. " Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros " , 1995, Tercera Edición, en Español
- D.R. Sule., "Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño". 2001, Segunda Edición en Español.
- Hudson, R. "Manual del Ingeniero", 10 Edición, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985.
- Ortíz, O., "Manual de Recuperación de Piezas", Universidad de Los Andes, Mérida

---

Venezuela, 1994.

- Rossi, M., "Estampado en Frío de la Chapa" , Editorial Científico Edita, Barcelona 1962.
- Sarache, L., "Conformado de Materiales sin arranque de virutas",Apunte Texto. ULA. Venezuela, 2001.
- Shigley, J. y Mischke, C. "Diseño en Ingeniería Mecánica ", McGraw Hill Interamericana de México, S. A. de C. V. Quinta Edición, México, 1990.

<b>Fecha de elaboración del programa: 25 de Febrero de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Luis M. Sarache B.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b> PRODUCCION II	<b>Código:</b> IMT803				
<b>Prelaciones:</b> PRODUCCION I	<b>Período:</b> OCTAVO				
<b>Tipo:</b> OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> TECNOLOGIA Y DISEÑO					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

La administración o gerencia de operaciones ha sido objeto de numerosas innovaciones en los últimos años, siendo hoy día un tópico de crucial importancia en el mundo empresarial. La comprensión de la estrategia de gerencia de operaciones y su función es una parte esencial de cualquier instrucción que se catalogue como exitosa en el ámbito ingenieril.

La gerencia de operaciones le compete a aquel Ingeniero que se involucre directamente con la fabricación de productos o la prestación de servicios. En nuestro caso es el Ingeniero Mecánico el llamado a planificar, organizar, supervisar y controlar los sistemas de producción de cualquier empresa.

### REQUERIMIENTOS

Se requieren conocimientos sobre la función de producción y dirección de operaciones, matemáticas y estadística básica y teoría de probabilidades.

### OBJETIVO GENERAL

Estudiar las herramientas modernas de la investigación de operaciones que emplea la gerencia de toda organización para optimizar las operaciones de producción, con la finalidad de cumplir metas de niveles de producción de bienes y servicios que maximicen los beneficios o minimicen los costos asociados a los procesos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar el proceso de dirección de operaciones, lo que le permitirá al estudiante de Ingeniería Mecánica planificar, organizar, gestionar personal, dirigir y controlar un sistema productivo en cualquier organización independientemente de su naturaleza.

Permitir al estudiante conocer y profundizar en los conceptos y herramientas disponibles actualmente para el análisis, diseño, planificación y asignación de actividades orientadas hacia la optimización del uso del capital de la organización.

Permitir al estudiante conocer los elementos de la dirección de la calidad total en cuanto a elementos filosóficos y herramientas de control propiamente dichas, que le capaciten en la asignación de recursos humanos y financieros para lograr niveles operativos óptimos.

## CONTENIDO

### CONTENIDO PROGRAMATICO

#### **Tema 1. PRONOSTICO.**

Introducción. Administración de la demanda. Tipos de pronóstico. Análisis de serie de tiempo. Variaciones estacionales de la demanda. Métodos de previsión causal: análisis de regresión y correlación.

6 horas (teoría)

#### **Tema 2. PROGRAMACION LINEAL.**

Introducción. El modelo de programación lineal. Programación lineal gráfica. El método simplex. Método de transporte. Método de asignación. Problemas.

6 horas (teoría)

#### **Tema 3. TEORIA DE COLAS.**

Aspectos económicos del problema de las colas. Equilibrio. Costos. Eficacia. Perspectiva práctica de las colas. Características de las colas. Fuente de población. Características de las llegadas. Instalación de servicio. Salida. Ecuaciones de colas. Situaciones básicas de colas. Problemas.

8 horas (teoría)

#### **Tema 4. PLANIFICACION Y CONTROL DE PROYECTOS.**

Definición de la administración de proyectos. Control de proyectos. Programación de la ruta crítica. Técnicas orientadas en el tiempo. CPM como una sola estimación. CPM con tres estimaciones de tiempo de actividades. Redes normalizadas. Modelos de tiempo y costo Pert. Problemas.

12 horas (teoría)

#### **Tema 5. SISTEMAS DE INVENTARIO.**

Definición de inventario. Sistemas independientes. Propósito de los inventarios. Costos de los inventarios. Tipos de modelos básicos. Los modelos de cantidad económica de pedido en relación con el mundo real. Sistemas dependientes. Problemas.

10 horas (teoría)

#### **Tema 6. DISEÑO PARA LA CALIDAD TOTAL.**

Los elementos de la dirección de la calidad total. Elementos filosóficos. Herramientas genéricas. Herramientas del Departamento de Control de Calidad. Muestreo de aceptación. Procedimiento de control de proceso. Método Taguchi. Problemas.

12 horas (teoría)

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se emplearán clases magistrales convencionales. En cada una de ellas se desarrollarán ejercicios prácticos asistidos, así como también discusión sobre la incidencia del tópico en la realidad venezolana.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán cuatro exámenes parciales, el primero al finalizar los temas 1 y 2, el segundo al finalizar los temas 3 y 4, el tercero al concluir los temas 5 y 6, el cuarto parcial será un trabajo individual el cual versará sobre la aplicación de algunos tópicos gerenciales novedosos y actuales. Este trabajo será entregado dos semanas antes de concluir el semestre, esto con la finalidad de programar su exposición oral.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Jay Heizer Y Barry Render. "Dirección de la Producción: Decisiones Tácticas", Prentice Hall. 6ª Edición, 2001.
- Chase B. Richard y Aquilano J. Nicholas. "Dirección de Administración de la Producción y de las Operaciones". Editorial Mc Graw Hill, 8ª Edición México, 2002.
- Hillier y Lieberman. "Investigación de Operaciones". ". Editorial McGraw-Hill. 7ª Edición México, 2002.
- Weiss-Gershon. "Production and Operation Management". 2ª Edición, Editorial Allyn & Bacon, U.S.A., 1993.
- Adam-Ebert. "Administración de la Producción y Operaciones". Prentice Hall, 4ª Edición, México, 1991.
- Krajewsky-Ritzman. "Operations Management". 3a Edición, Addison-Wesley, U.S.A., 1993.
- Domínguez-Ruiz-Álvarez. "Dirección de Operaciones". Editorial McGraw-Hill, México, 1995.
- Dan Ciampa. "Calidad Total", Editorial Addison Wesley, 1992.
- CEPET, "Calidad Total", Editado por el CEPET, 1993.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por: Prof. Marbelly Paola Dávila.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>METODOLOGÍA DE PROYECTOS</b>			<b>Código:</b>	IMM801
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	OCTAVO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	-	-	2	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	-	-	36	2

**JUSTIFICACIÓN**

La metodología de proyectos es una disciplina y una recopilación de técnicas que permiten sistematizar el "saber hacer las cosas". Es difícil abarcar en una materia, todas las técnicas y desarrollos que en esta área se han logrado a lo largo de los siglos. Sin embargo, la tecnología actual ha permitido agrupar una serie de metodologías que son efectivas al momento de desarrollar un proyecto. Los centros de investigación, las empresas y las universidades han detectado después de una larga experiencia que es posible dividir el uso de éstas metodologías de acuerdo al nivel de desarrollo en que se encuentre el ciclo del proyecto. Así habrá técnicas muy efectivas para la concepción del proyecto, otras muy eficientes para su planificación, otras excelentes para detectar los requerimientos, otro grupo de técnicas que son efectivas para el diseño, otras lo son para la producción, etc. Conocer cuando usar cada una de ellas es de vital importancia para el éxito de un proyecto. Esta materia pretende ubicar al estudiante, para que pueda determinar que técnica debe usar, de acuerdo al nivel de desarrollo del proyecto. Las consideraciones anteriores apoyan a que todo Ingeniero Mecánico debe tener conocimiento de las diversos metodologías utilizadas en proyectos de ingeniería. Esta materia es fundamental para crear un modelo que le permita ordenar las ideas y poder trabajar en equipos multidisciplinarios.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de las ciencias básicas y los fundamentos de la ingeniería mecánica. Es deseable que el estudiante vea esta materia como la llave que le permitirá sistematizar los conocimientos adquiridos en diversas disciplinas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar la metodología más adecuada al momento de llevar a cabo un proyecto.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los fundamentos básicos de las metodologías de proyectos.
- Saber que metodología usar, de acuerdo al ciclo en que se encuentre proyecto.

- 
- Reconocer y comprender el concepto de necesidad para la elaboración del proyecto la obtención del producto final esperado.
  - Conocer la utilidad de las metodologías basadas en la estadística.
  - Establecer metodologías para conocer los requerimientos del proyecto.
  - Dominar metodologías para trabajar en entornos multidisciplinarios como la Ingeniería Concurrente o simultánea.
  - Estar al tanto de metodologías como el análisis de valor y evaluación de alternativas.
  - Conocer los métodos para el desarrollo de proyectos de investigación.
  - Utilizar normas para presentar los proyectos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE METODOLOGÍA.

##### **Tema 1. Introducción a la Metodología de Proyectos.**

Reseña histórica. Concepto. Como afectan las metodologías el éxito de un proyecto. Como se concibe un producto. El ciclo del producto: concepto, planificación, definición, diseño, cálculos, aceptación, Prototipos, la serie cero, fabricación normal, apoyo al producto, retiro o reciclaje. Clasificación de las diversas metodologías de acuerdo al desarrollo del ciclo del producto. Normas básicas al momento de comenzar un proyecto en Ingeniería mecánica. 4 horas, (teoría).

##### **Tema 2. Metodologías para el desarrollo de Concepto.**

Las ideas como base de toda creación. El concepto de necesidad. La importancia de las técnicas provenientes del Marketing. Definición del producto. La tormenta de ideas. La técnica de preguntar tres veces consecutivas. La ayuda del CAD. La importancia de introducir el concepto de calidad total desde el inicio del proyecto (TQC). El Diagrama de Ishikawa como herramienta útil en la planificación del producto. Los métodos de Taguchi, para perfeccionar la planificación. 6 horas, (teoría).

##### **Tema 3. Metodologías para el desarrollo del Diseño.**

La Ingeniería Simultánea o Concurrente. Los cambios en el producto o proceso. El uso del Despliegue de las Funciones de Calidad (QFD), como herramienta para determinar los requerimientos del producto. Las técnicas de Taguchi y el Análisis Factorial para mejorar la eficiencia del diseño. Como la combinación de las técnicas anteriores acortan los plazos de concepción y desarrollo del producto. 6 horas, (teoría)

##### **Tema 4. Metodologías para la validación del Diseño.**

El uso del CAE para la validación del diseño. Simulaciones en paralelo. El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para asegurar la calidad desde el diseño. El control estadístico del proceso SPC. El cálculo como herramienta para validar el diseño. 6 horas, (teoría)

##### **Tema 5. Metodologías para Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico.**

La investigación. El método científico. La investigación experimental. La investigación documental. El desarrollo tecnológico. Fases del proceso de la investigación y del desarrollo tecnológico. 5 horas, (teoría)

---



---

## **Tema 6. Normas para la presentación de proyectos en Ingeniería Mecánica**

Las técnicas y normas que deben ser respetadas al momento de presentar un proyecto. Partes que deben ser incluidas en las memorias. Las normas usadas en ingeniería mecánica como base de la presentación para sangrías, gráficos, dibujos y tipos de letra.

Presentación de un proyecto, donde se use alguna de las metodologías descritas en los temas anteriores.

6 horas (teoría)

### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se impartirá los conocimientos teóricos referentes a las diversas técnicas y metodologías útiles al desarrollo de proyectos.

Técnica expositiva: Resumen de las técnicas más sobresalientes. Uso de ilustraciones a través de transparencias y Vídeo Bean. Uso de preguntas intercaladas para valorar la comprensión del contenido.

Técnica de demostración para ubicar al estudiante en el contenido.

Pruebas objetivas de suministro de respuestas cortas y completación.

Pruebas de selección y pruebas prácticas de resolución de problemas de manufactura.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizará una evaluación teórico-práctica al final de cada 2 temas con una duración de una (1) hora. Total 3 parciales con el 60% de la nota. Presentación de un proyecto corto que el estudiante debe defender en forma escrita y oral, con el 40% de la calificación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Akao, Y, ed. QFD- Despliegue de funciones de calidad. TGP-Hosshin, SL. Madrid, 1993.
- Andreaasen, M. M., S. Kahler, y T. Lund. Design for Assembly. Kempston, Inglaterra: IFS Publications/ Springer Verlag, 1988.
- Bendell, A., J. Disney, y W.A. Pridmore, eds. Taguchi Methods: Applications in World Industry. Kempston, Inglaterra: IFS Publications/ Springer Verlag, 1988
- Boothroyd, Geoffrey, y Dewhurst Peter, Diseño para el Ensamblaje. DFMA, McGraw Hill, México, 1984.
- Charbonneau, H., Control de Calidad, McGraw Hill Interamericana, 2 Edición, México, 3.
- Cuatrecasas Lluís., Gestión Integral de la Calidad: implantación, control y certificación. Gestión 2000. SA. Barcelona. 1999.
- Haber, A, y Runyon R., Estadística General, Prentice Hall, 2 ed. México, 1984.
- Harnett D. y Murphy J., Introducción al Análisis Estadístico, Prentice Hall, 3 Red México, 1987.
- Hartley, J., Ingeniería Concurrente. Productivity Press. TGP-Hoshin. Madrid.1995
- Haugen, E. B., Probabilistic Mechanical Design, Wiley, New York, 1980.
- Jackson, Peter. 1998, Implemente Calidad de Clase Mundial ISO 9000, BS 5750., Limusa, Mexico.
- Jensen, C., " Dibujo y Diseño de Ingeniería", McGraw Hill Interamericana, México, 1973.
- Kazanas H. y Baker T-, Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México, 1983.
- i. Shigley, J. E., Diseño en Ingeniería Mecánica, McGraw-Hill, México, 1990.
- Larson, H. J., Introducción a la Teoría de Probabilidades e Inferencia Estadística, Limusa, Wiley, 1978.

- 
- Lipson, C-, Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments, McGraw-Hill, New York, 1973.
  - Montgomery, C., " Diseño de Experimentos para Ingeniería, MaGraw Hill, México, 1993.
  - Monden Y, S-, El Just in Time Hoy en Toyota. Ediciones Deusto S.A.1996. Bilbao. España.
  - Nakajima, S. Programa de Desarrollo del TPM. TGP-Hoshin. Madrid.1992
  - O.DoyIe, L., Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall, México, 1985.
  - PDVSA. 1997. Guía Practica para la Implementación, Certificación y Mantenimiento del aseguramiento de la Calidad. Modelo ISO 9000. Cámara Petrolera Venezolana.
  - Peach, Robert. 1999. Manual de ISO 9000. McGraw Hill, México.
  - Rascon, O. A., Estadística Descriptiva, División de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, 7a. reimpresión, UNAM, México, 1986.
  - Blaxter L., Hughes C. y Tisht M. (2000). Cómo se hace una investigación. Barcelona: Gedisa editorial.
  - Hernández Sampieri R., Fernández C. y Baptista P. (1997). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.

<b>Fecha de elaboración del programa: 10 de Mayo de 2005.</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Prof. Víctor Manuel Guédez T. y Jean F. Dulhoste.</b>
--

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MOTORES DE COMBUSTION INTERNA</b>			<b>Código:</b>	IMC801
<b>Prelaciones:</b>	TERMODINAMICA II			<b>Período:</b>	OCTAVO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

**JUSTIFICACION**

En el vasto campo de trabajo de un Ingeniero Mecánico siempre existirá la posibilidad de sustitución de la mano de obra humana por el empleo de maquinaria para de alguna manera aliviar la realización de actividades no solo porque sean pesadas o muy rutinarias, sino muchas veces peligrosas, etc. En todos estos casos siempre es factible que el eje propulsor sea el de un motor de combustión interna, y por lo tanto, resulte de suma importancia el conocimiento de su adecuado funcionamiento para asegurar la ejecución del trabajo con alta eficiencia.

Desde otro punto de vista, es bien conocido que en países como Venezuela el parque automotor es bastante numeroso y consume un porcentaje elevado de fuentes de energía no renovables, y por lo cual el máximo aprovechamiento de energía en los motores de combustión interna constituye una de las metas mas importantes, entendiéndose que esto significa tener un amplio conocimiento no sólo de un conjunto de piezas que coordinadamente trabajan, sino de que las mismas realicen el trabajo con máxima economía y mínimo deterioro del medio ambiente.

De esta manera el presente material sobre motores de combustión interna está diseñado para estudiar y mostrar con detalle el recorrido del fluido de trabajo desde que entra al sistema de admisión del motor, se quema en la cámara de combustión, realiza trabajo y es expulsado al medio ambiente; con el objetivo de que el futuro ingeniero mecánico adquiera los conocimientos necesarios para enfrentar y resolver problemas relacionados con su campo profesional.

**REQUERIMIENTOS**

- Conocimientos básicos sobre Termodinámica.
- Conocimiento básico sobre el desarrollo de los ciclos de potencia: Turbinas de Gas y MCIA.
- Conocimientos básicos sobre transferencia de calor por conducción y convección.
- Conocimientos básicos sobre Mecánica de los Fluidos.
- Conocimiento sobre instrumentos de medición y sus principios: temperatura, presión y caudal.
- Manejo de algún lenguaje de programación.
- Manejo de algunas técnicas de cálculo basada en métodos numéricos básicos.
- Habilidad en el manejo de herramientas como: hojas de cálculo, paquetes para graficar, etc.

## OBJETIVOS GENERALES

- Dominar los términos y definiciones empleados en MCIA.
- Conocer la estructura de los MCIA.
- Efectuar análisis termodinámicos de los ciclos de los MCIA.
- Conocer los fundamentos termodinámicos del proceso de generación de potencia.
- Conocer el ciclo real de los MCIA y el origen de sus pérdidas.
- Conocer y aplicar las expresiones de los principales parámetros de los MCIA.
- Manejar en forma general las técnicas para realizar ensayos de MCIA.
- Conocer los fundamentos termo-fluido-dinámicos del proceso de intercambio de gases.
- Entender la cinemática de las reacciones químicas de combustión.
- Conocer y aplicar la teoría sobre el modelado de los procesos de los MCIA.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Distinguir las diferentes características que identifican a los MCIA.
- Conocer los principales parámetros de funcionamiento de los MCIA.
- Conocer e identificar los elementos estructurales y sistemas de los MCIA.
- Distinguir los ciclos ideales de los MCIA de AN y SA.
- Conocer los aspectos que caracterizan el desarrollo del proceso de combustión normal en MCIA.
- Estudiar el efecto que tienen sobre el desarrollo de potencia del MCIA la variación tanto de la composición como de las propiedades termodinámicas del fluido de trabajo.
- Explicar el funcionamiento del ciclo real de los MCIA.
- Conocer el origen tanto de las pérdidas de calor como mecánicas en los MCIA y emplear métodos para su cálculo.
- Identificar los componentes básicos que conforman un banco de ensayo de MCIA.
- Conocer y distinguir los diferentes tipos de ensayos y curvas características de MCIA.
- Conocer y entender los fenómenos ondulatorios que se presentan durante el PIG de MCIA.
- Determinar la influencia del PIG sobre el llenado, trabajos de bombeo y neto en MCIA.
- Analizar la complejidad de las reacciones químicas.
- Entender los conceptos básicos de la cinética química de la combustión.
- Determinar la relación entre las constantes de reacción y equilibrio químico.
- Estudiar los mecanismos de oxidación más importantes en los procesos de combustión que ocurren en MCIA.
- Resolver problemas complejos de combustión mediante la aplicación de reacciones globales.
- Entender los fundamentos teóricos que rigen el modelado en MCIA y entender sus limitaciones.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

#### Tema 1. Generalidades sobre los MCIA.

Clasificación de las máquinas. Motores térmicos de combustión externa e interna. Características de trabajo de los MCIA. Clasificación de los MCIA según: ciclo termodinámico, ciclo de trabajo, campo de aplicación, tipo de combustible, tipo de formación de mezcla, proceso de combustión, presión de alimentación, regulación al variar la carga, su estructura. Parámetros fundamentales de los MCIA: geométricos, cinemáticos y motorísticos. Conceptos básicos: presión media, potencia, rendimiento y consumo específico. Problemas. Características típicas de MECH y MEC. Sistemas del motor: alimentación y escape, lubricación, enfriamiento y encendido. Estructura del motor: mecanismo alternativo, mecanismo de distribución, árbol de levas, árbol de balancines, válvulas y resortes, cilindros, pistones, biela, cigüeñal. Orden de encendido. 8 horas (6 teóricas y 2 prácticas).

---

## **Tema 2. Ciclos Ideales de los MCIA.**

Introducción. Ciclo mixto o dual. Temperaturas del ciclo. Ciclo diesel rápido: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Ciclo diesel: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Ciclo Otto: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Problemas. Análisis del rendimiento térmico y presión media del ciclo. Efectos de la variación de suministro de calor a presión y volumen constante sobre el rendimiento térmico y presión media del ciclo. Comparación entre los ciclos de admisión normal. Diseño de la cantidad de calor suministrada al ciclo. Problemas. Sistemas de sobrealimentación en MCIA. Ciclos de los motores sobrealimentados: turboalimentación por impulsos y turboalimentación a presión constante. Propiedades del motor y operador diferencial. Parámetros del motor: independientes e indicados. Problemas. 8 horas (4 teóricas y 4 prácticas).

## **Tema 3. Termodinámica de la Combustión en MCIA.**

Introducción. Definición del proceso de combustión. Requerimientos exigidos a los combustibles usados en MCIA. Propiedades de los combustibles. Combustión en MECH: concepto, características, dependencia, frente de llama. Combustión en MEC: atomización, evaporación, mezclado, autoencendido. Composición de la mezcla de trabajo. Estequiometría de la combustión. Relación combustible aire relativa. Cálculo de la composición de los gases en función de la riqueza. Problemas. Primera ley de la Termodinámica y combustión. Entalpía de formación. Poder calorífico del combustible. Temperatura de llama adiabática. Eficiencia de la combustión. Problemas. Equilibrio químico. Constante de equilibrio químico. Sistema Carbono-Hidrógeno-Oxígeno-Nitrógeno (CHON) de 12 especies. Problemas. 14 horas (8 teóricas y 6 prácticas).

## **Tema 4. Ciclos Combustible Aire.**

Variación del fluido a través del ciclo de trabajo. Propiedades termodinámicas de las mezclas: mezcla no quemada y quemada. Mezcla atrapada en el cilindro. Relaciones termodinámicas para mezclas de gases. Variación del calor específico de los gases. Mezcla de trabajo en el ciclo. Consideraciones para el estudio de los ciclos de MCIA. Aspectos importantes para el desarrollo del modelo del ciclo de trabajo de MCIA. Modelos para el estudio del fluido de trabajo: subrutinas para el cálculo de la mezcla fresca, (FARG) y productos de combustión, (ECP). Evaluación de las condiciones de desarrollo del ciclo de trabajo. Problemas. Leyes de quemado de Wiebe y Watson empleadas en el modelo teórico de combustión de MECH y MEC respectivamente. Problemas. 10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

## **Tema 5. Ciclo Real de MCIA.**

Introducción. Fases del ciclo termodinámico: admisión, compresión, expansión y escape. Formación de mezcla externa e interna. Diagramas de indicador: equipos usados para su obtención, diagramas p-V y p- $\square$ , análisis del funcionamiento de MECH y MEC partir de sus diagramas característicos. Diagramas de distribución: 4T y 2T. Problemas. Transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Transferencia de calor en MCIA: análisis dimensional, coeficiente instantáneo de transferencia de calor, correlaciones para el estudio de la transferencia de calor. Problemas. Pérdidas mecánicas: conceptos básicos sobre fricción. Lubricación límite e hidrodinámica. Potencia por fricción: teórica y medición experimental. Aceites lubricantes. Problemas. Balance térmico. Pérdidas de calor: a los gases de escape, al refrigerante, por convección, por radiación, por combustión incompleta, al lubricante, Otros. Problemas. 10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

## **Tema 6. Ensayo de MCIA.**

Objetivos. Características. Relación entre potencias: en el combustible, efectiva e indicada. Mediciones básicas en bancos de MCIA: potencia, par, consumos de aire y combustible, rpm, temperatura, presión en el cilindro, flujo de líquido y pérdidas de calor, emisiones de escape. Tipos de ensayos que se realizan en MCIA: a velocidad variable en MECH con carga parcial, a velocidad variable en MEC con carga total, a velocidad constante en MECH y MEC. Recolección de datos: formulas para el cálculo de datos. Curvas características: análisis, factores de corrección. Curvas de potencia, par y consumo específico de combustible en función de las rpm.

---

---

Curvas de eficiencias efectiva e indicada en función de las rpm. Curvas de consumos de aire y combustible en función de las rpm. Curvas multiparamétricas. Problemas.  
4 horas (2 teóricas y 2 prácticas).

### **Tema 7. El Proceso de Intercambio de Gases.**

Introducción. Influencia del proceso de intercambio de gases (PIG) en las prestaciones del motor. Parámetros que caracterizan el PIG. El PIG ideal. El PIG según Jovaj: caída de presión y calentamiento durante la admisión, efecto de los gases residuales. La eficiencia volumétrica y factores que la afectan. Problemas. El PIG real. El PIG en un motor mono-cilíndrico sin colectores. Cálculo de las pérdidas hidráulicas en bancos de flujo. Determinación de coeficientes de descarga. Compresibilidad del flujo: número de Mach. Trabajo de bombeo. El PIG en un motor mono-cilíndrico con colectores. Problemas. Parámetro de frecuencia. Proceso de escape: onda de presión, efectos sobre el rendimiento volumétrico, trabajos de bombeo y neto. El PIG en un motor poli-cilíndrico con colectores. Interferencia en colectores 6-2-1 y 4-2-1. El proceso de escape en motores poli-cilíndricos. Optimización del PIG: duración, número de válvulas. Influencia del área de paso de la válvula de admisión sobre el rendimiento volumétrico y la presión media efectiva. Influencia del área de paso de las válvulas de admisión y escape sobre el trabajo neto.  
8 horas (6 teóricas y 2 prácticas).

### **Tema 8. Cinética Química de la Combustión en MCIA.**

Sistemas de reacciones complejos. Mezclas combustible aire. Razón de formación de especies químicas: ley de acción de masa, ecuación de Arrhenius, razón de reacción, reacciones multietápicas. Relación entre constantes de reacción y equilibrio químico. Problemas. Mecanismos importantes de formación química. Sistemas  $H_2-O_2$ . Oxidación del CO. Oxidación de combustibles parafínicos. Reacción global de combustión: constantes de reacción global. Reacciones cuasi-globales multietápicas. Problemas. Combustión del  $CH_4$ . Cinética de formación del NO: mecanismo de formación, aspectos físicos, tiempo de formación. Problemas.  
6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

### **Tema 9. Modelado en MCIA.**

Teoría sobre el modelado en MCIA: objetivo, interés, limitaciones, clasificación, fases, y método. Procesos en MCIA: modelos de combustión e intercambio de gases. Ecuaciones que gobiernan un sistema termodinámico. Relación entre los fenómenos y el proceso de combustión. Modelado en MCIA: características y suposiciones de los modelos de combustión, consideraciones sobre las suposiciones del modelo, modelo matemático y relación entre fenómenos. Desarrollo de las ecuaciones usadas para el modelado en MCIA: particularización del algoritmo general, simulación de pérdidas de calor en el motor, mecánica de fluidos en MCIA, mediciones de velocidad del flujo en función del ángulo de giro, análisis termodinámico del proceso de combustión, características del proceso de combustión y formación de productos en equilibrio químico.  
4 horas (2 teóricas y 2 prácticas).

## **CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO DE MOTORES**

### **Práctica 1. Ciclos Teóricos.**

Mediante el uso de un archivo ejecutable el estudiante puede estudiar el comportamiento del ciclo de los MCIA, calculando cada punto del ciclo y evaluando el comportamiento de los principales índices del mismo con la finalidad poder analizar cualitativamente el comportamiento esperado en el ciclo real del motor.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Temperatura, presión, rendimiento y presión media de los Ciclos de MCIA con admisión normal y sobrealimentada.
- Variación de parámetros como: temperatura ambiente, suministro de calor, relación combustible aire, relación de calores específicos, parámetros geométricos, relación de compresión.
- Extrapolar el comportamiento de los parámetros potencia, presión media y rendimiento del ciclo.  
2 horas / Sem.

---

### **Práctica 2. Estudio de la Combustión en MCIA.**

Para identificar el proceso de combustión se presenta una práctica que permite determinar a partir de diagramas reales de presión algunos de los principales parámetros indicativos del proceso, tales como: poder calorífico del combustible, temperatura de llama adiabática, composición de los productos y calor liberado.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Balance de ecuaciones químicas.
  - Manejo de rutinas para el cálculo de la composición y propiedades del fluido de trabajo en su recorrido por el ciclo de trabajo.
  - Cálculos de poder calorífico, temperatura de llama adiabática, calor liberado y composición de los productos en función de la riqueza de la mezcla.
  - Estudios paramétricos considerando el efecto de los gases residuales y excesos de aire sobre las máximas temperaturas del ciclo.
- 2 horas / Sem.

### **Práctica 3. Diagramas pV y TV Teóricos.**

El buen desarrollo del proceso de combustión en MCIA es indicativo de un máximo aprovechamiento de energía en el mismo. Para su entendimiento es necesario el estudio de los cambios en los parámetros principales que gobiernan dicho proceso. Los estudios del proceso real de combustión son complicados sin embargo muchos investigadores han logrado determinar expresiones matemáticas, las cuales empleando constantes físicas obtenidas experimentalmente permiten modelar teóricamente el proceso de combustión.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Obtención de perfiles sobre el comportamiento de la presión y temperatura de los gases en función del ángulo de giro y del volumen para MECH y MEC.
  - Estudio de los procesos de compresión y expansión.
  - Estudio del proceso de combustión empleando leyes de quemado: Wiebe y Watson para MECH y MEC respectivamente.
  - Determinación del cambio de volumen en el cilindro usando relaciones entre las dimensiones del motor: relación de compresión, volumen desplazado y muerto, radio de la manivela y longitud de la biela.
- 2 horas / Sem.

### **Práctica 4. Diagramas pV Reales.**

El adecuado desarrollo del proceso de combustión en MCIA se puede determinar a través del análisis de los diagramas que muestran la variación real de la presión en el cilindro del motor. Para obtener estos diagramas se utilizan sensores de presión tipo piezoeléctrico, los cuales poseen una alta capacidad de respuesta que permite leer los cambios de  $p$  a la velocidad de trabajo del motor.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Metodología para realizar lecturas de presión usando sensores piezoeléctricos.
  - Empleo de señales de referencia de la posición del pistón utilizando sensores magnéticos.
  - Empleo de tarjetas de adquisición de datos.
  - Uso de ecuaciones como: la ecuación de los gases ideales para el cálculo de la temperatura promedio de los gases, la de volumen instantáneo para el cálculo del volumen en el cilindro.
  - Manejo de rutinas para el cálculo de las propiedades termodinámicas del fluido de trabajo y la variación en de su composición en función de  $T$ ,  $p$  y  $\phi$ .
- 2 horas / Sem.

### **Práctica 5. Ensayo de MCIA.**

La práctica permite que el estudiante mediante el manejo de un banco de ensayos de motores determine el comportamiento de los principales índices que caracterizan el funcionamiento de MCIA bajo condiciones de carga.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Se estudia el principio de funcionamiento de instrumentos medidores del banco como: toberas, placas de orificio, tacómetros, medidores de par efectivo y termopares.
-

- 
- Se resalta la importancia del freno dinámico para someter el MCIA a características de trabajo en el laboratorio similares a las de carretera.
  - Se determinan las curvas características de un MCIA.
  - Realizar el análisis del trabajo del motor en base al comportamiento dinámico de sus parámetros principales.  
2 horas / Sem.

#### **Práctica 6. Aspectos Generales en MCIA.**

El material formulado presenta las características básicas de funcionamiento de los motores de combustión interna alternativos, mostrando los aspectos más importantes que determinan la utilización de mezclas combustible-aire en los cilindros del motor.

Se estudian los siguientes tópicos:

- Se da una introducción al estudiante sobre la teoría de utilización de mezclas reactivas en mecanismos alternativos cilindro pistón.
- Se enfatiza en la importancia que tiene el diseño adecuado de la cámara de combustión para obtener el máximo aprovechamiento de energía.
- Se estudian las condiciones que definen el tipo de proceso de formación de mezcla en los MCIA. Se estudian los diagramas de fracción de masa quemada y liberación de calor respectivamente para cualificar el proceso de combustión en los MEC y MECH.
- Se presentan algunos modelos sobre el comportamiento de los principales parámetros que definen la combustión en los MCIA:  $p$ - $V$ ,  $p$ - $\phi$ , temperatura de gas y paredes, formación de contaminantes, etc.  
2 horas / Sem.

#### **Práctica 7. Formación de Contaminantes en MCIA.**

- El siguiente material muestra las características de formación de los principales contaminantes que se presentan durante el proceso de combustión en motores alternativos. Se describe la influencia de factores como: riqueza, presencia de gases residuales, absorción por película de aceite y depósitos y transferencia de calor sobre la presencia de: CO, HC, NOx y partículas en la cámara de combustión de MECH y MEC.
- Se estudian los siguientes tópicos:
- Introducir al estudiante en el conocimiento de los aspectos químicos de la combustión en motores de combustión interna alternativos (MCIA).
- Influencia de la riqueza de la mezcla, presencia de gases residuales, absorción por película de aceite y depósitos y transferencia de calor sobre la presencia de: CO, HC, NOx y partículas en la cámara de combustión.
- Se estudian los cambios o ajustes que pueden hacerse en los sistemas de alimentación y encendido del motor para evitar formación excesiva de contaminantes sin perjudicar el desarrollo de potencia del motor.
- Se analizan resultados de investigaciones sobre formación de contaminantes y se comparan con resultados teóricos basados en equilibrio químico.
- 2 horas / Sem.

#### **Práctica 8. Control de Contaminantes en MCIA.**

- En el siguiente material se presenta un resumen de las técnicas de control de contaminantes empleadas en motores alternativos para disminuir al máximo la expulsión de compuestos químicos al medio ambiente. Los estudios sobre reacciones químicas revelan que estos compuestos químicos son el resultado de reacciones incompletas debidas a altas temperaturas, falta de oxígeno o falta de tiempo.
  - Se estudian los siguientes tópicos:
  - Cálculo teórico de la composición química de los productos de la combustión.
  - Aspectos relacionados con controles internos y externos de expulsión de contaminantes.
  - Necesidad de emplear métodos que disminuyan la presencia de compuestos químicos dañinos en los gases de escape de MCIA.
  - Las características más importantes sobre los métodos térmicos y catalíticos de control de contaminantes empleados comúnmente en motores alternativos.
-



- 
- Se presentan algunos resultados de investigaciones que revelan la reducción de contaminantes después de un proceso químico de transformación.
  - 2 horas / Sem.

## EXTRATEGIAS METODOLOGICAS

- Estudio dirigido, no independiente, mediante el dictado de clases teóricas presénciales y participativas, apoyadas por contenidos en la Web y herramientas de Internet La participación activa del estudiante es fundamental para el avance conceptual del curso.  
Desarrollo de ejercicios dirigidos por el profesor en el salón de clase.  
Elaboración de prácticas dirigidas por el profesor en el Laboratorio de Motores.  
Empleo de programas y otras herramientas para la resolución de problemas.  
Resolución de tareas.  
Debates presénciales sobre los temas relacionados con el contenido programático del curso.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACION

- Resolución de ejercicios. El estudiante debe ejercitarse realizando los ejercicios propuestos por temas. Puede consultar dudas al profesor y debe entregarlos para su evaluación.
- Debates presénciales. La participación activa del estudiante en los debates contribuye a aclarar las dudas presentadas en el momento de la exposición.
- Evaluaciones teóricas: se realizan seis evaluaciones parciales, no hay examen diferido.
  - 1<sup>er</sup> parcial: temas 1 y 2.
  - 2<sup>do</sup> parcial: tema 3.
  - 3<sup>er</sup> parcial: temas 4 y mitad del 5.
  - 4<sup>to</sup> parcial: temas resto del 5 y 6.
  - 5<sup>to</sup> parcial: temas 7 y mitad del 8.
  - 6<sup>to</sup> parcial: temas resto del 8 y 9.
- Evaluaciones de laboratorio: se realizan prácticas con entrega de informes.
- El promedio de los parciales mas el 10% de la nota del laboratorio dan la nota definitiva.

## BIBLIOGRAFIA

- Araque, J. O. y Fygueroa S., *Motores de Combustión Interna Alternativos*. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. M-42.
- Arias -Paz., *Manual de Automóviles*. Editorial Dossat. 1981.
- Borman G. L. and Ragland K. W., *Combustion Engineering*. Mc. GrawHill 1998.
- Desantes, J. M. y Lapuerta, M., *Fundamentos de Combustión*. Universidad Politécnica de Valencia., 1991.
- Ferguson C. R., *Internal Combustion Engines, Applied Thermosciences*. John Wyley & Sons. 1985.
- Ferguson C. R. and Kirkpatrick A. T., *Internal Combustion Engines, Applied Thermosciences*. Second Edition. John Wyley & Sons. 2001.
- Fygueroa S. y Araque, J. O., *Problemas de Motores de Combustión Interna*. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos Universitarios. Mérida, 2003.
- Heywood, J. B., *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Mc. GrawHill 1988.
- Jovaj, M. S., *Motores de Automóvil*. Editorial MIR. 1982.
- Lukanin, V. N., *Motores de Combustión Interna*. Editorial MIR 1982.
- Obert, E. F., *Internal Combustion Engines*. 1980.
- Salvi, G., *La Combustión Teoría y Aplicaciones*. Editorial Dossat. 1984.
- Stephen R. T., *An Introduction to Combustion, Concepts and Applications*. Mc. GrawHill 1996.

- 
- Taylor, C. F., *The internal Combustion Engine in Theory and Practice*. The MIT Press. 1985.

<b>Fecha de elaboración del programa: 14 de Junio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Jesús O. Araque y Simón Fygueroa</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>TEORIA DE CONTROL</b>			<b>Código:</b>	IMC802
<b>Prelaciones:</b>	INSTRUMENTACIÓN, METODOS NUMÉRICOS			<b>Período:</b>	OCTAVO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TÉRMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la mayoría de los procesos industriales funcionan con la asistencia de controles automáticos de diversos tipos, esto hace que el ingeniero mecánico requiera de conocimientos básicos para la correcta comprensión del funcionamiento de estos sistemas. Esta asignatura se enfoca entonces en la enseñanza de estos conocimientos básicos, considerados indispensables para el ejercicio de la ingeniería mecánica.

**REQUERIMIENTOS**

Se deben tener conocimientos de:

- Ecuaciones diferenciales y de los métodos de resolución de las mismas, de la forma clásica y por transformadas de Laplace.
- Álgebra lineal, todo lo referente a operaciones con matrices.
- Resolución de sistemas dinámicos lineales de forma numérica.
- Instrumentación en lo que se refiere a mediciones y transmisión de datos.

**OBJETIVOS GENERALES**

Este curso provee al estudiante las bases necesarias que le permiten comprender el diseño y funcionamiento de los sistemas de control. El estudiante al final del curso deberá dominar las siguientes tres etapas: Representación matemática de sistemas. Análisis de la dinámica de sistemas. Técnicas del control clásico y del actual.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Al finalizar el curso el estudiante deberá estar en capacidad de:

- Representar un sistema físico simple en forma matemática y esquemática.
- Simplificar representaciones de sistemas matemáticos complejos.
- Entender la dinámica del funcionamiento de los sistemas físicos.
- Saber simular un sistema físico simple.
- Analizar y determinar la estabilidad de un sistema físico desde el enfoque temporal y frecuencial.

Seleccionar y ajustar un sistema de control para un proceso simple.

## **UNIDAD I. REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS**

### **TEMA 1. Introducción a los sistemas de control (3 horas teoría, 2 práctica)**

Definición de sistema de control. Ejemplos. Terminología básica. Elementos que componen un sistema de control. Clasificación de los sistemas de control. Lazo abierto y lazo cerrado. Continuo y discontinuo. Regulador y seguidor. Sistemas lineales y no lineales. Sistemas invariantes en el tiempo y variables en el tiempo. Sistemas de control continuo y en tiempo discreto. Sistemas SISO y MIMO. Sistemas de parámetros concentrados y distribuidos. Sistemas determinísticos y estocásticos. Características de los sistemas: Estabilidad, exactitud y velocidad de respuesta. Lazos de control comúnmente utilizados: control realimentado, en cascada, de relación, y de rango partido.

### **TEMA 2. Técnicas de Modelado matemático (6 horas teoría, 4 práctica)**

Introducción. Definición de modelo matemático. Modelos matemáticos simplificados de sistemas comunes: Sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, Analogía electromecánica, sistemas térmicos, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos.

### **TEMA 3. Formas de representación de modelos matemáticos (9 horas teoría, 6 práctica).**

Introducción. Clasificación de las formas de representación y su uso.

Sistemas Continuos: Representación mediante ecuaciones diferenciales, lineales y no lineales. Linealización de las ecuaciones diferenciales. Representación de las ecuaciones en el espacio de estado. Definiciones básicas del espacio de estado. Forma típica de las ecuaciones en espacio de estado para sistemas lineales y no lineales. Obtención directa de ecuaciones en espacio de estado. Álgebra matricial. Valores propios de una matriz. Forma canónica de Jordan. Diagonalización de matrices. No unicidad del conjunto de variables de estado. Cambio de variable lineal. La Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Representación mediante función de transferencia. Definición de función de transferencia. Obtención de una función de transferencia a partir de una ecuación diferencial. Uso de la función de transferencia. Características de la representación de un modelo como función de transferencia.

Sistemas discretos. Conceptos básicos. Las ecuaciones en diferencias. Técnicas de muestro. El retén de orden 0. La Transformada Z. Relación entre la transformada Z y la transformada de Laplace. Teoremas importantes de la transformada Z. Transformada Z inversa. La representación mediante funciones de transferencia discretas. Uso de las funciones de transferencia discretas. Modelos matemáticos para simulación en computadoras. Funciones de transferencia de tiempo discreto. Función de transferencia de retén de orden cero. Funciones de transferencia de lazo cerrado para sistemas en tiempo discreto.

### **TEMA 4. Diagramas de bloque y esquemas de simulación (6 horas teoría, 2 práctica).**

Introducción. Diagramas de bloque. Elementos del diagrama de bloque. Forma canónica de un sistema de control retroalimentado. Álgebra de bloques. Simplificación de diagramas de bloque: una entrada y una salida, varias entradas y entradas y salidas múltiples. Construcción de diagramas de bloque a partir de funciones de transferencia de componentes del sistema. Diagramas de bloque de sistemas multivariables.

Esquemas de simulación. Relación entre esquema de simulación y diagrama de bloque. Elementos básicos de un diagrama de simulación. Ejemplos de esquemas de simulación de sistemas simples.

## **UNIDAD II. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE LOS SISTEMAS**

### **TEMA 5. Respuesta de sistemas (3 horas teoría, 2 práctica).**

Introducción. Tipos de excitación: Escalón, Rampa, sinusoidal, pulso, impulso, onda cuadrada.

Respuesta de sistemas de primer orden. Respuesta transitoria. Constante de tiempo. Respuesta

---

en estado estable. Ganancia. Error en estado estable. Respuesta de sistemas de segundo orden. Relación de amortiguamiento. Frecuencia natural. Frecuencia natural amortiguada. Tipos de respuesta transitoria en función de la relación de amortiguamiento: Sobreamortiguada, Críticamente amortiguada, subamortiguada y sin amortiguamiento. Definiciones varias: Tiempo de retardo, tiempo de crecimiento, sobreimpulso máximo, tiempo de pico y tiempo de establecimiento. Sistemas de orden superior. Ejemplos de respuesta de sistemas simples. Obtención de la respuesta de sistemas mediante simuladores. Ejercicios.

**TEMA 6. Estabilidad de sistemas (6 horas teoría, 2 práctica).**

Introducción. Definiciones. Relación entre estabilidad y respuesta del sistema. Función de radio de amortiguamiento en el caso de sistemas de segundo orden. Criterios de estabilidad: Routh y Hurwitz. Desarrollo del criterio de Routh. Observaciones al criterio de Routh. Desarrollo del método de Hurwitz. Análisis de estabilidad de sistemas en espacio de estado. Función de los valores propios de la matriz A. Estabilidad para sistemas en tiempo discreto. Estabilidad BIBO. Estabilidad de entrada cero. Pruebas de estabilidad para sistemas en tiempo discreto. Método de la transformada bilineal. Pruebas de estabilidad directas. Ejemplos de sistemas estables e inestables. Obtención de estabilidad de sistemas mediante simuladores. Ejercicios con simuladores.

**TEMA 7. Métodos frecuenciales (6 horas teoría, 4 práctica).**

Respuesta en frecuencia de sistemas. Objetivos y utilidad del análisis frecuencial. Cálculo de la respuesta en frecuencia. Respuesta en frecuencia de un sistema de lazo cerrado. Diagramas de fase y amplitud o Bode. Diagramas de bode de funciones comunes. Procedimiento general para trazar diagramas de Bode. Análisis de estabilidad utilizando diagramas de Bode. Margen de fase. Margen de ganancia. Estabilidad relativa. Ejemplos de diagramas de Bode de sistemas físicos. Obtención de diagramas de Bode con simuladores. Diagramas polares de Nyquist. Diagramas de Nyquist de funciones comunes. Formas generales de los diagramas polares. Análisis de estabilidad utilizando los diagramas de Nyquist. Criterio de estabilidad de Nyquist. Ejemplos de diagramas de sistemas físicos. Obtención de diagramas de Nyquist mediante simuladores.

**UNIDAD III. TÉCNICAS DE CONTROL**

**TEMA 8. Acciones de control (6 horas teoría, 4 práctica).**

Introducción. Tipos de acciones de control comunes: ON-OFF, P, PI, PID. Acción discontinua (ON-OFF), características, utilidad, ejemplos físicos. Acción proporcional (P), características, utilidad, ejemplos físicos. Banda proporcional. Acción derivativa (D), características, utilidad, ejemplos físicos. Acción integral (I), características, utilidad, ejemplos físicos. Control proporcional derivativo (PD), características, utilidad, ejemplos físicos. Tiempo de acción derivativo. Acción proporcional integral (PI), características, utilidad, ejemplos físicos. Tiempo de acción integral. Acción proporcional integral derivativa (PID), características, utilidad, ejemplos físicos. Estudio del efecto de la acción de control sobre un sistema: Estabilidad, valor en estado estable y forma de la respuesta transitoria. Simulación de sistemas físicos simples con diversas acciones de control.

**TEMA 9. Diseño y ajuste de sistemas de control (9 horas teoría 4 práctica).**

Introducción. Especificaciones de diseño. Configuraciones de controladores. Principios fundamentales de diseño. Diseño de un sistema de control proporcional. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Diseño de un sistema de control proporcional integral. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Diseño de un sistema de control proporcional integral derivativo. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Métodos de ajuste de controladores. Métodos de Ziegler-Nichols. Método de Ziegler-Nichols basado en la respuesta al escalón. Método de Ziegler-Nichols basado en la repuesta frecuencial. Métodos por asignación de polos dominantes. Método aproximado para asignar polos dominantes.

+ 6 horas de práctica para evaluaciones

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La asignatura se impartirá mediante clases teóricas para la enseñanza de los conceptos básicos y se realizarán ejercicios prácticos tanto en forma manual como con la ayuda de un computador para ayudar a la comprensión aplicada de los conceptos básicos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará en dos formas:

- Evaluaciones teórico prácticas parciales en un número de 3.
- Realización de un proyecto final consistente en el ajuste de un sistema de control en forma simulada en computador y práctica en el laboratorio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Kuo, B. *Control Automático*. 7ma Edición, John Willey and Sons, 1995.
- Ogata, K. *Ingeniería de Control Moderna*. 2da Edición, Prentice Hall, 1994.
- Smith, C. y Corripio A. *Control automático de procesos*. Limusa, 1994.
- Distefano, J., Stubberud, A. y Williams I. *Retroalimentación y Sistemas de Control*. Serie Shaum, Mc Graw Hill, 1990.

**Fecha de elaboración del programa: 18 de febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: C. Jerez, J-F. Dulhoste y R. Rodríguez**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROYECTO DE GRADO</b>			<b>Código:</b>	IM1001
<b>Prelaciones:</b>	TODAS LAS MATERIAS OBLIGATORIAS			<b>Período:</b>	DECIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA (Opcional con Pasantía Especial)				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	-	32	-	32	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	-	576	-	576	<b>16</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de integrar conocimientos procedentes de diversas áreas del saber en el campo de la ingeniería mecánica, justifica la realización de un proyecto de fin de carrera en el cual el estudiante pueda demostrar su aptitud para desempeñarse profesionalmente mediante el desarrollo de su último trabajo como estudiante, bajo la tutoría de un profesor.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe haber asimilado los conocimientos involucrados en los programas de las asignaturas obligatorias del plan de estudios de la carrera.  
 Adicionalmente es deseable que el estudiante se haya formado en algunas de las asignaturas electivas directamente relacionadas con el área de conocimiento del proyecto.

**OBJETIVOS GENERALES**

EL objetivo general es que el estudiante ponga en práctica los diversos conocimientos adquiridos en su formación universitaria, así como su capacidad innovadora, sinóptica, analítica y evaluadora con la realización de un proyecto monográfico, de aplicación tecnológica o de investigación.  
 Motivar en el estudiante el desarrollo de habilidades que difícilmente se pueden obtener en asignaturas teóricas, como por ejemplo: Programar, analizar, integrar y evaluar un proyecto que deberá ser presentado por escrito y defendido oralmente, siguiendo una metodología estructurada.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para definir el proyecto que se va a realizar, estableciendo: objetivos, alcances, limitaciones, herramientas y recursos necesarios para cumplir con la realización del proyecto.
- Que el estudiante aplique, ordene y sistematice las habilidades y los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica y otras áreas afines para desarrollar un proyecto, que puede ser la resolución de un problema o la generación de un nuevo

- 
- producto o servicio.
  - Que el estudiante aprenda a sustentar teórica y metodológicamente el proyecto desarrollado.
  - Que el estudiante conozca y aplique las normas y estilos que se deben emplear para presentar correctamente informes escritos y representaciones gráficas de proyectos en el área de la ingeniería mecánica.
  - Que el estudiante desarrolle habilidades orales y de dominio de emociones en la presentación de un proyecto en una exposición oral ante un jurado y público en general.

## CONTENIDOS

### FASE I: ANTEPROYECTO

#### Etapa 1. Elaboración del Anteproyecto

El anteproyecto consiste en la definición del tema del proyecto, estableciendo el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos. En éste se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar en el proyecto. Para sustentar teóricamente el planteamiento propuesto se debe realizar un estudio de antecedentes con su respectiva revisión bibliográfica. Finalmente, con el objeto de organizar la realización del proyecto, se elaborará un cronograma de trabajo donde queden establecidos los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto.

#### Etapa 2. Presentación del Anteproyecto

El anteproyecto debe ser presentado de forma oral y escrita ante un jurado calificador, con el fin de evaluar la propuesta presentada. Ésta será aceptada en su estado original, modificada o rechazada por el jurado calificador.

El jurado podrá establecer correcciones o modificaciones al título, objetivos, metodología, alcances o cualquier otro ítem que considere podrá mejorar la calidad del proyecto.

### FASE II: PROYECTO

#### Etapa 1. Desarrollo del Marco Teórico

En esta etapa se debe profundizar la revisión bibliográfica para fundamentar teóricamente el proyecto formulado. De igual manera se debe aprehender y asimilar los procedimientos y técnicas a utilizar en su desarrollo.

#### Etapa 2. Desarrollo del Proyecto

En esta etapa se realizarán la mayoría de las tareas que fueron planteadas en el plan de trabajo. Aquí se incluye, según el tipo de proyecto: la selección de alternativas, el diseño, el muestreo, los cálculos, los ensayos, simulaciones y experimentos, la evaluación de resultados y la elaboración de esquemas, planos, modelos, piezas, maquetas, prototipos, etc.

#### Etapa 3. Informe Escrito

Una vez finalizada la etapa de desarrollo del proyecto, debe presentarse un informe en el que se manifiesten todos los aspectos referentes al trabajo desarrollado. Éste debe señalar claramente puntos importantes tales como: el objetivo de la investigación, marco teórico, marco conceptual, marco metodológico, relación con otros estudios sobre el mismo tema publicados nacional o internacionalmente, la explicación detallada acerca de



---

los experimentos, procedimientos utilizados en las simulaciones y cálculos, así como los resultados obtenidos. Igualmente el informe puede incluir programas desarrollados y representaciones gráficas, tales como, esquemas, fotos, planos, etc. El informe finalizará con las conclusiones a que se llegaron con el desarrollo del mismo y recomendaciones a que hubiese lugar.

#### **Etapas 4. Presentación**

El trabajo realizado se debe defender oralmente ante un jurado. El propósito de la defensa es evaluar el dominio del alumno sobre el tema desarrollado así como también valorar la claridad y fluidez con que realiza la exposición.

En esta presentación se deberá demostrar al jurado, con argumentos bien sustentados y lógicos, que se ha desarrollado satisfactoriamente el proyecto. Además, en la presentación se deberá mostrar habilidad para responder a las dudas que surjan en la exposición.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será realizada por un jurado, el cual se encargará de valorar el desarrollo y los resultados del proyecto, el informe escrito presentado y la presentación oral final. La normativa y detalles de la evaluación se especifican en el reglamento de proyecto.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Reglamento de Proyecto de grado. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Normas de Elaboración Informes de Proyectos y Pasantías. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PASANTIA ESPECIAL</b>			<b>Código:</b>	IM1002
<b>Prelaciones:</b>	TODAS LAS MATERIAS OBLIGATORIAS			<b>Período:</b>	DECIMO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA (OPCIONAL CON PROYECTO DE GRADO)				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	-	40	-	40	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	-	720	-	720	<b>16</b>

**JUSTIFICACIÓN**

En la Escuela de Ingeniería Mecánica, se forman profesionales altamente capacitados y adaptados al sector productivo del país, en consecuencia la Escuela ha creído conveniente presentar perspectivas renovadoras en los estudios de Ingeniería Mecánica, dado el proceso de evaluación continua de su Programa de Pasantías, que permite su constante revisión y perfeccionamiento, adecuándolo a las exigencias naturales del desarrollo tecnológico de nuestra nación.

A tal efecto los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica tienen la opción de culminar su carrera con la realización de una Pasantía Especial para el desarrollo de un Proyecto Industrial en una Empresa, ajustado éste a sus necesidades, con la finalidad entre otras cosas de: conocer y adaptarse al medio industrial, realizar el estudio completo, desarrollo y ejecución del proyecto Industrial propuesto por la Empresa, avalado y asesorado por un Tutor Académico y un Tutor Industrial; todo lo anterior tendiente a complementar su formación profesional.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe haber asimilado los conocimientos involucrados en los programas de las asignaturas obligatorias del plan de estudios de la carrera.

Adicionalmente es deseable que el estudiante se haya formado en algunas de las asignaturas electivas directamente relacionadas con el área de conocimiento del proyecto a realizar en la pasantía.

**OBJETIVOS GENERALES**

EL objetivo general es que el estudiante ponga en práctica los diversos conocimientos adquiridos en su formación universitaria, así como su capacidad innovadora, sinóptica, analítica y evaluadora con la realización de un proyecto de aplicación tecnológica o de investigación. Permitirle al estudiante iniciar la inducción en el ambiente laboral propio de la ingeniería mecánica.

Motivar en el estudiante el desarrollo de habilidades que difícilmente se pueden obtener en asignaturas teóricas, como por ejemplo: Programar, analizar, integrar y evaluar un proyecto que deberá ser presentado por escrito y defendido oralmente, siguiendo una metodología

---

estructurada.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para definir el proyecto que se va a realizar, estableciendo: objetivos, alcances, limitaciones, herramientas y recursos necesarios para cumplir con la realización del proyecto a realizar durante la pasantía.
- Que el estudiante aplique, ordene y sistematice las habilidades y los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica y otras áreas afines para desarrollar un proyecto, que puede ser la resolución de un problema o la generación de un nuevo producto o servicio.
- Que el estudiante conozca y se adapte al funcionamiento de una empresa o institución en la que se desarrollen actividades del área de la ingeniería mecánica.
- Que el estudiante aprenda a sustentar teórica y metodológicamente el proyecto desarrollado.
- Que el estudiante conozca y aplique las normas y estilos que se deben emplear para presentar correctamente informes escritos y representaciones gráficas de proyectos en el área de la ingeniería mecánica.
- Que el estudiante desarrolle habilidades orales y de dominio de emociones en la presentación de un proyecto en una exposición oral ante un jurado y público en general.

## CONTENIDOS

### FASE I: PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO

#### Etapa 1. Elaboración del Plan de Trabajo

El plan de trabajo consiste en la definición del tema del proyecto a desarrollar durante la pasantía, estableciendo el planteamiento del problema propuesto por la empresa o institución, los objetivos generales y específicos. En éste se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar. Finalmente, con el objeto de organizar la realización del proyecto, se elaborará un cronograma de trabajo donde queden establecidos los pasos a seguir para el desarrollo de la pasantía.

#### Etapa 2. Presentación del Plan de Trabajo

El anteproyecto debe ser presentado de forma escrita ante un jurado calificador, con el fin de evaluar la propuesta presentada. Ésta será aceptada en su estado original, modificada o rechazada por el jurado calificador.

El jurado podrá proponer correcciones o modificaciones al título, objetivos, metodología, alcances o cualquier otro ítem que considere podrá mejorar la calidad del proyecto. Las modificaciones propuestas deben ser avaladas por el tutor industrial.

### FASE II: PASANTIA

#### Etapa 1. Inducción en la Empresa

En esta etapa el estudiante conoce la estructura organizativa, los procesos, los procedimientos, los productos generados, los servicios que presta, las normas que rigen y las áreas de competencia de la empresa o institución.

#### Etapa 2. Desarrollo del Marco Teórico

---

En esta etapa se debe profundizar la revisión bibliográfica para fundamentar teóricamente el proyecto formulado. De igual manera se deben asimilar los procedimientos, normas y técnicas a utilizar en su desarrollo, en un todo de acuerdo con los utilizados en la empresa o institución.

### **Etapa 3. Desarrollo del Proyecto**

En esta etapa se realizarán la mayoría de las tareas que fueron planteadas en el plan de trabajo. Aquí se incluye, según el tipo de problema a resolver: la selección de alternativas, el diseño, el muestreo, los cálculos, los ensayos, simulaciones y experimentos, la evaluación de resultados y la elaboración de esquemas, planos, modelos, piezas, maquetas, prototipos, etc.

### **Etapa 4. Informe Escrito**

Una vez finalizada la etapa de desarrollo del proyecto, debe presentarse un informe en el que se manifiesten todos los aspectos referentes al trabajo desarrollado. Éste debe señalar claramente puntos importantes tales como: Descripción de la empresa o institución, objetivo del proyecto, marco teórico, marco conceptual, marco metodológico, relación con otros trabajos o estudios, la explicación detallada acerca de los experimentos, procedimientos utilizados en las simulaciones y cálculos, así como los resultados obtenidos. Igualmente el informe puede incluir programas desarrollados y representaciones gráficas, tales como, esquemas, fotos, planos, etc. El informe finalizará con las conclusiones a que se llegaron con el desarrollo del mismo y recomendaciones a que hubiese lugar.

### **Etapa 5. Presentación**

El trabajo realizado se debe defender oralmente ante un jurado. El propósito de la defensa es evaluar el dominio del alumno sobre el tema desarrollado así como también valorar la claridad y fluidez con que realiza la exposición.

En esta presentación se deberá demostrar al jurado, con argumentos bien sustentados y lógicos, que se ha desarrollado satisfactoriamente la pasantía. Además, en la presentación se deberá mostrar habilidad para responder a las dudas que surjan en la exposición.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será realizada por un jurado, el cual se encargará de valorar la realización de la pasantía, el informe escrito presentado y la presentación oral final. La normativa y detalles de la evaluación se especifican en el reglamento de pasantías.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Reglamento de Pasantía Especial. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Normas de Elaboración de Informes de Proyectos y Pasantías. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

**PROGRAMAS DE  
ASIGNATURAS ELECTIVAS  
ESCUELA BÁSICA**

<b>Asignatura:</b>	<b>HISTORIA DE LA CULTURA</b>			<b>Código:</b>	IMHCIO
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CICLO BASICO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Con esta materia se pretende que el estudiante sea capaz de manejar los diferentes conceptos de cultura, así como entender las características del modo de producción capitalista y las características más resaltantes de la cultura venezolana.

**OBJETIVOS GENERALES**

Proporcionarle al estudiante los instrumentos indispensables que le permitan comprender el proceso de cambios históricos que han caracterizado nuestra cultura, e incentivarlo frente a la problemática económico – social del país, desde sus orígenes hasta el periodo actual.

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

**UNIDAD I. EL HOMBRE Y LA CULTURA.**

**Tema 1** Conceptos de cultura.

**Tema 2.** Elementos materiales que hacen posible la cultura. La división cultural del mundo contemporáneo: capitalismo, socialismo, "Tercer Mundo".

**UNIDAD II. LA CULUTRA CAPITALISTA**

**Tema 1.** Características del modo de producción capitalista.

**Tema 2.** Proceso histórico de formación de la cultura capitalista.

**UNIDAD III. LA CULTURA VENEZOLANA**

**Tema 1.** Periodo prehispánico.

**Tema 2.** Período colonial.

**Tema 3.** La Independencia.

**Tema 4.** Época Post. Independentista: La Venezuela Rural, La Venezuela Petrolera.

---

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

- Explicaciones del profesor.
- Discusión en grupo de lecturas asignadas.
- Discusión en grupo de lecturas asignadas.
- Evaluación.
- Recursos multimedia: Proyector multimedia, proyector de transparencias.
- Acceso a Internet.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Será continua y basada en:

- Discusión en grupo.
- Exámenes escritos.
- Asistencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Se recomendarán las lecturas necesarias al comienzo de cada unidad.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Escuela Básica

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>ANTROPOLOGÍA 10</b>				<b>Código:</b>	IMAN10
<b>Prelaciones:</b>					<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>	

**JUSTIFICACIÓN**

El programa que a continuación presentamos pretende demostrar como algunos procesos técnicos desde la antigüedad hasta nuestros días ha sido consecuencia de la relación constante del hombre con el mundo natural para lograr su "transformación". Para ello el hombre, haciendo uso de su conocimiento y capacidad intentiva, ha generado procesos técnicos dependiendo del contexto cultural donde se desenvuelva como ser social.

**OBJETIVOS GENERALES**

Dados los requerimientos del área de Ciencia y Tecnología respecto a la asignatura Antropología 10, consideramos que el contenido programático de la misma debe ser orientado a enfocar y analizar desde la perspectiva de la Antropología Cultural. Los diferentes procesos técnicos y científicos (no occidentales) que el hombre ha considerado para alcanzar un puesto significativo en el mundo. Además estos hechos sirven para dinamizar y ampliar la vieja y compleja polémica sobre las desigualdades técnicas dentro de las culturas, lo cual ha generado diferenciales significativas en cuanto a modos y/o formas de vida al intentar analizarlos desde una óptima lineal, evolutiva reductora, característica del conocimiento científico occidental.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El programa de la asignatura Antropología 10 cuenta con dos unidades y siete temas integrados y desarrollados de la siguiente manera:  
 La primera unidad está referida a la ubicación y definición de la Antropología como ciencia y como práctica ideológica, es decir, se intenta precisar el papel y carácter histórico de ésta disciplina ene. Campo de las Ciencias Sociales y su vinculación con otras ciencias.  
 En un segundo final de operación explicamos como algunos hombres dependiendo del "desarrollo técnico-cultural", han podido diferenciarse de otros hombres para justificar y legitimar: "un orden", "una técnica", o "una ciencia", "una cultura", en fin una civilización que dice ser mejor que las demás civilizaciones existentes.  
 En esta segunda unidad pretendemos demostrar que el estudio y conocimiento de otras formas de cultura no occidentales son perfectamente válidos por cuanto en esas culturas se encuentran procesos técnicos que si bien no han sido convalidados por la "ciencia tradicional" de Occidente su conocimiento, uso e instrumentación rebosan los pre-requisitos de las ciencias tradicionales



---

de occidente, aún mas, hoy día en muchas áreas del conocimiento científico occidental empiezan a reconocer la importancia y significación de los procesos técnicos y tecnológicos de las culturas no occidentales en cuanto al valor y conservación de recursos se refiere.

La importancia de reivindicar el concepto de culturas no occidentales radica en que conociendo los auténticos valores (materiales) de éstas culturas, es como podemos enfrentar, resguardar y progresar en la lucha por la conservación y respeto de estas formas diferenciales de cultura sin que esto signifique el etiquetamiento de "pueblos y/o culturas subdesarrolladas" como comúnmente se nos identifica.

Caracterizando las nuevas formas de dominación neocolonial que conllevan a una despersonalización total de los miembros de estas culturas, nuestro interés fundamental es desenmascarar el trasfondo de este planteamiento, (diferencialidad cultural implica inferioridad y atraso socio-cultural) que tiende a desvirtuar aún mas la imagen de los países y/o culturas no occidentales como países "sin historia ni futuro" y la única salida favorable es la asimilación total mediante las diferentes formas de homogenización, reducción y exterminio de culturas, que caracterizan la cultura occidental.

## CONTENIDOS

### UNIDAD I. ANTROPOLOGIA DE VISION UNIVERSAL

**Tema 1. Contexto histórico social donde surge la Antropología:** como ciencia y como práctica colonial (ideología).

**Tema 2. La cultura como objetivo de estudio de la Antropología:** El Hombre creador de cultura transformador de la naturaleza.

**Tema 3. Tipología de las culturas occidentales y los no occidentales.**

**Tema 4. Formas de contacto impuesta por occidente para conocer las culturas no occidentales:** Etnocentrismo, el Genocidio, el Etnocidio, el Racismo y el Ecocidio.

### UNIDAD II. LA TECNICA, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA COMO NUEVAS FORMAS DE IMPOSICION Y DOMINACIÓN NEOCOLONIAL

**Tema 5.** El conocimiento, factor determinante de la diferencialidad socio-cultural.

**Tema 6. La imposición tecnológica nueva forma de dominación cultural.** La despersonalización del individuo originado por los políticos tecnológicos occidentales. La homogeneidad cultural, finalidad del proceso tecnológico – cultural pre-occidental.

**Tema 7.** La cultura nacional (identidad nacional, identidad regional, cultura popular, folklore) y sus incidencias en el proyecto de "desarrollo nacional" desde una perspectiva tecnológica desarrollista.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- En este curso se empleará una técnica interactiva entre alumnos y profesor conformado por clases tutelares y exposiciones por parte de los estudiantes.
- Recursos multimedia: proyector multimedia, proyector de transparencias.
- Acceso a internet.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Consideramos que dada la estructura y temática del programa, la evaluación de los estudiantes debe ser la mañana continua, donde su participación y trabajo tendrá un alto porcentaje de su nota final, por considerar por nuestro objetivo final no radica en que el estudiante aprueba la asignatura, sino que pueda conocer, entender y aprender una nueva formula de interpretar su medio socio-cultural.

Hemos discriminado la evaluación de la siguiente manera:

### Trabajo de Clase:

- Participación en discusiones de clase.
- Trabajos prácticos en clase y fuera de ello.
- Organización y sistematización de problemas generados por el trabajo mismo.
- Talleres de trabajo de acuerdo a los temas expuestos \*0%.

### Prueba de Manejo Temático:

- Evaluaciones escritas donde el estudiante prueba su capacidad en el uso y manejo de los conceptos impartidos en el programa de trabajo 20%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Mercier, P. Historia de la Antropología. Ed. Península. Cap. II –III. España 1969
- Bastide, R. Antropología Aplicada. Ed. Amorrortu. Cap. I-II. Buenos Aires 1977.
- Leeler, G. Antropología y Colonialismo, Ed. Comunicación, serie B parte I Barcelona 1973.
- Moscovici, S. Sociedad contra Natura. Siglo XXI Eds. Parte I y II Argentina. 1974.
- Freedman, M. Corriente de la Investigación en las Ciencias Sociales. Tomo II. Ed. Tcnos. UNESCO. Paris 1978.
- Jaulin R. El etnocidio a través de las Américas. Siglo XXI Eds. La descivilización. Ed. Nueva Imagen. México 1978.
- Duvignand J. El Lenguaje Perdido. Siglo XXI Eds. Introducción – Conclusión. Mexico 1976
- Genberg, E. Tecnología y Cambio Social. Manuales de U.T.A.A. Mexico 1965.
- Mumford, L. Técnica y Civilización. Alianza Editorial. Madrid. España 1971.
- Henry, J. La Cultura, Centro el Hombre. Siglo XXI Eds. III parte. México 1975.
- Richta, R. La Civilización en la Encrucijada. Ed. Ayuso. España. 1974
- Silva, L. Teoría y Práctica de la Ideología. Ed. Nuestro Tiempo. México 1978. Sartiriani, L. Apropiación y Destrucción de la Cultura de las Clases subalternas. Ed. Nueva Imagen. México.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Escuela Básica

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SOCIOLOGÍA 10</b>				<b>Código:</b>	IMS010
<b>Prelaciones:</b>					<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>	

### JUSTIFICACIÓN

El contenido del presente programa corresponde a los criterios utilizados por el Departamento de Antropología y Sociología para la definición y elaboración de los programas de las Cátedras de Sociología, en el área de Ciencia y Tecnología.

Con la asignatura de Sociología, correspondiente a las opciones Ingeniería y Ciencias del área de Ciencia y Tecnología, hemos querido dotar al estudiante de un enfoque sociológico sobre algunos aspectos de la producción científico-tecnológica que facilite una comprensión sobre las implicaciones sociales del ejercicio profesional de tan importantes regiones del conocimiento en el mundo actual.

### OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos que definen el programa de sociología, opción Ingeniería y Ciencias son:

1. Contribuir a la formación de profesionales críticos, capaces de comprender los aspectos específicos de su profesión y su vinculación con la problemática general de la sociedad global.
2. Introducir a los estudiantes en el estudio de la ciencia y la tecnología como productos históricos, cuyo desarrollo, producción y aplicación está determinada por las relaciones que los hombres establecen entre sí, tanto en el proceso productivo como en su vida social global.

### CONTENIDOS

#### UNIDAD I – EL CONOCIMIENTO COMO PROBLEMA

##### Tema 1. La Producción de Conocimiento.

Condiciones biológicas y culturales de la producción de conocimientos.

El conocimiento como producto de una práctica histórica.

El modo de producción de conocimientos y las terminantes ideológica.

##### Tema 2. El Conocimiento Científico y Tecnológico.

Técnicas y Tecnología: aspectos conceptuales.

Relaciones entre ciencias, técnicas y tecnología.

Particularidad del desarrollo histórico de las técnicas y la tecnología.

#### UNIDAD II – LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

---

### **Tema 3. Progreso Científico – Técnico y Cambios Sociales.**

El desarrollo de las fuerzas productivas y sus efectos en la organización social del trabajo.

Producción industrial y Revolución científico – tecnológico.

El desarrollo de la ciencia y su situación actual: como producto y como fuerza productiva directa.

### **Tema 4. Dominación Tecnológico – Científico.**

La sociedad tecnocrática: presupuestos ideológicos.

Contradicciones principales de la sociedad industrial avanzada.

## **UNIDAD III – LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN EL SUBDESARROLLO**

### **Tema 5. Ciencia, Tecnología y Dependencia en Venezuela.**

La teoría desarrollista y el enfoque dependentista.

De la Economía Agro-exportadora a la Economía Minero-exportadora.

Dependencia Tecnológica y Desarrollo Industrial.

La investigación científico-tecnológica y el desarrollo nacional.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

El programa de Sociología, Área Ciencia y Tecnología ha sido elaborado (y posteriormente revisado) con miras a la formación de los estudiantes en especialidades con las de ingeniería u las de ciencias. De allí sus objetivos y contenidos. Este programa comprende o abarca cinco temas separados en tres unidades.

### **UNIDAD I – EL CONOCIMIENTO COMO PROBLEMA**

#### **Tema 1. La Producción de Conocimientos**

El punto de partida es la comprensión de que la experiencia humana desarrolla a dos niveles constitutivos:

- a. El nivel de las prácticas relacionales del sujeto humano con la exterioridad (naturaleza y con los restantes hombres), y
- b. El nivel de las representaciones en la conciencia, que contribuye la interioridad del sujeto.

Ambos niveles están íntimamente relacionados y se implican mutuamente. El objeto de éste tema es la comprensión del proceso o actividad por el cual el hombre produce el conjunto de representaciones que constituyen los contenidos de conciencia y las relaciones de ésta actividad con el nivel de prácticas exteriores.

La comprensión de éste proceso incluye la consideración de las condiciones biológicas y las culturales en la producción del conocimiento, en tanto que éste, como producto se constituye sobre un horizonte cognoscitivo históricamente determinado y está referido a una realidad social concreta. De allí, otro nivel de consideración, el conocimiento sea visto y examinado como una relación dialéctica entre el sujeto y esa realidad, es decir, como praxis que se desarrolla dialécticamente.

Esta caracterización del conocimiento permite arribar al examen de determinado tipo de conocimiento, el conocimiento científico, socialmente aceptado como “verdadero”. Cada cultura define el status de verdad de las diversas formas de conocimiento que llega a dominar y a distinguir. Nuestra sociedad occidental, hoy día, acepta y define como verdadero, sólo aquel conocimiento, denominado conocimiento científico.

#### **Tema 2. El Conocimiento Científico y Tecnológico.**

En éste tema se examina el conocimiento científico como forma de conocimiento, como visión del mundo y como modo de actuar sobre la realidad material para transformarla; se centra la atención en este apartado del programa, en la específica capacidad transformadora propia del conocimiento científico y tecnológico. Trátese conjuntamente de examinar y relacionar los conceptos de ciencia, técnicas y tecnología desde una perspectiva histórica (periodizaciones) y desde una perspectiva sistemática (contenida). Alrededor de estos tres conceptos se trazan las líneas y contenidos del resto de los puntos del programa.

---

## UNIDAD II

### Tema 3. Progreso Científico-Técnico y Cambios Sociales.

El trabajo como síntesis de la relación dialéctica hombre-naturaleza constituye el hilo conductor y central en esta temática. A tal efecto, y bajo la demarcación de ciertos periodos cronológicamente diferente en la sociedad occidental (periodo, producción artesanal, el periodo de la manufactura, el de la revolución industrial y la fase actual o de la postguerra) se procede a examinar el desarrollo de la ciencia experimental y sus aplicaciones en los métodos y forma de organización de la producción capitalista; interesa en este tema, relacionar y examinar los cambios sociales que desde los alcances de la revolución científica técnica hoy día son más relevantes.

Con estos elementos teóricos, se arriba a un problema esencialmente complejo e históricamente determinado: en su origen la ciencia, es el producto del trabajo humano, en su desarrollo, aparece incorporada al capital. Es en este sentido, que hoy en día, se habla de la ciencia como producto y como fuerza productiva.

### Tema 4. La Denominación Científico – Tecnológico.

En este tema se trata de examinar las relaciones entre el poder, la política y la técnica y, los diversos modelos teóricos o vertientes que fundamentan estas relaciones.

Al examinar la esencia política de la tecnología, de manera insoslayable, se orienta la temática en torno a dos interrogantes: quién gobierna y qué gobierna. Los diversos modelos tecnocráticos oscilan alrededor de estos dos problemas de la sociedad actual; igualmente se trata de indagar acerca de determinadas propuestas e idearlos (postulados) en torno a las sociedades industrialmente avanzadas. A su vez, se examina aquellos propuestos que sustentan el poder político a partir del saber, el conocimiento científico y contradicciones más relevantes y drásticas de las sociedades avanzadas.

Hasta aquí se han expuesto los diferentes aspectos y niveles que involucran los núcleos conceptuales (ciencia, técnicas y tecnología) que orientan este programa. Estas consideraciones engloban tanto contenidos teóricos conceptuales, las históricas-sociales, así como los referentes empíricos que conforman un sustrato relativamente amplio, como para abordar el estudio de casos particulares o localizados social y especialmente, como es el caso de Venezuela y los otros países subdesarrollados.

## UNIDAD III

### Tema 5. La Ciencia y la Tecnología en el Marco del Subdesarrollo.

La incidencia y los alcances de la tecnología en todos los niveles materiales y sociales demandan una atención reflexiva e insoslayable; para el caso de Venezuela, y en general de los países latinoamericanos históricamente, los problemas del desarrollo económicamente estando muy vinculados a la producción o a la importancia de tecnología. Trátese por lo tanto en este tema, de examinar los alcances y relacionar que desde la tecnologías se despliegan en el marco del desarrollo y el subdesarrollo de los países, centrandó, evidentemente la atención en el caso específico de Venezuela, para ello, se desenvuelve la exposición del problema a través de las diferentes fases económico-sociales que han caracterizado el país a lo largo del presente siglo. Se finaliza este tema y en general el programa, con un recuento-examen de las vinculaciones entre la investigación científica y el desarrollo nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

### Tema 1.

- MAX-ENGELS. La Ideología Alemana. Edic. Pueblos Unidos. Uruguay, 1971. Introducción.
- MAO-TSE-TUNG. Acerca de la Práctica. Edic. en Lenguas Extranjeras. Pekín, 1967.
- REYNOLS, V. Biología de la Acción Humana. Edic. Villamar. Madrid, 1977. 1ra y 2da Parte.
- Reyes Y. CHACÓN. El Conocimiento como Problema. Tesis Mimeografiada. Dpto. Antropología y Sociología. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de los Andes.

---

**Tema 2.**

- GARCÍA BACCA, J.D. Elogio de la Técnica. Monte Ávila Edit. Caracas, 1968.
- BRODY Y OTROS. La Filosofía y la Ciencia en nuestro Días. Grijalbo. México, 1976. Hugo Padilla.
- BERNAL John. Historia Social de la Ciencia. Edic. Península. Barcelona, 1967. Tomo I, Cap. 1, Tomo II.
- BARSAVSKY Oscar. Hacia una Política Científica Nacional. Edic. Periferia. Buenos Aires, 1972.
- Algunos Conceptos de Técnica y Tecnología. Dpto. de Antropología y Sociología. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de los Andes.
- BUNGE Mario. La Ciencia, su Método y su Filosofía. Edit. Siglo XX.
- Siman John. La Fuerza del Conocimiento. Edit. Alianza.

**Tema 3.**

- DE PALMA Y OTROS. La División Capitalista del Trabajo. Edit. Pasado y Presente. Argentina, 1974.
- GOMEZ Y OTROS. Crítica de la División de Trabajo. Edit. Lala. Barcelona, 1977.
- CORIAT Benjamín. Ciencia, Técnica y Capital. Edit. Blume. Madrid, 1976.
- RICHTA Radovan. La Civilización en la Encrucijada. Edit. Agusto. Madrid, 1976.
- DECISION David. Tecnología Alternativa. Edit. Blume. Madrid, 1978.
- MARX Carlos. El Capital. Edit. Fondo de Cultura Económica. México, 1973. Tomo I. Cap. XII y XIII.

**Tema 4.**

- GARCÍA Pelayo. Burocracia y Tecnoocracia. Edit. Alianza. Madrid, 1974.
- MARCUSE Hebert. El Hombre Unidimensional. Barcelona, 1979.
- Revistas "Politeia", N° 2 y 3. Facultad de Derecho. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

**Tema 5.**

- MALAVE-MATA Héctor. La Formación Histórica del Antidesarrollo en Venezuela. Edic. Faces. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1974.
- MAZA ZAVALA Y OTROS. Venezuela, Crecimiento, Desarrollo. Edit. Nuestro Tiempo. México 1974.
- HERRERA Amilcar. Ciencia y Política en América Latina. Siglo XXI. México, 1976.
- REVISTA: "Proceso Político", N° 4,5 y 6. Edición Especial de El Nacional, Agosto de 1980.
- REYES Francisco y CHACON J. Roberto. Consideraciones Generales sobre el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de los Andes.
- CORDOBA Armando. Aspectos Teóricos del Subdesarrollo.
- ANTONORSI Y AVALOS. La Planificación Ilusoria. Edit. El Atenco.
- SAMIR Amin. El Capitalismo Periferico. Edit. Nuestro Tiempo. México, 1973.
- FERESSYNET Jacques. El Concepto del Subdesarrollo. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1969.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por: ESCUELA BÁSICA</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>LENGUA Y COMUNICACIÓN I</b>			<b>Código:</b>	IMLC10
<b>Prelaciones:</b>				<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Dado que los estudiantes universitarios deben manejar conceptos teóricos de diferentes niveles de abstracción y teniendo en cuenta que la lectura y su comprensión resultan imprescindibles para ello, deben incluirse materias que desarrollen el lenguaje en sus cuatro modalidades: leer, escribir, escuchar y hablar.

**OBJETIVOS GENERALES**

- Desarrollar en los estudiantes la expresión tanto oral como escrita.
- Favorecer la comprensión de la lectura en diferentes tipos de texto: narrativos, expositivos, informativos, etc.
- Propiciar la producción de textos para enriquecer la expresión escrita.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Propiciar la participación espontánea y oportuna en discusiones para promover el escuchar como un proceso por medio del cual el lenguaje hablado se convierte en significado.
- Utilizar el análisis de textos como herramienta para la adquisición y acumulación de información.
- Crear conciencia sobre el uso de la lectura como uno de los medios más poderosos para el desarrollo personal y para el aprendizaje.

**CONTENIDOS**

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se realizarán algunas pruebas iniciales, con el fin de identificar las posibles fallas que presenten en los procesos de lectura y/o escritura. De esta manera se tendrá un punto de partida para el seguimiento de cada estudiante, evaluando así sus progresos durante el desarrollo de la asignatura.

Se seleccionarán diversos textos, que serán leídos de manera individual. Posteriormente dichos

---

textos se discutirán en pequeños grupos o con el grupo en general.

En cada sesión los estudiantes escribirán algún texto que les permita desempeñarse como usuarios del lenguaje escrito. Así, tendrán la posibilidad de ser ellos mismos evaluadores de su propio progreso como escritores, con la asesoría del profesor.

La asignatura se desarrollará en forma de taller de tal manera que la lectura de textos y la participación son parte de la dinámica de mismo.

- Lectura individual y silenciosa del texto.
- Discusión sobre los textos leídos, para promover la reflexión sobre nuevas ideas que surjan a partir de lectura y utilizar la discusión como punto de partida para la realización de producciones escritas.
- Análisis de los textos teniendo en cuenta su estructura y claves explícitas tales como la introducción, el título, los subtítulos, los ejemplos, las analogías y los comentarios sobre algún punto importante, para que los estudiantes comprendan el porqué y el cómo estos elementos sirven de base para la elaboración de inferencias.
- Producción escrita individual. Se darán instrucciones orales sobre el tipo de texto que se va a desarrollar en cada sección. Por ejemplo: resumen, análisis crítico, de opinión, narrativo, etc.
- Revisión y corrección, por parte del alumno, de su propia producción escrita, hasta llegar a comunicar realmente lo que él desea.
- Revisión del texto por el profesor. Se realizará para ayudar a los estudiante a:
  - Explorar su propio progreso.
  - Orientar la selección de información relacionada con un tema determinado.
  - Verificar si lo escrito se ajusta a sus propias expectativas y a las del profesor.
  - Revisar la ortografía y la redacción y comprobar si el texto se ajusta a las características del género.
- Considerar la escritura como un proceso y no sólo con un producto.

El profesor observará cuidadosamente la actuación de los estudiantes para poder identificar aquellos aspectos en los que puedan presentar deficiencias, tanto en el lenguaje oral como en el escrito. Dicho análisis orientará al profesor en el establecimiento de estrategias adecuadas para el desarrollo de la comprensión de la lectura y la expresión escrita.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Los alumnos analizarán y desarrollarán, en forma individual, cuatro textos que se refieren a avances científicos y/o tecnológicos, cada uno de los cuales tendrá un valor del 25%.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Se utilizarán artículos expositivos e informativos tomados de la prensa nacional y de revistas especializadas, sobre temas de actualidad referentes a: economía, sociología, psicología, adelantos científicos y otros.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por: ESCUELA BÁSICA**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INGLÉS II</b>				<b>Código:</b>	IMIG20
<b>Prelaciones:</b>					<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>	

**JUSTIFICACIÓN**

Este curso de inglés-lectura está orientado a dirigir en los estudiantes el desarrollo de las estrategias cognoscitivas que les permitirán comprender textos escritos en inglés, relacionados preferiblemente con los temas de la carrera.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe tener los conocimientos del idioma Inglés que se adquieren en el bachillerato.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de este curso es el de lograr que los estudiantes comprendan materiales escritos en inglés utilizados en la carrera.

**CONTENIDOS**

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

- Aplicación y análisis de encuestas para determinar las necesidades e intereses de los estudiantes para la selección del material de lectura que se utilizará durante el semestre.
- Selección y negociación del material didáctico. El profesor propondrá a los alumnos otros temas de interés, previo estudio de las dificultades lingüísticas y culturales de los materiales elegidos. Los estudiantes seleccionarán, por medio de la negociación, los textos que utilizarán durante el semestre.
- Identificación y descripción del material impreso: los alumnos determinarán la procedencia o fuente de información, tipo de información (artículo de revista, informe, reportaje científico, libro-texto), intención del autor, etc.
- Discusión sobre expectativas del alumno respecto al contenido de las lecturas y su relación con conocimientos previos a partir del título, tema desarrollado, vocabulario específico, etc.
- Aplicación de la técnica pedagógica del torbellino de ideas para activar, consolidar o corregir el conocimiento previo de los alumnos.

- Construcción del mapa semántico como técnica para organizar conceptos y relacionar los conocimientos previos que los estudiantes poseen con el nuevo vocabulario.
- Identificación de los patrones retóricos presentes en las lecturas: descripción, clasificación, contraste, causa-efecto.
- Ubicación de las ideas centrales para conocer el tema tratado en los materiales seleccionados (en forma oral y/o escrita, en grupo o individualmente).
- Elaboración de organizadores gráficos y formulación de preguntas en español sobre el tema leído para reconstruir la información del texto.
- Exposición y discusión, en forma individual o en grupo, de los temas previamente asignados. El profesor aclarará todas las dudas o problemas de tipo semántico o sintáctico que pueden dificultar la comprensión del material seleccionado.
- Confirmación o reconsideración de las predicciones hechas por los estudiantes en relación con los temas leídos en inglés a través de entrevistas, charlas y conferencias con especialistas del área.
- Retrotransparencias, diapositivas, videos y películas.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Las actividades mediante las cuales se evaluará serán:

- Selección del material de lectura: 5%
- Exposición de los temas seleccionados en forma individual o en grupo: 20%
- Presentaciones escritas (diarias o semanales): 20%
- Elaboración de trabajos, en grupo o individualmente, en clase: 40%
- Participación del estudiante: 10%
- Otras que el profesor estime conveniente: 5%.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Revistas, textos e informes en inglés.
- Diccionarios especializados en el área de Ingeniería.
- Otros materiales proporcionados por los estudiantes.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROCESOS BÁSICOS DEL PENSAMIENTO</b>				<b>Código:</b>	IMPP10
<b>Prelaciones:</b>					<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>	

**JUSTIFICACIÓN**

La velocidad con que han ido apareciendo nuevos conocimientos en el mundo, a medida que transcurre el tiempo, cada vez es mayor; actualmente, se estima que los conocimientos se duplican en dos años. Esto indudablemente hace pensar que el éxito profesional de los egresados de la Facultad de Ingeniería, no solo estriba en la calidad de la formación técnica, sino también en la habilidad que ellos tengan para aprender a procesar nueva información.

Ante este reto y tomando en cuenta que parte de los estudiantes que ingresan a las diversas carreras de la Facultad carecen de la habilidad para procesar información, se ha creído necesario incluir en los primeros semestres la presente asignatura, que tiene como finalidad desarrollar en los estudiantes una percepción clara y precisa de los elementos que sustentan el procesamiento de información, para generar en ellos las estructuras mentales requeridas para que los nuevos conocimientos se instalen en su memoria de manera permanente.

**REQUERIMIENTOS**

Por ser una asignatura de formación integral, el único requisito que tiene es el deseo del estudiante de aprender técnicas que le permiten desarrollar su potencial intelectual, el pensamiento lógico y su capacidad de análisis y de resolución de problemas, aplicando estrategias para el desarrollo de procesos de pensamiento, la inteligencia asociativa, la espacial-visual y la intuitiva.

**OBJETIVOS GENERALES**

Desarrollar en el estudiante las estructuras cognitivas que determinan el razonamiento lógico, inductivo, deductivo, analógico, hipotético y analítico-sintético, el pensamiento estratégico y la creatividad e inventiva, mediante el conocimiento y la práctica de procesos básicos del pensamiento.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Analizar algunas ideas acerca de inteligencia.
- Comparar puntos de vista acerca de la inteligencia con los de otras personas.
- Analizar la influencia de ciertos factores en el desarrollo de la inteligencia.

- 
- Comprender la importancia y la utilidad de los esfuerzos para mejorar habilidades de pensamiento y estimular el desarrollo de la potencialidad del ser humano.
  - Conocer el significado y la tendencia de algunas definiciones de inteligencia.
  - Analizar la influencia de ciertos factores (edad, cultura, ambiente, ...) en el desarrollo de la inteligencia.
  - Comprender la dificultad que se ha tenido para elaborar una definición satisfactoria de inteligencia.
  - Crear conciencia de la necesidad que tiene el ser humano de saber más acerca de o que es inteligencia y de cómo aplicarlo para estimular el desarrollo propio y de otros.
  - Comprender el concepto de característica.
  - Distinguir entre observaciones directas e indirectas.
  - Comprender que el resultado de una observación depende del propósito o intención que se tiene.
  - Concientizar el procedimiento para observar.
  - Organizar sus ideas para lograr una buena descripción de los objetos o situaciones que observa.
  - Analizar los factores que afectan el proceso de observación.
  - Comprender y aplicar el concepto de variable.
  - Comprender la diferencia entre características de un objeto o situación y valores de una variable.
  - Aplicar el concepto de variable para buscar diferencias y semejanzas entre características de objetos o situaciones.
  - Reconocer que la semejanza entre dos o más objetos es relativa.
  - Aplicar el proceso de comparación.
  - Establecer las diferencias entre los procesos de comparación y relación.
  - Mostrar habilidades para agrupar objetos o diseños con base en sus características esenciales.
  - Realizar razonamiento abstracto.
  - Comprender y aplicar el proceso de clasificación.
  - Comprender y aplicar el concepto de clase.
  - Relacionar el concepto de clase con los conceptos de variable y características.
  - Comprender el concepto de hipótesis.
  - Reconocer la importancia del pensamiento hipotético en el desarrollo intelectual.
  - Definir un concepto mediante la identificación de características esenciales de la clase que lo representa y de la palabra que lo identifica.
  - Aplicar el concepto de variables para definir cambios.
  - Explicar que se entiende por secuencia.
  - Comprender el concepto de variable ordenable y aplicarlo en situaciones cotidianas.
  - Comprender que es un procedimiento.
  - Valorar la importancia de los procedimientos para resolver problemas.
  - Comprender la utilidad del orden en la solución de problemas, en la memorización y en el análisis e interpretación de datos.
  - Comprender el concepto de descripción relativa.
  - Comprender el concepto de transformación.
  - Comprender la relación entre cambio y transformación.
  - Comprender el proceso que se sigue para organizar los elementos de un conjunto en una clasificación jerárquica.
  - Interpretar y aplicar jerarquías para resolver problemas.
  - Utilizar la clasificación jerárquica para realizar inferencias acerca de conceptos, eventos o situaciones.
  - Organizar conocimientos en estructuras jerárquicas.
  - Aplicar la clasificación jerárquica en el análisis y la solución de problemas.
  - Aplicar un procedimiento para elaborar definiciones.
-

- 
- Reconocer la necesidad de observar, comparar, relacionar, determinar características esenciales y clasificar para lograr una buena definición.
  - Dividir situaciones complejas en otras más sencillas mediante el proceso de análisis.
  - Comprender la importancia del análisis como procesos que facilita la profundización de los conocimientos.
  - Aplicar el proceso de análisis en situaciones cotidianas.
  - Valorar la importancia del proceso de análisis como herramienta de pensamiento.
  - Aplicar el proceso de síntesis para formar diferentes tipos de totalidades, tales como conclusiones, interpretaciones, descripciones, definiciones, etc.
  - Aplicar a nivel consciente los pasos para lograr la síntesis de hechos, eventos o situaciones.
  - Comprender la importancia de la síntesis como proceso que facilita la organización de los elementos de un todo, y como instrumento de pensamiento que permite generar conclusiones, profundizar los conocimientos acerca de un tema, elaborar esquemas de organización, generar conocimientos generalizados, etc.
  - Comprender que la mayoría de los procesos racionales son producto de la interacción del análisis y de la síntesis.
  - Interpretar lo que significa emitir un juicio de valor acerca de una situación.
  - Aplicar el proceso de evaluación interna en situaciones académicas y de la vida cotidiana.
  - Definir y aplicar criterios de evaluación.
  - Aplicar el proceso de evaluación externa en situaciones cotidianas.
  - Adoptar una actitud crítica ante problemas y situaciones.
  - Valorar la importancia de la evaluación como herramienta de pensamiento crítico.
  - Comprender la estructura de una relación analógica.
  - Aplicar procedimientos sistemáticos para resolver problemas analógicos.
  - Comprender la utilidad de las analogías como instrumentos del lenguaje y la creatividad.
  - Comprender la estructura de las analogías y las relaciones entre sus elementos.
- Utilizar las relaciones bidireccionales para verificar la precisión de las soluciones a los problemas de razonamiento analógico.

## CONTENIDOS

### **TEMA 1: Definiciones y desarrollo de la Inteligencia.**

Definición de inteligencia. Definiciones y perfiles de inteligencia. El desarrollo de la inteligencia.

### **TEMA 2: Definiciones y desarrollo de la Inteligencia.**

Observación. Observación y Descripción. Diferencias. Semejanzas. Comparación y relación. Características esenciales. Clasificación. Planteamiento y verificación de hipótesis. Ejercicios de aplicación y consolidación. Definición de conceptos. Ejercicios de consolidación.

### **TEMA 3: Cambios, Orden y Transformaciones.**

Cambios y secuencias. Ejercicios de consolidación. Variables ordenables, relaciones de orden y de casualidad. Ejercicios de consolidación y aplicación. Variables ordenables y descripciones relativas. Transformaciones.

### **TEMA 4: Clasificación Jerárquica.**

Introducción a la clasificación jerárquica. Ejercicios de consolidación y aplicación. Definición de conceptos mediante el género y la diferencia específica.

### **TEMA 5: Análisis, Síntesis y Evaluación.**

Análisis. Ejercicios de consolidación. Síntesis. Ejercicios de consolidación. Integración de análisis y síntesis. Evaluación basada en criterios internos. Evaluación basada en criterios externos.

---

---

**TEMA 6: Analogías.**

Introducción a las analogías. Relación bidireccional de las analogías. Ejercicios.

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

El aprovechamiento de los alumnos será evaluado tomando en cuenta la asistencia a clases y la participación en las mismas, así como mediante evaluaciones prácticas al finalizar cada unidad.

**BIBLIOGRAFÍA**

Sánchez, Margarita A. de "Desarrollo de las Habilidades del Pensamiento: procesos básicos del pensamiento", (2da Edición). México: Trillas, 1997.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por: ESCUELA BÁSICA**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>LECTURA ANALITICO CRITICA</b>				<b>Código:</b>	IMLA10
<b>Prelaciones:</b>	<b>PROCESOS BÁSICOS DEL PENSAMIENTO</b>				<b>Período:</b>	SEGUNDO
<b>Tipo:</b>	OBLIGATORIA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS APLICADAS Y HUMANÍSTICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3		
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>	

**JUSTIFICACIÓN**

Una buena formación técnica, no es suficiente para garantizar el éxito profesional del Ingeniero; también es necesario que él tenga la habilidad para aprender a procesar información, que sea un lector crítico, que analice lo leído y comunique sus ideas por escrito. Numerosos estudiantes de Ingeniería no tienen desarrolladas estas capacidades, por lo que se ha creído conveniente ofrecerles en los primeros semestres la presente asignatura, que tiene como finalidad enseñarles a poner en práctica una serie de estrategias que le ayuden a desarrollar y a organizar habilidades del pensamiento necesarias para el análisis e interpretación de lo que lean, así como expresar claramente sus ideas por escrito.

**REQUERIMIENTOS**

Se necesita que el estudiante tenga incrementadas las técnicas para desarrollar su potencial intelectual, el pensamiento lógico y su capacidad de análisis y de resolución de problemas, mediante el conocimiento impartido en la materia los procesos básicos del pensamiento.

**OBJETIVOS GENERALES**

Desarrollar en el estudiante habilidades de lectura interpretativa inferencial y analógica-profunda mediante la aplicación de una metodología de proceso.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Al finalizar el curso el alumno será capaz de:
- Aplicar las estrategias cognitivas correspondientes a los nueve procesos básicos del pensamiento: observación, comparación, relación simple, clasificación, ordenamiento, clasificación jerárquica, análisis, síntesis y evaluación en la lectura literal para el análisis de la información.
  - Reconocer y tomar en cuenta algunos elementos que afectan el proceso de análisis de la información inherentes al lector, al contenido de la lectura y al proceso de lectura.
  - Comprender la necesidad de revisar su proceso de lectura y de ejercitar cada nivel.
  - Aplicar los conocimientos obtenidos sobre lectura literal a la elaboración y verificación de escritos.

- 
- Aplicar adecuadamente las estrategias cognitivas correspondientes a los procesos de inferencia, razonamiento inductivo y deductivo, adquisición de conocimiento y análisis de la información.
  - Expresar, en forma oral o escrita y de manera objetiva, pertinente, crítica y coherentemente los productos derivados de la lectura inferencial de textos escritos, que corresponden a diferentes temática y modalidades de presentación.
  - Aplicar los conocimientos y las habilidades desarrolladas durante la lectura inferencial para elaborar y validar ensayos, con base en criterios de calidad previamente definidos.
  - Reconocer la necesidad de desarrollar sus hábitos de lectura inferencial y crítica, como una base para elevar el nivel de análisis y de comprensión de la información maneja.
  - Comprender la estructura de una relación analógica e interpretar analogías verbales y metáforas.
  - Aplicar el razonamiento analógico al análisis de la información.
  - Aplicar los conocimientos y las habilidades desarrolladas durante la lectura analógica, interpretativa y crítica, como instrumento útil para el análisis de la información.
  - Adquirir los conocimientos y las habilidades requeridas para realizar una investigación documental que incluye desde la definición del tema hasta la preparación del informe.
  - Aplicar, en forma ordenada y consciente, un conjunto de criterios dados, para desarrollar hábitos de organización y disciplina en la realización y presentación de trabajos de investigación documental.
  - Valorar la importancia de la aplicación de estrategias y del seguimiento del trabajo para lograr los resultados que satisfagan los estándares de calidad deseados.

## CONTENIDOS

### **TEMA 1: Lectura de Nivel Literal.**

Aplicación de los procesos de observación, comparación, relación, clasificación, ordenamiento, clasificación jerárquica, análisis síntesis y evaluación en el procesamiento de la información.

### **TEMA 2: Lectura de los Niveles Inferencial-Crítico e Interpretativo-Crítico**

Aplicación de los procesos de decodificación, inferencia, razonamiento inductivo y deductivo, adquisición del conocimiento y discernimiento en la profundización de la lectura.

### **TEMA 3: Lectura de Nivel Analógico-Crítico e Interpretativo-Crítico.**

Aplicación del razonamiento analógico en la lectura interpretativa, crítica y profunda de textos escritos.

### **TEMA 4: Investigación y Análisis de Fuentes de Información.**

Estrategia para la investigación y el análisis de fuentes de información.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Metodología basada en procesos.

Para lograr que el proceso enseñanza-aprendizaje se lleve apropiadamente es necesario contar con pizarrón, tiza y un proyector de transparencias.



<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
El aprovechamiento de los alumnos será evaluado tomando en cuenta la asistencia a clases y la participación en las mismas, así como mediante evaluaciones prácticas al finalizar cada unidad y un trabajo final.
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kabalen, d. y Sánchez, Margarita A. de "La Lectura Analítico-Crítica: un enfoque cognoscitivo aplicado al análisis de la información", (3ra Edición), México: Trillas, 1998.</li> </ul>
<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
<b>Programa Elaborado por: ESCUELA BÁSICA</b>

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>METODOS Y TECNICAS DE INVESTIGACION</b>			<b>Código:</b>	IMMI10
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	1 AL 4 SEM
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CICLO BASICO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	0	2	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	0	36	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Presentar en ésta asignatura dentro de un plan de estudio de la Facultad de Ingeniería, tiene como finalidad el que se maneje y conozca la investigación documental, con el propósito de preparar a los estudiantes universitarios en la realización de trabajos de calidad y excelencia en su carrera.

Esta asignatura, tendrá un plan de investigación documental que permite al estudiante conocer cada uno de los pasos requeridos para la elaboración de un plan, un informe, una monografía, una tesis etc. En el momento que lo considere necesario como estudiante universitario y por ende en su vida profesional.

No se trata de dictar una asignatura para preparar especialistas en investigación científica, sino que el estudiante adquiera habilidades y hábitos de estudio mediante la utilización de la investigación como instrumento y herramienta de trabajo intelectual, ya que el avance científico se basa primordialmente en ese cúmulo de investigaciones diarias que se generan por curiosidad, por disciplina o por mística.

### OBJETIVOS GENERALES

Que los estudiantes conozcan el objeto y campo de acción de la metodología de la investigación tomando en cuenta la importancia que tiene el método científico para la adquisición de nuevos conocimientos y relación con el estudio creativo. Así mismo, describir los aspectos principales del proceso de investigación y capacitarlos para que puedan elaborar proyectos, documentales referidos al campo del saber en el cual se están formando, especificando las etapas correspondientes que se presentan en los diferentes momentos del proceso de investigación.

### CONTENIDOS

#### **UNIDAD I. GENERALIDADES SOBRE CIENCIAS, TECNOLOGÍA METODO DE INVESTIGACION.**

**Tema 1.** La ciencia, concepto, característica, clasificación de las ciencias.

**Tema 2.** Tecnología: Concepto, relación entre tecnología, ciencia y sociedad. Sectores de la

---

Ciencia y de la tecnología.

**Tema 3.** Método, concepto, tipos de método, características, método científico fases.

**Tema 4.** Tipos de estudio en investigación, orientación de la investigación. Tipos de Investigación, problemas frecuentes en la realización de trabajos de investigación.

#### **UNIDAD II. PROYECTOS DE INVESTIGACION:**

**Tema 1.** Criterios para la selección del tema, selección de problemas, importancia del problema a investigar, justificación, elaboración del esquema o plan de trabajo.

**Tema 2.** Marco teórico: concepto, formulación, variables e hipótesis.

#### **UNIDAD III. LA MONOGRAFIA Y EL INFORME**

**Tema 1.** Estructura de la monografía: Concepto, uso elementos que le componen, normas para su elaboración.

**Tema 2.** Estructura del informe: Concepto, elaboración, partes, tipos de informe, valoración de un informe.

#### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Explicación del profesor. Lecturas, interpretaciones y comentarios. Exposiciones por parte de los alumnos. Trabajo de grupo, ejercicios prácticos. Análisis de materiales traídos al salón de clase por parte de los alumnos. Se utilizan los siguientes recursos: profesor, pizarrón, tizas, libros, revistas y cualquier otra fuente que permitan mayor confiabilidad de los conocimientos impartidos, se tomará en cuenta que este material sea actualizado.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizará en forma continua y acumulativa, además se efectuarán pruebas escritas y trabajos para la casa, se le informará a los alumnos el correspondiente porcentaje de evaluación, así como también se tomará en cuenta las participaciones de los alumnos en clases.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Cohen Louis, Lawrence Manion. Métodos de Investigación educativa 3era. Edición editorial La Muralla, Madrid, Madrid, España 1994.
- Goode William J., Hato Paul K Métodos de Investigación Social 6ta. Edición. Editorial Trillas S.A. México 1980.
- Nuñez Tenorio, J.R. Introducción a la Ciencia. 10ma. Edición. Editorial Vadell Hermanos. Valencia, Venezuela 1981.
- Sabino Carlos A., Como hacer una tesis. 2da. Edición. Editorial Panapo, Caracas Venezuela, 1994.
- Sabino Carlos A. El proceso de investigación. 2da. Edición. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela, 1992.
- Salinas Pedro J., Pérez Mirna, Iniciación práctica a la investigación científica. 1era. Edición. Editado por el consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela 1985.

- 
- Trocone Pablo A. Metodología del preseminario y la Investigación científica. 1era Edición Editorial El Cid Editor. Caracas, Venezuela 1972.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por:</b> ESCUELA BÁSICA
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>TECNICAS DEL APRENDIZAJE</b>			<b>Código:</b>	IMTA10
<b>Prelaciones:</b>	NINGUNA			<b>Período:</b>	1 AL 4 SEM
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CICLO BASICO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	0	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La finalidad de incluir esta asignatura en los planes de estudio de la Facultad de Ingeniería, es la de estimular y ofrecer a los estudiantes de las diferentes escuelas, la posibilidad de desarrollar habilidades y destrezas necesarias que les permita desenvolverse en su actividad estudiantil y profesional. Para tal fin se estudiarán aspectos relevantes como; Aprendizaje, organización y planificación del estudio, párrafo, estructura, fuentes de información, técnicas de estudio, etc.

En el desarrollo del contenido programático de esta asignatura los alumnos serán responsables de su propio aprendizaje, el docente desempeñará el papel de orientador, y facilitador, procurando utilizar métodos y técnicas que estimulen la participación activa y continua del estudiante, esto nos permitirá fomentar en el mismo la adquisición de hábitos de trabajo, participación análisis crítico y desarrollo de la creatividad.

Incluir esta asignatura en el plan de estudio, brindará a los alumnos que la cursen herramientas que puedan ser utilizadas en todas y cada una de las áreas o asignaturas de conocimiento a lo largo de la carrera y en el ejercicio de su profesión.

**OBJETIVOS GENERALES**

Ofrecer oportunidades y experiencias sistemáticas que le conduzcan a mejorar y conocer métodos y hábitos de estudio, con la finalidad de que procesen y asimilen con mayor eficiencia las ideas y conocimientos que requieren en la formación integral del universitario y por ende del futuro egresado.

**CONTENIDOS**

**UNIDAD I. LECTURA, ESTUDIO Y APRENDIZAJE.**

- Tema 1.** Lectura. Tipos de lectura. El mejoramiento de la comprensión. Desarrollo de la Rapidez lectora. Condiciones físicas y psicológicas.
- Tema 2.** Habilidades en la lectura. Selección del material. Consulta de índice. Localización del material. Empleo del diccionario. Comprensión del material leído.
- Tema 3.** Estudios y aprendizaje: Condiciones propias para la eficacia en el aprendizaje. Concepto de estudio. Relación entre estudio y aprendizaje.

---

## UNIDAD II. ANALISIS DEL MATERIAL ESCRITO Y FUENTES DE INFORMACION

**Tema 1.** Párrafo; Tipos de párrafo. Estructura del párrafo. Calidad básica de la oración Principal, localización de la oración principal, comprobación de oración secundaria.

**Tema 2.** El subrayado: Ventajas, sugerencias para su empleo. Palabras claves para el Subrayado.

**Tema 3.** Notas marginales: ventajas. Tipos de notas y marcas.

**Tema 4.** Esquemas. Características. Sugerencias para su elaboración.

**Tema 5.** Cuadro sinóptico.

**Tema 6.** Resumen: sugerencias para su elaboración. Tipos de resumen. Análisis crítico.

**Tema 7.** Cuadros, gráficos y diagramas.

**Tema 8.** Fuentes de información: clasificación, centros de información y documentación, bibliotecas, hemerotecas, archivos, bancos de datos, red, técnicas del fichero, ficha, Utilidad, tipos de ficha, normas para su elaboración. El libro, estructura tipos partes del libro.

## UNIDAD III. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE ESTUDIO

**Tema 1.** Diferentes técnicas de grupo: Phillips 66. Concepto de cada una de ellas. Principios Básicos de cada una de las técnicas de grupo. Aplicación de las diferentes técnicas Grupales en temas de estudios.

### ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Explicación del profesor.
- Trabajos y discusiones en grupo.
- Exposiciones orales.
- Análisis y síntesis de materiales escritos
- Prácticas de diversos textos de lectura ordenados por el profesor.
- Elaboración de fichas
- Visitas a la biblioteca.
- Ejercicios prácticos.
- Orientación para la elaboración de esquemas, resúmenes, síntesis, cuadros sinópticos etc.
- Profesor, pizarrón, tizas, libros, revistas y cualquier otra fuente que permitan mayor confiabilidad de los conocimientos impartidos, el material que se presente a los estudiantes debe estar en lo posible actualizados.

### ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

En forma continua y acumulativa, tomando en cuenta pruebas escritos, trabajos para la casa participación en clases.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, Llis. Guías de estudio sobre el párrafo. Edit. Cotexto Editores. 6ª Edición. Caracas. Venezuela 1994.

- 
- Blay, Antonio. Lectura Rápida. Edit. Ibero S.A., 7ma Edición. Barcelona, España 1984
  - Bravo, Luis. Para Estudiar mas y mejor. Edit. Panapo. Caracas, Venezuela, 1986.
  - Carroll, Herbert. Dinámica del ajuste Psíquico. Edit. Continental. 4ta. Edición Caracas Venezuela 1987.
  - Cirigliano, Villaverde. Dinámica de grupo y educación. Edit. Humanistas, 14 Edición. Buenos Aires. 1988.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por:</b> ESCUELA BÁSICA
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

**PROGRAMAS DE  
ASIGNATURAS ELECTIVAS  
CICLO DE ESPECIALIZACIÓN**



<b>Asignatura:</b>	<b>ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE ESFUERZOS</b>			<b>Código:</b>	IMT901
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE MATERIALES II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	2	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	36	-	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

En el proceso de diseño de un elemento de máquinas, es a menudo necesario hacer el análisis experimental del estado de esfuerzos y deformaciones a que se encuentra sometida la pieza, con la finalidad de validar los resultados obtenidos por técnicas analíticas aproximadas o por la utilización del método de los elementos finitos. En esta asignatura se introduce al alumno en las técnicas experimentales para el análisis de esfuerzos y en el uso de los equipos necesarios para efectuar dicho análisis.

**REQUERIMIENTOS**

Es imprescindible que el estudiante conozca y maneje adecuadamente la teoría de la elasticidad y su aplicación en el diseño de elementos de máquinas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Despertar en el estudiante, el interés por aplicar las teorías que gobiernan las relaciones existentes entre los diferentes materiales disponibles y su respectivo comportamiento, cuando los elementos de máquinas construidos con los mismos son sometidos a efectos de cargas externas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Mostrar durante el desarrollo del temario de la asignatura, la importancia que reviste el conocer las técnicas empleadas, para el análisis experimental de esfuerzos.  
 Incentivar al estudiante para que se interese por el uso racional de los materiales, así como también por la investigación experimental en el campo del diseño mecánico e industrial.

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO**

**Tema 1: Introducción a la Elasticidad**

Introducción. Breve repaso acerca de: Equilibrio de fuerzas, Fuerzas superficiales y másicas,

---

Homogeneidad, Isotropía y Anisotropía, Esfuerzo, Ecuaciones de Equilibrio, Esfuerzos principales, Análisis de deformaciones, Ecuaciones de compatibilidad, Relaciones entre esfuerzo y deformación. El problema matemático de elasticidad: Esfuerzo plano; Deformación plana. Función de Aire: Aplicaciones de la Función de Aire y mediante coordenadas rectangulares y polares. Ejercicios prácticos.  
12 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 2: Medición de Deformaciones**

Introducción. Determinación experimental de deformaciones. Características generales de los extensómetros. Tipos de extensómetros: Extensómetros mecánicos, Ventajas y desventajas de su uso; Extensómetros ópticos, Ventajas de su uso; Extensómetros neumáticos; Extensómetros eléctricos. Método de Moaré: Ventajas y desventajas. Método de las cuadrículas: Ventajas y desventajas del método.  
8 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 3: Extensómetros de Resistencia Eléctrica**

Introducción. Características de los extensómetros de resistencia eléctrica: Factores que influyen en la selección de los extensómetros. Consideraciones para la colocación. Factores que producen sensibilidad a la deformación en aleaciones metálicas. Sensitividad y factor de calibración. Efectos de la deformación transversal. Efectos térmicos en los extensómetros de resistencia eléctrica. Situaciones especiales que se presentan con extensómetros de resistencia eléctrica. Aplicaciones de extensómetros de resistencia eléctrica (Celdas de carga, Celdas para torque, Celdas para medir presión).  
8 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 4: Análisis de Rosetas**

Introducción. Aplicaciones extensométricas de uno, dos, tres y cuatro elementos: La roseta rectangular de tres elementos. Roseta delta de tres elementos. Roseta rectangular de cuatro elementos. Roseta T delta de cuatro elementos. Ejercicios prácticos.  
6 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 5: Circuitos e Instrumentos de Registro**

Introducción. Medidores de deformación: Sensitividad requerida. Puente de Wheatstone. Puente balanceado. Puente desbalanceado. Puente de balance nulo. Factores que influyen en la selección de un registrador dinámico. Potenciómetros. Circuito potenciométrico de Voltaje constante. Rango del potenciómetro de voltaje constante. Circuito de potenciómetro de corriente constante. Osciloscopio. Oscilógrafo. Telemetría.  
12 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 6: Teoría de Fotoelasticidad**

Introducción. Breve análisis acerca de polarización de la luz: Velocidad de propagación. Longitud de onda. Binefeigencia. Tipos de polariscopios (plano, circular y de reflexión). Espectro fotoelástico. Líneas isocromáticas. Líneas isoclinas. Relación elástico-óptica. Multiplicación de franjas mediante el empleo de espejos parciales. Afinamiento de franjas empleando espejos parciales. Determinación de órdenes de franja fraccionales: Rotación del analizador. Compensación. Aplicaciones en el laboratorio.  
12 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 7: Materiales y Técnicas Fotoelásticas**

Materiales fotoelásticos: Paso de modelo a prototipo. Métodos de calibración de materiales fotoelásticos. Fotoelasticidad tridimensional. Consideraciones finales del método foto elástico.  
6 horas, (teoría y práctica).

### **Tema 8: Recubrimientos Frágiles**

Introducción. Aplicación de barniz frágil: Tipos de barnices. Relación carga-tiempo. Esfuerzo y fractura en el recubrimiento frágil. El método de recubrimiento frágil como complemento de otros métodos. Ventajas y desventajas del método. Aplicaciones prácticas.  
8 horas, (teoría y práctica).

---

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y técnicas analizadas en clase.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

- 3 exámenes parciales, por escrito, referentes a teoría y práctica de la materia (30%).
- 5 prácticas de laboratorio, en donde se les exige la presentación de un (1) informe individual por cada práctica (30%).
- Presentación (oral) de un seminario, por alumno, referente a tópicos relacionados con la materia (20%).
- Realización de un (1) trabajo especial de laboratorio (20%).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- H. Wieringa. Experimental Stress Analysis. Publisher: Martinus Nijhoff. April 2002.
- Dally J. y Riley W., Experimental Stress Analysis, Mc Graw-Hill, México, 1991.
- Kowajashi A., Análisis Experimental de Tensiones, Editorial URMO, 1970.
- Lessop H. y Harris L., Photoelasticity, Principles and Methods, Dover. 1975.
- Dove R. y Adams P., Experimental Stress Analysis and Motion Measurement, Charles Merrill Books, 1984.
- Beckwith T. y Buck L., Mechanical Measurement, Addison-Wesley, 1973.
- Catálogos de Photoelastic y Micro-Measurements
- Frocht M., Fotoelasticidad, Edias, 1965.
- Shigley J. y Mischke Ch., Diseño en Ingeniería Mecánica, Mc Graw-Hill, 1990.

**Fecha de elaboración del programa: 16 de Junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mary Vergara y Rubén Chacón**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE</b>			<b>Código:</b>	IMT902
<b>Prelaciones:</b>	TEORIA DE MAQUINAS Y MECANISMOS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Uno de los factores cruciales en la ejecución de un proyecto de ingeniería, o en la operatividad de una planta, así como en todo proceso de fabricación, lo constituye el manejo y transporte de materiales, mediante máquinas y/o sistemas que eventualmente conforman una red que impera sobre las demás. Aspectos como el movimiento necesario, el tamaño, la clase y consistencia del objeto u objetos a mover y el tipo de proceso con el cual van a interactuar los materiales, constituyen una compleja serie de requisitos que se deben estudiar con cuidado a fin de asegurar una justificación económica y la suficiencia técnica.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener conocimiento previo de la estructura y función de los distintos elementos y órganos de unión presentes en cualquier sistema mecánico, así como de los conceptos básicos de resistencia y mecánica de materiales, aplicados a todo elemento de máquina sometido a cargas diversas; por consiguiente es necesario que el estudiante tenga conocimientos firmes de teoría de la elasticidad, del comportamiento de los materiales y de sus propiedades mecánicas. También debe saber analizar el funcionamiento de cualquier mecanismo o máquina a lo largo de todo su ciclo. En consecuencia, debe dominar las técnicas de análisis dinámico de fuerzas y la distribución de estas en los distintos elementos de máquina.

### OBJETIVOS GENERALES

Al culminar el curso el estudiante debe estar en capacidad de: 1) Identificar, determinar y analizar el conjunto de factores que intervienen en la selección de determinado sistema o máquina para movimiento de materiales, y 2) Utilizar y aplicar la teoría de cinemática y dinámica de maquinaria junto a los conceptos básicos de la carrera, para el adecuado dimensionamiento y funcionamiento de un sistema de transporte o de movimiento de materiales.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Alcanzar la capacidad y el criterio para establecer con claridad los factores que intervienen en la escogencia de un sistema de elevación y/o de transporte y estudiar los elementos que lo

---

integran es decir, preparar y adiestrar al estudiante en el cálculo pormenorizado y/o la selección normalizada de los dispositivos que conforman este tipo de sistemas o máquinas, sea basado en cables, cadenas, engranes u otros elementos de máquina, así como conocer los distintos dispositivos, mecanismos, máquinas y sistemas destinados a transportar y/o mover y/o elevar y/o arrastrar y/o empujar y/o conducir tanto materiales (compactos, empacados, a granel o líquidos), como productos, lo mismo que aquellos equipos empleados para mecanizar algunos procesos, con el fin de efectuarlos con eficiencia y rapidez. También conocer, describir y manejar los órganos de unión y de transmisión respectivos.

- Comprender la importancia del tópico en la operatividad de una planta.
- Conocer y aplicar las normas y los convencionalismos inherentes al área.
- Definir y establecer con claridad las características y diferencias entre tales sistemas

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### **TEMA 1: Consideraciones iniciales.**

El problema general del diseño. Manejo de materiales (elevación, arrastre, tracción, empuje, conducción, transporte, etc.). Los factores que intervienen en la escogencia del mecanismo o equipo o sistema.

6 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 2: Cadenas y Cables**

Cadenas de eslabones de hierro redondo, cadenas articulares, cadenas de rodillos. Cables de acero: control, sujecciones, cálculo y selección. Cuerdas y tensores estacionarios. Ruedas y tambores para cadenas. Poleas y tambores para cable. Ejes flexibles.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 3: Transmisiones por cable**

Fundamentos acerca de los mecanismos de elevación y transporte mediante cable. Poleas fijas y locas. Aparejos con poleas, cabrias, polipastos y cabrestantes: Disposición, cálculo y rendimiento.

8 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 4: Ganchos, Cubos, Cucharas y otros**

Ganchos cerrados y abiertos: distribución de esfuerzos. Dispositivos de suspensión de ganchos. Cubos. Tenazas. Prensas. Cucharas: automáticas, hidráulicas y otras. Cangilones. Carriles y Ruedas portantes. Vagones industriales. Electroimanes de suspensión.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 5: Aparejos dentados, Trinquetes y Gatos**

Aparejos de Tornillo Sinfín y de engranajes. Aparejos diferenciales. Aparejos eléctricos. Trinquetes de uña y trinquetes de fricción. Gatos de cremallera, Gatos de tornillo y Gatos hidráulico-mecánicos.

8 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 6: Grúas, montacargas, elevadores y afines**

Grúas correderas, de puente, de pórtico, de pared, de cable, giratorias y otras. Montacargas fijos y motorizados. Malacates. Monorrieles. Cablevías, Funiculares, Teleféricos y Tranvías aéreos. Elevadores. Palas mecánicas, dragas, excavadoras y otras máquinas de carga de materiales.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 7: Máquinas para transporte y movimiento continuo**

Transportadoras de cadena y sus diferentes aditamentos. Otros tipos de transportadoras (de banda o correa, de rodillos, de cangilones, etc.). Escaleras mecánicas. Transportadores elevados. Transportadores conductores y no conductores. Básculas automáticas.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

---

### **TEMA 8: Diseño de transmisiones por banda y por cadena de rodillos**

Transmisiones de banda plana, redonda, trapezoidal. Banda de sincronización. Cálculo de velocidades, fuerzas, pares de torsión y potencias transmitidas. Factor de seguridad. Cálculo de Transmisiones por cadena de rodillos.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

El proceso de enseñanza-aprendizaje en esta asignatura está basado en las clases magistrales teóricas (teoría aplicada) y en la resolución de ejemplos ilustrativos. Tales clases son del tipo convencional (presenciales). La docencia en pizarrón se facilita por medio del uso de transparencias y se complementa con el manejo de catálogos y tablas de selección estandarizadas, así como también con material audiovisual, ilustraciones y animaciones que pueden ser consultadas a través de Internet. Eventualmente se recurre a la figura de trabajos de investigación y exposición para complementar algún tópico.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Cuatro exámenes parciales escritos, de tipo teórico-práctico, cada uno aplicado sobre dos temas. El tiempo requerido para efectuar estas evaluaciones, no está considerado dentro del total de 72 horas. La ponderación de estos exámenes es como sigue: El primer parcial representa el 15 % de la calificación definitiva de la asignatura; el segundo representa el 20 % y el tercero representa el 25 %, al igual que el cuarto examen. El restante 15 % viene dado por un trabajo de investigación y exposición, asignado por el profesor.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Dubbel H., *Manual del constructor de máquinas*, Tomo II, Edit. Labor, Barcelona, 1969
- Shigley J. & Mischke Ch., *Diseño en ingeniería mecánica. 6ta edición*. Edit. McGraw-Hill Co., México 2002. ISBN 970-10-3646-8
- Spotts M. & Shoup T., *Design of machine elements. 7ma edición*, Editorial Prentice Hall, México 1999. ISBN 970-17-0252-2
- Gates Rubber Co., *Heavy Duty V-Belt Drive Design Manual*. Denver USA, 1995
- Baumeister T. & Avallone E., *Marks Manual del Ingeniero Mecánico. 8va edición*. Editorial McGraw-Hill Co., México. 1992 ISBN 968-451-324-0

**Fecha de elaboración del programa: 12 de marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Rubén D. Chacón M. y Víctor E. Calderón R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>DISEÑO POR COMPUTADORA</b>			<b>Código:</b>	IMT903
<b>Prelaciones:</b>	TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS, MECÁNICA DE MATERIALES II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

En el proceso de diseño de sistemas mecánicos y elementos de máquinas se ha incorporado, desde la aparición de computadores personales cada vez más rápidos, una serie de potentes herramientas computacionales, que han modificado las técnicas empleadas en el proceso de diseño. Por lo tanto, es imprescindible que el Ingeniero Mecánico conozca los principios fundamentales que emplean la mayoría de los programas computacionales que apoyan el referido proceso de diseño.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer la teoría de las máquinas y los mecanismos y los conceptos fundamentales de la mecánica de los sólidos.

### OBJETIVOS GENERALES

Conocer la filosofía del diseño mecánico asistido por computador y los fundamentos básicos de los programas que se emplean para realizar geometrías complejas en tres dimensiones y la integración de estos programas con otros que realizan simulaciones de movimiento, y análisis de tensiones y deformaciones por elementos finitos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los fundamentos de la creación de geometrías complejas para representar elementos de máquinas y sistemas mecánicos en programas computacionales.  
 Comprender los principios de la simulación y análisis dinámico de sistemas mecánicos empleados por diversos programas computacionales.  
 Conocer los fundamentos empleados en los programas computacionales que se basan en el método de los elementos finitos para analizar esfuerzos y deformaciones en elementos de máquinas.  
 Entender como el uso coordinado de los programas computacionales para la creación de geometrías, para la simulación del movimiento y el análisis de esfuerzos y deformaciones, puede favorecer el proceso de diseño mecánico.

---

Realizar ejemplos en los que se demuestren las bondades de los programas computacionales aplicados al proceso de diseño mecánico.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### UNIDAD I. MODELADO DE GEOMETRÍAS

##### Tema 1. Generalidades

Introducción: El proceso de diseño; Evolución histórica del diseño asistido por computador. Hardware y periféricos específicos para el diseño asistido por computadora. Software: Sistemas operativos.

2 horas

##### Tema 2. Modelado Geométrico en 3D

Introducción. Tipos de programas de modelado geométrico. Tipos de modelado geométrico: Estructura alambica; Superficie; Sólidos. El espacio de diseño tridimensional. La visualización. Métodos de modelado: Primitivas básicas; sólidos por extrusión; Sólidos por revolución; Operadores boléanos; Sólidos paramétricos. Modelado de geometrías complejas. Modelado geométrico de sistemas mecánicos multicuerpo. Generación de planos de conjunto y despiece. Tipos de archivos de intercambio. Asignación de materiales

8 horas

#### UNIDAD II. SIMULACIÓN DE MOVIMIENTO DE SISTEMAS MECÁNICOS

##### Tema 1: Introducción

Simulación dinámica de sistemas mecánicos multicuerpo: Análisis y simulación cinemática; Análisis y simulación dinámica; La simulación dinámica y el proceso de diseño CAE; Evolución histórica de la simulación dinámica; Etapas del proceso de simulación dinámica.

2 horas

##### Tema 2. Cinemática de Sistemas Multicuerpo

Cinemática de sistemas multicuerpo: Análisis cinemático; Uniones o pares en cinemática plana; Uniones y pares en cinemática espacial; Criterio de movilidad; Transformación de coordenadas; Punto fijo en un cuerpo rígido; Configuraciones singulares; Punto móvil en un cuerpo rígido.

Cinemática plana en sistemas con restricciones: Restricciones cinemáticas; Coordenadas absolutas; Restricciones de accionamiento; Restricciones de unión.

6 horas

##### Tema 3: Dinámica de Sistemas Multicuerpo

Formulación de las ecuaciones dinámicas del movimiento: Principio de D'Alembert; Formulación Completa; Formulación Intermedia. Formulación Compacta; Formulación Aumentada. Otros principios de la dinámica: Principio de los trabajos virtuales, Ecuación de Lagrange; Fuerzas conservativas y no conservativas.

10 horas

##### Tema 4: Simulación de Movimientos de Sistemas Mecánicos

Introducción a programas comerciales de simulación de sistemas mecánicos. Programas para la simulación dinámica de mecanismos en 2D y 3D. Generación de geometrías. Importación de geometrías desde programas de modelado de geometrías. Ensamblaje de sistemas mecánicos. Restricciones. Obtención de resultados para todo el ciclo de movimiento. Análisis de resultados. Errores. Interacción con programas de modelado de geometrías.

12 horas



---

## UNIDAD III. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS ASISTIDO POR COMPUTADORA

### Tema 1: Introducción

Perspectiva histórica del diseño de elementos de máquinas asistido por computador. Análisis de esfuerzos y deformaciones empleando el método de los elementos finitos (MEF).  
2 horas

### Tema 2: El Método de los Elementos Finitos

Introducción al MEF. Matriz de rigidez. Ensamblaje de una matriz de rigidez global. Análisis lineales estáticos.  
14 horas

### Tema 3: El Método de los Elementos Finitos en Diseño Mecánico

Introducción a los programas comerciales de MEF para diseño de elementos de máquinas. Generación de geometrías. Importación de geometrías desde programas de modelado de geometrías. Imposición de: estados de carga y condiciones de contorno. Generación de malla. Solución utilizando el MEF. Postprocesamiento y análisis de resultados asociados a desplazamientos, esfuerzos y deformaciones.  
16 horas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador las técnicas estudiadas en clase.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Dos o tres exámenes parciales en los que se deben explicar las técnicas de análisis expuestas en clase (50%). Trabajos que impliquen la utilización de programas especializados de modelado de geometrías, de simulación de movimiento y de elementos finitos (50%).

## BIBLIOGRAFÍA

- Shabana A. *Computational dynamics*. John Wiley, Nueva York. 2001.
- Haug E. *Computer aided kinematics and dynamics of mechanical systems, Volume I: Basics Methods*. Alyyn and Bacon, Needham Height, Massachussets. 1989.
- Cook R. *Finite Element Modeling for Stress Analysis*, John Wiley, USA. 1995.
- Cook R. *Concepts and applications of finite element analysis*, John Wiley, USA. 1981.
- Young W. Kwon, Hyochoong Bang. *Finite Element Method Using Matlab*, 2nd Edition. July 28, 2000
- Dietrich Braess, Larry L. Schumaker. *Finite Elements : Theory, Fast Solvers, and Applications in Solid Mechanics*. April 2001

**Fecha de elaboración del programa: 26 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mary J. Vergara P. y Sebastian E. Provenzano R.**

---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de La Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SIMULACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS</b>			<b>Código:</b>	IMT904
<b>Prelaciones:</b>	TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	4

### JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura pretende introducir al estudiante en los métodos computacionales que se emplean en la actualidad para modelar, con la ayuda del computador, el comportamiento cinemático y dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo. Estos métodos podrán ser empleados para hacer simulaciones del movimiento de los sistemas, ayudando, de ésta manera, a realizar buenos diseños y/o análisis con menor esfuerzo.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer la teoría de las máquinas y mecanismos, debe manejar el álgebra matricial y vectorial, y tener un buen conocimiento de la implementación de los métodos numéricos y de programación.

### OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar la asignatura el estudiante debe estar en capacidad de simular el comportamiento cinemático y dinámico de sistemas multicuerpo simples, empleando novedosas técnicas provenientes de la investigación desarrollada en este campo, así como diversos programas comerciales creados para tal fin.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ampliar conocimientos en relación al modelado cinemático de sistemas mecánicos.

Conocer y emplear las técnicas computacionales aplicadas a la cinemática de sistemas mecánicos en el plano.

Conocer los principios de la mecánica clásica que permiten modelar el comportamiento dinámico de los sistemas mecánicos multicuerpo.

Conocer y emplear las técnicas computacionales aplicadas a la dinámica de sistemas mecánicos en el plano.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA 1: Introducción**

Simulación dinámica de sistemas mecánicos multicuerpo: Análisis y simulación cinemática; Análisis y simulación dinámica; La simulación dinámica y el proceso de diseño CAE; Evolución histórica de la simulación dinámica; Etapas del proceso de simulación dinámica.

6 Horas teóricas.

#### **TEMA 2: Cinemática de Sistemas Multicuerpo**

Cinemática de sistemas multicuerpo: Análisis cinemático; Uniones o pares en cinemática plana; Uniones y pares en cinemática espacial; Criterio de movilidad; Transformación de coordenadas; Punto fijo en un cuerpo rígido; Configuraciones singulares; Punto móvil en un cuerpo rígido. Cinemática plana en sistemas con restricciones: Restricciones cinemáticas; Coordenadas absolutas; Restricciones de accionamiento; Restricciones de unión.

12 Horas teóricas.

#### **TEMA 3: Métodos Computacionales en Cinemática**

Tipos de conducción de los sistemas. Análisis de posición: El método de Newton Raphson. Análisis de velocidades y aceleraciones. Formulación computacional de las restricciones de los pares: Algoritmo computacional; Mejora al método de Newton Raphson.

16 Horas teóricas.

#### **TEMA 4: Dinámica de Sistemas Multicuerpo**

Formulación de las ecuaciones dinámicas del movimiento: Principio de D' Alembert; Formulación Completa; Formulación Intermedia. Formulación Compacta; Formulación Aumentada. Desplazamientos y trabajos virtuales: Desplazamientos virtuales; Desplazamiento virtual de un sólido no restringido; Partición de coordenadas; Matriz jacobiana de restricciones; Coordenadas absolutas; Trabajos virtuales; Fuerzas generalizadas; Transformación de coordenadas; Elementos de fuerza; Fuerza de restricción. Principio de los trabajos virtuales: Equilibrio estático; Sistema equivalente de fuerzas; Cuerpo rígido; Sistema Mecánico, Ecuaciones de equilibrio. Equilibrio dinámico; Cuerpo rígido; Sistema mecánico y ecuaciones de la dinámica. Otros principios de la dinámica: Ecuación de Lagrange; Ecuación de Gibbs-Appell; Fuerzas conservativas y no conservativas; Ecuaciones canónicas de Hamilton.

18 Horas teóricas.

#### **TEMA 5: Métodos Computacionales en Dinámica**

Formulación completa: Matriz de masas; Fuerzas de inercia centrífugas; Sistema de coordenadas centroidal; Ecuaciones del movimiento para un cuerpo rígido. Formulación compacta: Matriz de masas; Fuerzas de inercia centrífugas; Sistema de coordenadas centroidal; Ecuaciones del movimiento para un cuerpo rígido.

20 Horas teóricas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc.). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y técnicas analizadas en clase.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Dos o tres exámenes parciales en los que se deben explicar las técnicas de análisis expuestas en clase (80%). Trabajos que impliquen la utilización de programas especializados para el

---

análisis dinámico de sistemas multicuerpo o la elaboración de programas sencillos en el que se realice la implementación de los métodos explicados en clase (20%).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Shabana A. *Computational dynamics*. John Wiley, Nueva York. 2001.
- Haug E. *Computer aided kinematics and dynamics of mechanical systems, Volume I: Basics Methods*. Alyyn and Bacon, Needham Height, Massachussets. 1989.
- Ginsberg J. *Advanced Engineering Dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge. 1998.
- Nikravesh P. *Comuter-Aided Analysis of Mechanical Systems*. Prentice-Hall Inc., Engewood Cliffs, New Jersey. 1988.
- Amirouche F.M.L. *Computational Methods in Multibody Dynamics*. Prentice-Hall. 1992.
- García de Jalón J. y Bayo E. *Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems*. Springer-Verlag. 1994.

**Fecha de elaboración del programa: 16 de FEBRERO de 2004.**

**Programa Elaborado por: Sebastian E. Provenzano R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MECÁNICA DE ROBOTS</b>			<b>Código:</b>	IMT905
<b>Prelaciones:</b>	TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura pretende introducir al estudiante en la teoría fundamental que gobierna el comportamiento cinemático, estático y dinámico de los manipuladores, los cuales son, en general, los sistemas mecánicos automáticos más empleados en la industria en la actualidad.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer la teoría de las máquinas y mecanismos, debe manejar el álgebra matricial y vectorial, y tener un buen conocimiento de la implementación de los métodos numéricos y de programación.

### OBJETIVOS GENERALES

La finalizar el curso los estudiantes deben estar en capacidad hallar el modelo matemático que gobierna el comportamiento cinemático y/o dinámico de los brazos robots que se emplean comúnmente en la industria, y emplearlo para resolver los problemas cinemáticos y/o dinámicos directo e inverso.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer las generalidades acerca de los robots industriales.

Conocer y aplicar la teoría que permite resolver de manera sistemática los problemas cinemáticos directo e inverso de un brazo robot.

Hallar las fuerzas que deben ejercer los actuadores para equilibrar estáticamente un manipulador.

Conocer los diferentes principios de la dinámica que permiten modelar dinámicamente un brazo robot.

Conocer y aplicar la teoría que permite resolver de manera sistemática los problemas dinámicos directo e inverso de un brazo robot.

Conocer y aplicar los diferentes procedimientos que permiten generar trayectorias de los elementos terminales en los manipuladores.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA 1: Introducción**

Perspectiva histórica. Componentes de un robot. Especificaciones de un robot. Clasificación de los robots: por el sistema de coordenadas; por el sistema de control. Aplicación de los robots: soldadura, pintura, maquinado, mantenimiento, montaje, inspección. Los robots en la industria. Notación.  
4 horas teóricas.

#### **TEMA 2: Cinemática de robots: Posición**

Posición y orientación de un sólido rígido en el espacio: Sistemas coordenados; Matrices de rotación; Composición de rotaciones; Transformación homogénea. Modelado cinemático del brazo robot: eslabones; articulaciones; cadenas cinemáticas abiertas; notación Denavit-Hartenberg; solución de Pieper. Problema cinemático directo: resolución del problema cinemático directo para un robot PUMA 560. Problema cinemático inverso: resolución del problema cinemático inverso para un robot PUMA 560.  
12 horas teóricas.

#### **TEMA 3: Cinemática de robots: Movimiento**

Modelado cinemático del movimiento instantáneo: Relaciones diferenciales; Jacobiano del manipulador, determinación del jacobiano de un robot PUMA 560. Problema cinemático inverso: configuraciones singulares. Manipulabilidad y redundancia. Optimización.  
12 horas teóricas.

#### **TEMA 4: Estática de robots**

Análisis estático: Equilibrio, acciones equivalentes en las articulaciones. Dualidad.  
6 horas teóricas.

#### **TEMA 5: Modelado dinámico de sistemas mecánicos**

Aceleración de un cuerpo rígido. Distribución de masa. Ecuación de Newton. Ecuación de Euler. Principio de D'Alembert. Formulación de Newton-Euler de las ecuaciones de movimiento. Formulación de Lagrange-Euler de las ecuaciones de movimiento: La ecuación de Lagrange, Energía Cinética, Energía Potencial. Otros Principios de la Dinámica. Las ecuaciones de Kane, Las ecuaciones de Gibbs-Appell, comparación entre las diversas formulaciones.  
12 horas teóricas.

#### **TEMA 6: Dinámica de robots**

El problema dinámico inverso. El problema dinámico directo. Identificación de parámetros. Inclusión de la flexibilidad de las barras. Linealización de las ecuaciones de la dinámica. Consideraciones computacionales.  
18 horas teóricas.

#### **TEMA 7: Generación de trayectorias**

Consideraciones Generales. Procedimientos basados en el espacio de articulaciones. Procedimientos basados en el espacio cartesiano: Problemas geométricos en trayectorias cartesianas. Generación de trayectorias en tiempo real. Planificación de trayectorias usando el modelo dinámico. Planificación de trayectorias sin colisiones.  
8 horas teóricas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y

técnicas analizadas en clase.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Dos o tres exámenes parciales en los que se deben explicar las técnicas de análisis expuestas en clase (80%). Trabajos que impliquen la utilización de programas especializados para el análisis dinámico de sistemas multicuerpo o la elaboración de programas sencillos en el que se realice la implementación de los métodos explicados en clase (20%).

## BIBLIOGRAFÍA

- Craig, J. J. *Introduction to robotics: Mechanics and control*. Addison-Wesley, Reading. 1986.
- Angeles J. *Fundamentals of Robotic Mechanical Systems*. Springer Verlag, Nueva York. 1997.
- Shabana A. *Computational dynamics*. John Wiley, Nueva York. 2001.
- Haug E. *Computer aided kinematics and dynamics of mechanical systems, Volume I: Basics Methods*. Alyn and Bacon, Needham Height, Massachussets. 1989.
- Ginsberg J. *Advanced Engineering Dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge. 1998.
- Nikravesh P. *Comuter-Aided Analysis of Mechanical Systems*. Prentice-Hall Inc., Engewood Cliffs, New Jersey. 1988.
- Amirouche F.M.L. *Computational Methods in Multibody Dynamics*. Prentice-Hall. 1992.
- García de Jalón J. y Bayo E. *Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems*. Springer-Verlag. 1994.
- Mata, V; Valero, F. y Cuadrado, J. *Mecánica de robots*. Universidad Politécnica de Valencia, 1995.
- Provenzano S. *Aplicación de las ecuaciones de Gibbs-Appell a la dinámica de robots*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2001.

**Fecha de elaboración del programa: 16 de FEBRERO de 2004.**

**Programa Elaborado por: Sebastian E. Provenzano R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>SÍNTESIS DE MECANISMOS</b>			<b>Código:</b>	IMT906
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA RACIONAL 20, MÉTODOS NUMÉRICOS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Adicionalmente a los conocimientos y conceptos adquiridos en la asignatura obligatoria "Teoría de Máquinas y Mecanismos", es deseable que el alumno se forme en el campo de la Síntesis, el cual constituye junto al Análisis, el compendio básico del diseño de máquinas. Lo anterior se justifica también con cierta coyuntura que el ingeniero mecánico confronta en su desempeño profesional: diseñar –o modificar- un sistema mecánico, tal que satisfaga ciertos requerimientos preestablecidos; lo cual se denomina síntesis y constituye quizá la racionalización del diseño de maquinas, desde los puntos de vista cinemático y dinámico.

**REQUERIMIENTOS**

Esta asignatura constituye un complemento de la obligatoria antes mencionada y puede ser cursada en paralelo con ella, por consiguiente en esencia posee los mismos requerimientos es decir, el estudiante debe conocer las leyes que rigen el comportamiento estático, cinemático y dinámico de las partículas y de los sólidos en el espacio. Dominar los preceptos de la geometría analítica y el álgebra vectorial. Implementar en el computador métodos numéricos que le permitan resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.

**OBJETIVOS GENERALES**

Al finalizar la asignatura el estudiante debe conocer los conceptos de la Síntesis Cinemática y estar en capacidad de aplicarlos en el modelado y el diseño de máquinas. Interpretar la síntesis cinemática para todo el ciclo de cualquier sistema mecánico, con el fin de incorporar posibles modificaciones en su diseño, tales que produzcan un funcionamiento dado. Diseñar mecanismos planos con la ayuda de programas computacionales.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Efectuar síntesis cinemática de mecanismos, tanto gráfica como analíticamente y conseguir generadores de función, de trayectoria y de movimiento. Diseñar mecanismos de levas es decir, conseguir el perfil de la leva conductora de un mecanismo articulado cualquiera, cuyo conducido se mueve con ciertas características preestablecidas.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### **TEMA 1: Introducción a la síntesis dimensional**

Clasificación de los problemas de síntesis dimensional. Generadores de función, de trayectoria y de movimiento. Puntos de precisión. Síntesis de varias posiciones. 8 horas.

#### **TEMA 2: Síntesis gráfica de mecanismos**

Obtención gráfica de generadores de función, de trayectoria y de movimiento. Síntesis dimensional de 2 posiciones. Síntesis de 3 posiciones con pivotes móviles y fijos. Problemas de punto muerto. Síntesis para más de 3 posiciones. Síntesis de mecanismos de retorno rápido. Ejercicios. 10 horas.

#### **TEMA 3: Curvas del acoplador y mecanismos cognados**

Crúnodas, cúspides y curvas típicas de acopladores (bielas). Mecanismos cognados y teorema de Roberts-Chevishev. Generadores de movimiento paralelo. Mecanismos de línea recta. Diseño óptimo de mecanismos RRRR de línea recta. Mecanismos con detenciones. Ejercicios. 6 horas.

#### **TEMA 4: Diseño gráfico de mecanismos de levas**

Introducción: Clasificación y terminología. Curvas Base: Concepto de curvas base; Curva base línea recta; Curva base línea recta modificada; Curva base armónica; Curva base parabólica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Diseño de levas con seguidor de movimiento alternativo de cara plana o rodillo; Angulo de presión. Diseño de levas con seguidores rotacionales. Tamaño óptimo de leva. Factor de leva. Ejercicios de cada tipo. 12 horas.

#### **TEMA 5: Síntesis analítica de mecanismos**

Síntesis dimensional de n posiciones. Síntesis analítica utilizando álgebra compleja. Síntesis para 4 posiciones: Método de Bloch y método de Freudenstein. Error mecánico: enfoques determinístico y estocástico. Comparación de síntesis analítica y gráfica para 2 y 3 posiciones. Ejercicios. 10 horas.

#### **TEMA 6: Síntesis analítica de levas.**

Introducción. Ecuaciones que definen las Curvas Base: Curva base línea recta; Curva base armónica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Aplicaciones de alta velocidad. Seguidor traslacional de cara plana y de rodillo. Seguidor rotacional de cara plana y de rodillo. Ejercicios. 8 horas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teórico-prácticas en pizarrón, complementada con la presentación y utilización de ciertos programas de validación y de modelado, utilizando medios audiovisuales y computacionales en el aula y también, mediante la inclusión de animaciones que pueden ser consultadas a través de Internet. Como complemento se asignarán tareas en las que el alumno trabajará fundamentalmente en el laboratorio de diseño asistido por computador u otro laboratorio de computación de la Escuela.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizan tres o cuatro exámenes parciales, en los cuales el estudiante debe emplear las técnicas expuestas en clases para resolver problemas típicos. Estos exámenes parciales

---

constituyen aproximadamente un 80% de la nota definitiva. Adicionalmente se realizan prácticas calificadas, algunas de ellas en programas computacionales, que aportan aproximadamente un 20% a la nota definitiva.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Erdman A. y Sandor G. *Diseño de Mecanismos*. Prentice Hall Inc., México. 1998.
- Shigley J. y Uicker J. *Teoría de Máquinas y Mecanismos*. Mc Graw-Hill México. 1990.
- Norton R. *Diseño de Maquinaria*. Mc Graw-Hill, México. 2000.
- Mabie H. y Reinholtz Ch. *Mecanismos y Dinámica de Maquinaria*. Editorial LIMUSA, México. 2000.
- Ham C., Crane E. y Rogers W. *Mecánica de Máquinas*. Mc Graw-Hill, Nueva York. 1974.
- Mallik A., Ghosh A. y Dittrich G. *Kinematic Analysis and Synthesis of Mechanisms*. Edit. CRC, Florida. 1994.
- Shabana A. *Computational dynamics*. John Wiley, Nueva York. 2001.
- Hartenberg y Denavit. *Síntesis Cinemática de Mecanismos*. Edit. Mc Graw Hill, Nueva York. 1964.

**Fecha de elaboración del programa: 02 de junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Sebastian E. Provenzano R y Víctor E. Calderón R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>VIBRACIONES</b>			<b>Código:</b>	IMT907
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA RACIONAL 20			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	4

**JUSTIFICACIÓN**

En esta asignatura se pretende proporcionar las herramientas básicas que deben manejarse para tomar en cuenta, y reducir el efecto de las vibraciones en el proceso de diseño de las máquinas y de los elementos que las componen.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante, conocer los principios básicos que gobiernan el comportamiento de los sistemas mecánicos, debe manejar el álgebra matricial y vectorial, y tener un buen conocimiento de la implementación de los métodos numéricos y de programación.

**OBJETIVOS GENERALES**

Se realiza un estudio acerca del análisis modal en sistemas mecánicos utilizando para ello herramientas matemáticas y computacionales. Se analizan sistemas mecánicos de varios grados de libertad, barras y se hace una introducción a la dinámica de motores.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Análisis de sistemas discretos de un grado de libertad, incluyendo el estudio de vibraciones libres y forzadas así como aplicaciones a las vibraciones de máquinas.
- Análisis de sistemas discretos de varios grados de libertad, incluyendo el estudio de vibraciones libres y forzadas así como aplicaciones a las vibraciones de máquinas y al amortiguamiento de vibraciones en máquinas.
- Análisis de sistemas continuos, incluyendo el estudio de vibraciones libres y forzadas así como métodos para la discretización de sistemas continuos.
- Introducción al estudio de vibraciones aleatorias, haciendo especial hincapié en las aplicaciones del análisis espectral al control del funcionamiento de una máquina.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO

#### **Tema 1: Análisis Modal de Sistemas de Un Grado de Libertad**

Ecuaciones de movimiento para sistemas discretos: Introducción al estudio de las vibraciones. Sistemas de un grado de libertad: Vibración libre; Respuesta a situaciones básicas.  
12 horas

#### **Tema 2: Análisis Modal de Sistemas de Varios Grados de Libertad**

El problema de autovalores de sistemas no amortiguados: Frecuencias y modos naturales; Ortogonalidad y normalización; Modos de cuerpo rígido; Implementación computacional. Ecuaciones modales: Coordenadas modales; Respuesta forzada y amortiguamiento modal; Respuesta armónica en estado estable.  
16 horas

#### **Tema 3: Excitación Armónica de Sistemas de Varios Grados de Libertad**

Función de transferencia en el dominio frecuencial. Sistemas amortiguados: Técnicas de amortiguamiento. Técnicas FFT.  
8 horas

#### **Tema 4: Vibración en Barras Elásticas**

El método de Ritz. El método de Raleigh. Ecuaciones de Movimiento: Estudio de autovalores. Análisis modal: Ortogonalidad de las funciones modales; Respuesta modal; Vibración libre; Respuesta de la función impulso. Convergencia y propiedades del método de Raleigh. Método de Ritz para sistemas discretos.  
10 horas

#### **Tema 5: Estudios en Barras Vibratorias**

Derivación de las ecuaciones de movimiento. Estudio de vibraciones en barras sometidas a torsión o flexión. Simetría y funciones modales. Análisis de la respuesta modal. Teoría de la viga de Timoshenko: Modelo matemático; Análisis modal. Análisis de la vibración en barras aplicando el método de los elementos finitos.  
12 horas

#### **Tema 6: Introducción a la Dinámica de Rotores**

Modelo matemático de un rotor dinámico. Efectos del amortiguamiento interno y externo. Cojinetes flexibles ortotrópicos. Efectos giroscópicos. Disco flexible ortotrópico.  
14 horas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc.). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y técnicas analizadas en clase.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Dos o tres exámenes parciales en los que se deben explicar las técnicas de análisis expuestas en clase (80%). Trabajos que impliquen el empleo de los conocimientos adquiridos (20%).

## BIBLIOGRAFÍA

- Ginsberg J. *Mechanical and Structural Vibrations: Theory and Applications*. John Wiley & Sons. 2001.
- Ginsberg J. *Advanced Engineering Dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge. 1998.
- Hatch, M. *Vibration Simulation Using MATLAB and ANSYS*. CRC Press. 2000.
- Inman D. y Inman J. *Engineering Vibrations*. Prentice Hall, 2 ed.. 2000.

**Fecha de elaboración del programa: 17 de junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mary Vergara y Sebastian Provenzano**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PRINCIPIOS DE MECANICA DE FRACTURA</b>			<b>Código:</b>	IMT908
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE MATERIALES II, MATERIALES PARA INGENIERIA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-		3	
<b>Horas / semestre</b>	54	-		54	3

**JUSTIFICACIÓN**

En ingeniería mecánica el diseño tradicional se fundamenta en considerar que el material, con que se construye cualquier pieza, es un continuo, donde no se considera la posible presencia de huecos, grietas u otros defectos internos en el material, los cuales ponen en riesgo el buen desempeño de las piezas produciendo consecuencias graves de llegar a fracturar, pudiéndose llegar al extremo de poner en peligro la seguridad y vida de seres humanos. Por estos motivos surge la mecánica de fractura, quien se encarga de tomar en consideración estos defectos, particularmente grietas, pudiendo estimar las fuerzas o cargas que pudieran llevar a la fractura cualquier pieza de forma y tamaño definidos, con lo cual se puede establecer la vida útil de la pieza. Estos conocimientos son necesarios que los adquieran los futuros ingenieros mecánicos para que puedan evaluar y tomar decisiones determinantes en situaciones particulares relacionadas con esta materia tan importante.

**REQUERIMIENTOS**

Se requiere de un conocimiento básico de la ciencia e ingeniería de los materiales.

**OBJETIVOS GENERALES**

Que el estudiante adquiera los conocimientos en que se fundamenta la mecánica de la fractura, logrando con esto capacitarse para realizar un diseño mecánico integral, en el que pueda resolver satisfactoriamente problemas asociados con el desarrollo de grietas en servicio de componentes mecánicos y/o estructurales.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Que el estudiante aprenda sobre:

- Los diferentes criterios de diseño, sus ventajas y limitaciones.
- Los conceptos básicos de la mecánica de fractura.
- Los diferentes modos de fractura, así como sus características esenciales.
- La selección de materiales por mecánica de fractura.
- Los mecanismos de propagación de grietas y sus consecuencias.

- 
- La predicción de vida y el análisis de integridad de componentes.
  - La realización de modelos matemáticos para evaluar la fractura
  - El empleo del método de elementos finitos en la mecánica de fractura
  -

## CONTENIDOS

---

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

#### **TEMA 1. Fractura de componentes estructurales y mecánicos.**

Introducción: reseña sobre la fractura y sus consecuencias, importancia de su prevención. Definición de fractura. Tipos básicos de fractura: frágil y dúctil. Diseño mecánico clásico: material continuo, variables del diseño, esfuerzo máximo permisible o de diseño, criterio de diseño. Diseño contra fractura: presencia de grietas o defectos y sus consecuencias, integridad estructural, análisis de integridad y mecánica de fractura, resistencia residual y vida residual.

6 horas (Teoría).

#### **TEMA 2. Conceptos básicos de mecánica de fractura.**

Definición de mecánica de fractura. Categorías de fractura: lineal elástica, elastoplástica, colapso plástico. Fractura en función del tiempo: estática y retardada o propagación de grietas. Variables en mecánica de fractura. Factor de intensidad de esfuerzos (K). Tenacidad de fractura (Kc). Criterio de fractura: tamaño crítico de grieta, diagrama de resistencia residual.

6 horas (Teoría)

#### **TEMA 3. Fractura lineal elástica.**

El criterio de Griffith. El factor de intensidad de esfuerzos (K): modos de fractura, modelo de Irwin, principio de similitud. Determinación del factor de intensidad de esfuerzos. Formación de zona plástica. El criterio de energía y la tenacidad de fractura (Kc). La curva R. Esfuerzo plano y deformación plana, evaluación de Kc. Limitaciones de la MFLE.

5 horas (Teoría)

#### **TEMA 4. Fractura elastoplástica.**

Fractura elastoplástica, comportamiento no lineal. La integral de contorno J y el análisis de fractura: curva J-R, J crítico (Jc), evaluación de Jc. Limitaciones de J. Desplazamiento de abertura de grietas. El criterio de Dugdale. Curva de evaluación de falla (Kr vs Sr). Mecánica de fractura dependiente del tiempo.

6 horas (Teoría)

#### **TEMA 5. Resistencia a la fractura.**

Resistencia residual. Selección de materiales: factores influyentes, criterios básicos y diagramas de selección. Análisis de fallas por mecánica de fractura. Reforzamiento de estructuras agrietadas. Condición de fuga antes de la falla.

5 horas (Teoría)

#### **TEMA 6. Fatiga.**

Definición. Propagación de grietas: etapas, ciclos de cargas, rapidez de crecimiento, ecuación de Paris. Análisis clásico (curvas S-N) vs mecánica de fractura. Cierre de grietas: fenómeno, observación gráfica, mecanismos, factores influyentes. Agrietamiento por corrosión y esfuerzos. Grietas por termofluencia. Grietas inducidas por hidrógeno.

5 horas (Teoría).

#### **TEMA 7. Predicción de vida y análisis de integridad.**

Definición. Predicción de vida en componentes: vida útil y vida residual, condiciones de servicio y resistencia del material, vida económica. Deterioro de componentes: tipos y consecuencias, evaluación en el tiempo. Formas de daño y sus efectos. Sistema de

---



---

predicción de vida: fundamentos, estructuración y características. Integridad estructural: definición, mantenimiento predictivo.  
5 horas (Teoría).

**TEMA 8. Modelos constitutivos para fractura.**

Clasificación general de modelos. Modelos basados en Mecánica de Fractura Lineal. Modelización de un material mediante Mecánica de Fractura.  
5 horas (Teoría).

**TEMA 9. Introducción a los elementos finitos en mecánica de la fractura.**

Elementos Finitos no singulares. Cálculo del factor de intensidad de esfuerzos. Estrategia de propagación de fisura.  
5 horas (Teoría).

---

**EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias, proyector de video, ejemplos de piezas fracturadas, etc., enfocando los aspectos teóricos a situaciones prácticas para la mejor comprensión de lo estudiado.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán tres exámenes parciales en horas de clase, de 2 horas c/u (total 6 horas) y un trabajo especial sobre un tópico de la asignatura. Los exámenes y su valoración porcentual de la nota definitiva es la siguiente:  
Primer parcial, temas 1 al 3, 30%  
Segundo parcial, temas 4 al 6, 30%  
Tercer parcial, temas 7 al 9, 25%  
Trabajo especial, 15%, consta de un informe y exposición.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Collins, J. A. *Failure of materials in mechanical design*. Edit. John Wiley and Sons. N.Y. 1993
- Esis. *Fatigue Design*. Edit. ESIS, London 1993.
- Felker, D. y Atkins, A. *Strength and Fracture of Engineering Solids*. Prentice-Hall, N. J., 1984.
- Forrest Peter G. *Fatiga de los metales*. Editorial Urmo, Bilbao, 1972.
- Fuchs Henry O. *Metals fatigue in engineering*. Editorial John Wiley, NY, 1980.
- Gonzalez J. L. *Mecánica de Fractura Bases y Aplicaciones*. Limusa. México 1998.
- Hertzberg, R. *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. Edit. John Wiley & Sons, N Y, 1976.
- Kanott, A. F. *Fundamentals of Fracture Mechanics*. Butterworths, London, 1973.
- Lawn, B.R. y Wilshaw, T.R. *Fracture of Brittle Solids*. Cambridge University Press, London, 1975.
- Martinus Nijhoff. *International Symposium on Defects Fracture and Fatigue. Defects, Fracture and Fatigue*. Edit. Martinus Nijhoff Pub, London 1983.
- Oliver, X y Agelet de Saraabar, A. *Mecánica de los medios continuos para ingenieros*. Ediciones UPC, Barcelona-España 2000.
- Oller, Sergio. *Fractura Mecánica. Un enfoque global*. Centro Internacional de Métodos Numéricos. 2001.
- Simo, J. C. y Houghes, T. J. R. *Computational Inelasticity*. Springer-Verlag, New York 1998.
- The American Society of Mechanical Engineer. *Fatigue, fracture and risk*. ASME, NY, 1992.
- The American Society of Mechanical Engineer. *Pressure vessel fracture, fatigue and life management*. ASME, NY, 1992

---

**Revistas Periodicas:**

- Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. Blackwell Science, Danvers, MA, USA.
- Materials Science and Engineering A. Elsevier Science S.A. N. Y., USA.
- Metallurgical and Materials Transactions A. The Minerals, Metals and Materials Society (TMS) y American Society for Metals International (ASM), Metals Park, Ohio, USA.

<b>Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R. , Vergara M.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>TEORIA DE LA LUBRICACION</b>			<b>Código:</b>	IMT909
<b>Prelaciones:</b>	ELEMENTOS DE MAQUINAS I Y II.			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Por lo general, en cualquier cojinete debe haber lubricación con el fin de reducir la fricción y disminuir el calor, los cojinetes giran o se desplazan, o ambas a la vez. Los engranes son capaces de transmitir grandes cantidades de potencia a altas velocidades, la lubricación adecuada disminuye el desgaste de sus dientes. Los sistemas hidráulicos dependen de una selección idónea del aceite.

### REQUERIMIENTOS

Tener los conocimientos básicos de los temas: diseño de cojinetes de deslizamiento, diseño de engranes, cadenas, sistemas hidráulicos, etc.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de este curso es conocer la importancia de la lubricación, considerar a ésta como una parte tan vital de la máquina como cualquiera de sus órganos activos.

Entender el problema tribológico, su alcance e implicaciones en los diferentes elementos de máquinas que requieren lubricación y darle su lubricación adecuada.

Que el estudiante adquiera habilidad en las técnicas sobre: Lubricación de equipos y de elementos fundamentales, el estudio de los diferentes tipos de lubricantes y sus principios básicos, Lubricantes, Fluidos para mandos hidráulicos y en el trabajo de los metales, y selección y uso de los diferentes tipos de sellos y empaques, en diversidad de condiciones de trabajo.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los modos de lubricación, sus principios y aplicaciones.

Que el estudiante adquiera habilidad en las técnicas sobre: Lubricación de equipos y de elementos fundamentales, el estudio de los diferentes tipos de lubricantes y sus principios básicos, Lubricantes, Fluidos para mandos hidráulicos y en el trabajo de los metales, y selección y uso de los diferentes tipos de sellos y empaques, en diversidad de condiciones de trabajo.

## **CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

### **TEMA 1. LUBRICANTES**

Introducción. Definiciones. Crudo e hidrocarburos. Proceso de Fabricación de aceites lubricantes. Bases lubricantes. Propiedades de los lubricantes. Propiedades de los Aceites. Propiedades de las grasas. Los lubricantes y su clasificación. Aditivos y su clasificación. Grasas lubricantes. Ensayos de laboratorio para grasas. Ensayos de laboratorio para aceites. Ensayos practicables por el usuario. Análisis de aceites usados. Muestreo de aceites nuevos y usados. Desarrollo de un aceite lubricante. Regeneración de aceites. Lubricantes nacionales.  
(10 horas).

### **TEMA 2. PRINCIPIOS BASICOS DE LA LUBRICACION.**

Introducción. Reseña histórica de la lubricación. Concepto de Tribología. Algunos términos empleados en la Lubricación. Estudio sobre fricción y sus tipos. Estudio sobre desgaste y sus tipos. La lubricación y su importancia: Objetivos de la lubricación. Estudio técnico de la lubricación: Influencia del estado de las superficies metálicas en relación con los fenómenos de fricción, desgaste y la lubricación. Estudios de los distintos regímenes de lubricación: Hidrodinámica, Hidrostática, Untuosa Límite o extrema presión y a base de lubricantes sólidos.  
(6 horas).

### **TEMA 3. LUBRICACION DE ELEMENTOS FUNDAMENTALES.**

Cojinetes de deslizamiento: Consideraciones para el diseño: parámetros de diseño comunmente utilizados. Materiales. Tipos de Cojinetes. Nomenclatura para cojinetes. Consideraciones de diseño. Diagramas de viscosidad. Lubricación. Alineación y montaje. Métodos de distribución del lubricante. Métodos de recolección. Sellado. Tipos de averías en cojinetes de deslizamiento. Método gráfico simplificado para el calculo de cojinetes.  
Rodamientos: Tipos. Materiales. Lubricantes y Lubricación. Montaje y mantenimiento. Causas de fallas.  
Engranajes: Funciones de los engranajes. Tipos de engranajes. Geometría de los engranajes. Variables de diseño. Materiales. Lubricación. Pruebas del Lubricante. Fallas. Selección del lubricante.  
Cadenas: Tipos. Relación desgaste – lubricación y mantenimiento. Condiciones de carga y velocidad.  
Cables: Construcción. Importancia del núcleo. Prelubricación en servicio. Fallas. Lubricantes. Mantenimiento.  
Otros elementos mecánicos: dar los conocimientos fundamentales relacionados con la lubricación.  
(12 horas).

### **TEMA 4. SISTEMAS DE LUBRICACION.**

Introducción. Clasificación de los sistemas de lubricación: Sistemas de lubricación con aceite y Sistemas de lubricación con grasa. Características de funcionamiento de los sistemas de lubricación: Sistemas de lubricación con aceite y sistemas de lubricación con grasa. Componentes de los sistemas centralizados. Factores a considerar para seleccionar un sistema de lubricación. Aplicación y uso de los sistemas de lubricación. ¿Cuándo lubricar con grasa?. Mantenimiento preventivo de los sistemas de lubricación. Filtros – tipos. Dispositivos de supervisión y alarma.  
(6 horas).

### **TEMA 5. EQUIPOS HIDRAULICOS Y SU LUBRICACION.**

Introducción. Tipos de fluidos. Características necesarias. Partes integrales de los sistemas hidráulicos: la bomba, el motor hidráulico y equipo de accesorios. Selección del aceite adecuado según el tipo de bomba y características de trabajo del circuito. Aceites difícilmente inflamables para accionamientos hidráulicos. Cuidado de los sistemas hidráulicos. Fluidos para transmisiones automáticas y convertidores de par. Características del fluido ideal. Averías en los mandos hidráulicos y corrección de anomalías en los sistemas. ( 6 horas).

---

## **TEMA 6. LUBRICACION EN EL TRABAJO DE METALES – ACEITES DE CORTE.**

Introducción. Fluidos para trabajos de metales: Brochados y Escariados, Torno, Rectificado, etc. Funciones del fluido y recomendaciones. Ensayos de laboratorio especiales para aceites de corte. (4 horas).

## **TEMA 7. SELLOS Y EMPAQUES.**

Introducción. Conceptos. Materiales y sus aplicaciones. Tipos. Condiciones estáticas y dinámicas. Aplicaciones. (6 horas).

## **TEMA 8. LUBRICACION DE EQUIPOS.**

Introducción. Motores de combustión interna. Compresores y bombas de vacío. Compresores frigoríficos. Máquinas de vapor. Turbinas hidráulicas. Máquinas herramientas. Turbinas de vapor y gas, etc. (6 horas).

## **TEMA 9. SEMINARIO.**

Algunos de los tópicos nombrados a continuación, y otros no mencionados; serán seleccionados por grupos de estudiantes para ser preparados y expuestos en clase: Lubricación en industrias específicas, Transformadores y su lubricación, Fricción y Desgaste, etc. (16 horas)

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Las clases se impartirán de manera teórica, con recursos visuales tales como el videobean.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizarán tres exámenes parciales sobre el contenido de cada uno de los temas. Se asignarán trabajos especiales, uno para cada grupo de estudiantes, el cual debe ser expuesto en un Seminario con la participación de cada uno de los miembros del grupo y con la debida presentación de un informe escrito.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Máquez J., Fundamentos Teóricos sobre Lubricación. Universidad de Los Andes, Mérida, 1995.
- Bartz, W.J., Engine Oils and Automotive Lubrication, Marcel Decker Inc., 2002.
- Seireg,A.A., Friction and Lubrication in Mechanical Design, Marcel Decker Inc., 1999.
- Wills, J.G., Lubrication Fundamentals, Marcel Decker Inc., 2000.
- Lansdown, A.R., Lubrication and Lubricant Selection. Mechanical Engineering Pubns Ltd., 1996.
- Theo, M., Dresel W., Lubricants and Lubrication, John Wiley & Sons., 2001.
- Heinz, P. B., Practical Lubrication for Industrial Facilities. Fairmont Pr. 2000.
- Booser, E. R., Tribology Data Handbook: An Excellent Friction, Lubrication and Wear Resource. CRC Press, 1997.
- Obe, M.J., Lubrication: A Tribology Handbook, Society of Automotive Engineer, 1993.
- Booser, E.R., Handbook of Lubrication Theory and Design, Society of Tribologists &, 1990.

- 
- Byers, J.P., Metalworking Fluids, Marcel Dekker Inc., 1994.

<b>Fecha de elaboración del programa: 10 de Julio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Rubén Chacón M.</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INGENIERIA DEL AUTOMOVIL</b>	<b>Código:</b>	IMT910		
<b>Prelaciones:</b>	TEORIA DE MAQUINAS Y MECANISMOS	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

El auge vertiginoso que ha tenido y seguirá teniendo el automóvil como único medio de transporte del 95% de las personas, hace imperativo dedicar especial atención a su estructura y funcionamiento; pero si ello no es suficiente, es insoslayable el estudio que merecen los diversos sistemas que lo conforman y las innovaciones que ellos van incorporando año tras año, convirtiéndolo en la maquina objeto de la mayor cantidad de mejoras en la historia de la humanidad: razones mas que suficientes para dedicar una asignatura al exclusivo estudio de los sistemas que integran esta maquina que ha transformado radicalmente al mundo desde su aparición.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener conocimiento previo de la estructura y función de los distintos elementos y órganos de unión presentes en cualquier sistema mecánico, así como de los conceptos básicos de resistencia y mecánica de materiales, aplicados a todo elemento de máquina sometido a cargas diversas; por consiguiente es necesario que el estudiante tenga conocimientos firmes de teoría de la elasticidad, del comportamiento de los materiales y de sus propiedades mecánicas. También debe saber analizar el funcionamiento de cualquier mecanismo o máquina a lo largo de todo su ciclo. En consecuencia, debe dominar las técnicas de análisis dinámico de fuerzas y la distribución de estas en los distintos elementos de máquina.

### OBJETIVOS GENERALES

Al culminar el curso el estudiante habrá adquirido un conocimiento básico de los sistemas mecánicos e hidráulicos que posee cualquier automóvil, así como de los principales fenómenos dinámicos que se presentan en el. Dicho conocimiento proporciona al estudiante los fundamentos necesarios para emprender estudios de cuarto nivel en el área y para complementar su formación profesional, al permitirle ver integrados un conjunto de sistemas interdependientes.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer y comprender el funcionamiento de los distintos sistemas y dispositivos que integran un

---

vehículo: Sistemas de suspensión, de dirección, cajas de cambio, embragues, diferenciales, frenos, chasis, las llantas.

Definir y establecer con claridad las características y los parámetros de diseño de un automóvil: Las diversas resistencias que se oponen a su movimiento, las prestaciones y las curvas características. Potencias, arranque, frenado y otras variables.

Distinguir y comprender la importancia de los sistemas de seguridad activos y pasivos de los automóviles modernos, así como de los sistemas de control de emisiones.

Alcanzar la capacidad y el criterio para establecer con claridad los factores que intervienen en la escogencia de cada uno de los sistemas que conforman un vehículo y estudiar los elementos que lo integran es decir, preparar y adiestrar al estudiante en el cálculo de los dispositivos que conforman cada sistema, así como conocer los distintos elementos de máquinas y los órganos de unión que los constituyen

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### **TEMA 1: Resistencias ante el movimiento del automóvil.**

Resistencia aerodinámica: Análisis y determinación del coeficiente aerodinámico. Factores influyentes. Resistencia a la rodadura. Resistencia ante una pendiente. Potencia necesaria para el movimiento. 6 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 2: Prestaciones del vehículo**

Potencia disponible. Potencia transmitida. Curvas características del vehículo: Máxima velocidad, pendiente tope en cada marcha y máxima aceleración disponible. Arranque del vehículo: Modelo de arranque y tiempo de arranque. Prestaciones del vehículo en curvas: Velocidad de escape, velocidad de levantamiento, deriva. 8 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 3: Frenado del vehículo y frenos**

El frenado en vía recta. Deslizamiento relativo. Fases del frenado. Tiempo de reacción. Coeficiente de adherencia. Esfuerzos llanta-suelo. Elipse de adherencia. Frenos: Clasificación y tipos de frenos. Efecto de servofrenadura. Mecanismos de mando del freno. Transmisión, multiplicación y rendimiento del freno. Fuerza frenante en la periferia de la llanta. Frenos con hidrovac (servoasistidos). Limitaciones térmicas. Materiales de las superficies de fricción. Servofreno. Frenos ABS. 10 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 4: Las LLantas**

La cubierta y la banda de rodadura. El neumático. La campana. Datos característicos y clasificación estándar. Esfuerzos verticales, transversales y longitudinales. Características de funcionamiento de las llantas. 6 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 5: El sistema de suspensión**

Estructura e importancia de la suspensión sobre la estabilidad y la comodidad. Resortes y barras de torsión. Amortiguadores hidráulicos y neumáticos. Barras antirollido estabilizadoras. Funcionamiento y características de los diferentes tipos de suspensión. Suspensión con mecanismo de 4 barras. Suspensión de brazos oscilantes. Suspensión de eje rígido y suspensión Mc Phearson. 8 horas de clase (teoría y aplicación)

#### **TEMA 6: El sistema de dirección**

Componentes típicos del tren delantero. Ángulos del tren directriz. Estudio cinemático del mecanismo de la dirección. Mecanismos de dirección mecánicamente perfectos. Curvas de error de viraje. Viraje dinámico. Reglaje de la dirección: Camber, caster y convergencia.

---



---

8 horas de clase (teoría y aplicación)

**TEMA 7: El embrague y el sincronizado**

Funcionamiento y necesidad del embrague. Dimensionamiento y clasificación del embrague. Embragues de fricción, automáticos, hidráulicos y de rueda libre. El sincronizado: Engranajes deslizantes. Sincronizador de collarín. Sincronizador de plato y de cono. Sincronizadores positivos. Fuerzas sobre el sincronizador.  
8 horas de clase (teoría y aplicación)

**TEMA 8: La caja de cambios y el diferencial**

Caja de cambios manuales: Cambio con eje auxiliar. Cambio con engranes en cascada. Cambio con engranes epicicloidales. Variomatic. Paralelo entre los tipos de cambios. Transmisiones automáticas: Caja Hidromatic. Convertidor de par y cuerpo de válvulas. El diferencial: Mecanismo básico del diferencial con engranes cónicos espirales. Relación de transmisión. Diferencial autoblocante. Vehículos de doble tracción. El sistema overdrive.

10 horas de clase (teoría y aplicación)

**TEMA 9: Estabilidad y chasis**

Factores que afectan la Estabilidad direccional. Estabilidad con mandos libres y bloqueados. Margen de estabilidad. Deriva: Punto neutro. Sobreviraje y subviraje. Comportamiento en curvas. Comportamiento de la tracción delantera y la trasera. El Chasis: Clasificación y criterios de diseño. Chasis independiente. Automóviles compactos y chasis integral.

6 horas de clase (teoría y aplicación)

**TEMA 10: Sistemas complementarios y de seguridad**

Sistemas catalíticos de control de emisiones y de recirculación de gases de escape (EGR). Sistemas de seguridad activos y pasivos. Parachoques con absorbedor de impactos. Bolsas de aire. Cinturones de seguridad. Materiales de las carrocerías.

2 horas de clase (teoría y aplicación)

---

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

El proceso de enseñanza-aprendizaje en esta asignatura está basado en las clases magistrales teóricas (teoría aplicada) y en la resolución de ejemplos ilustrativos. Tales clases son del tipo convencional (presenciales). La docencia en pizarrón se facilita por medio del uso de transparencias y se complementa con el manejo de catálogos y tablas de selección estandarizadas, así como también con material audiovisual, ilustraciones y animaciones que pueden ser consultadas a través de Internet. Eventualmente se recurre a la figura de trabajos de investigación y exposición para complementar algún tópico.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Cuatro exámenes parciales escritos, de tipo teórico-práctico, cada uno aplicado sobre dos o tres temas. El tiempo requerido para efectuar estas evaluaciones, no está considerado dentro del total de 72 horas. La ponderación de estos exámenes es como sigue: El primer parcial representa el 15 % de la calificación definitiva de la asignatura; el segundo representa el 20 % y el tercero representa el 25 %, al igual que el cuarto examen. El restante 15 % viene dado por un trabajo de investigación y exposición, asignado por el profesor.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Thomson W., *Sistemas de transmisión en el automóvil*, Edit. Paraninfo, Madrid, 1978
- Adams H., *Chassis engineering* New York, 1993. ISBN 1557880557
- Birch T., *Automotive suspension & steering systems* Edit Delmar, 1999 ISBN 0827390998

- 
- Halderman J. & Mitchell Ch., *Automotive chassis systems* Edit. Prentice Hall, 1999, ISBN 013079970X
  - Baumeister T. & Avallone E., *Marks Manual del Ingeniero Mecánico. 8va edición.* Editorial McGraw-Hill Co., México. 1992 ISBN 968-451-324-0

<b>Fecha de elaboración del programa: 12 de mayo de 2004.</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Rafael Santos Luque y Víctor E. Calderón R.</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>APLICACIÓN DE LA TEORIA DE PLASTICIDAD</b>			<b>Código:</b>	IMT911
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA III			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	
<b>Horas / semestre</b>	64	-	-	64	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad todos los Ingenieros Mecánicos tienen que ver directa o indirectamente con el comportamiento de los materiales, de los procesos con los cuales ellos se elaboran y con los factores determinantes como causas de efectos de desgaste, mal acabado y consumo de potencia elevado en la manufactura de los mismos.

El Ingeniero Mecánico es quien de una manera mas precisa debe y tiene que conocer todas y cada una de las diferentes propiedades mecánicas de los materiales, su comportamiento y de manera especial el principio básico de manufactura partiendo de la laminación, para de ella poder seleccionar los diferentes equipos y procesos. Todo lo anterior, para una adecuada planeación, diseño, y estructuración en los diversos procesos de fabricación.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado del Modelo General de Procesos de Manufactura, de las condiciones operacionales de las máquinas herramientas, sus características de corte, interacción entre Máquina – Herramienta – Pieza, así como sus efectos en el acabado superficial, en la potencia y en el desgaste; igualmente requiere de los conocimientos de la teoría de plasticidad, de los esfuerzos, fuerzas y potencias requeridas en equipos accionados con motor de corriente alterna, debe conocer los principios de la fricción y su consecuencia sobre el desgaste en la producción masiva.

### OBJETIVOS GENERALES

Al terminar el curso el estudiante estará en capacidad de: familiarizarse con los efectos asociados a la plasticidad de los materiales y la capacidad de utilización de los mismos para la producción de piezas, conocer y diferenciar la aplicación de los materiales, los efectos del desgaste y estudiar, aplicar, evaluar y mejorar situaciones industriales en las cuales se requiera la asesoría para el correcto análisis de las relaciones Materiales, Herramientas y Piezas para producción masiva.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los fundamentos de la Teoría de Plasticidad, la influencia real del esfuerzo de fluencia en distintos materiales utilizados en ingeniería.  
Conocer herramientas de gestión para la evaluación y toma de decisión sobre procesos industriales basados en el conformado de materiales.  
Entender los efectos de la fricción y su importancia en el desgaste de los materiales.  
Conocer el proceso de laminación sus variables, condiciones de operación, calidad y tipos de productos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. PROPIEDADES PLÁSTICAS DE LOS MATERIALES

##### Tema 1: Generalidades.

Introducción a los procesos de manufactura asociados a deformación plástica de materiales. (4h)  
(5%)

##### Tema 2: Deformación Plástica, Fluencia y Teoría de Campo de Líneas de Deslizamiento.

Conceptos fundamentales de la Deformación Plástica de los materiales industriales, Análisis de la Curva esfuerzo-deformación para distintos materiales de aplicación industrial. Concepto, Teoría y Práctica sobre el efecto del punto de fluencia, los efectos de temperatura en la deformación unitaria y la razón de esfuerzo (Strain Rate) de deformación en los metales industriales y Concepto fundamental y análisis sobre la Teoría de Campo (Field Theory) presente en los materiales de aplicación industrial. (20h)

##### Tema 3: Conformado de Productos Planos (Laminación).

Procesos de fabricación industrial por laminación de Tubos con Costura y de Láminas en: Frío, Caliente y de Temple, deformación plástica larga hasta el punto de inestabilidad y ruptura, aplicación real, descripción y comportamiento del material, deformación, fricción, esfuerzos, fuerzas en los procesos de laminación del acero. (20h)

#### UNIDAD II. CAUSAS Y EFECTOS EN LOS PROCESOS DE MECANIZADO

##### Tema 4: Causas que producen Efectos en el Proceso de Mecanizado Con Arranque de Viruta.

Generalidades. Procesos de fabricación industrial con arranque de viruta, fundamento del mecanizado, propiedades de las herramientas y del material, relaciones entre parámetros del procesos de corte y su efecto sobre: el acabado, desgaste y potencia. Selección y aplicación de herramientas de carburo (Cermets) deformación plástica a alta velocidad. Causas y efectos de factores al momento de utilizar un: Material, una Herramienta y una Máquina Herramienta (24h)

##### Tema 5: Mecanismo del Proceso de Fricción y su Efecto sobre el Desgaste.

Teoría y Práctica del proceso de desgaste con arranque de viruta, distintos tipos de desgastes, relaciones entre parámetros del procesos de corte incluyendo la lubricación y su efecto sobre el desgaste asociado al acabado, fuerzas y potencia consumida. (12h)

##### Tema 6: Tópicos de Actualidad Tecnológica.

Aspectos nuevos, novedosos o innovadores que por su naturaleza, aportes e impacto puedan ser incluidos en la asignatura para el fortalecimiento del conocimiento tecnológico de los estudiantes. (4h)

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se efectuarán clases presenciales y orientadas con un Módulo de enseñanza elaborado para tal fin (Apunte Texto), el cual servirá de base para el desarrollo de los temas, con la presentación de casos prácticos del comportamiento de los materiales manufacturados y los efectos sobre calidad, esfuerzos y desgaste de elementos mecánicos requeridos para su obtención, con lo cual se podrá efectuar una evaluación, análisis y discusión posterior.

Los exámenes poseen una parte práctica de cálculo y una parte analítica desarrollada por el estudiante que amerita una conclusión sobre lo calculado y estudiado.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se efectuarán 4 Exámenes equivalentes a 8 horas 20% c/u = 80 % + La Presentación 20% Total 100%.

Grupos de dos (2) estudiantes realizarán una presentación tipo congreso de 20 minutos, sobre un tema específico sorteado, equivalente al 20 % de la nota.

Exámenes Diferidos solo con justificativo médico avalado por CAMOULA o Autoridad Competente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, J. F. and Brewer, R. C. Reprinted 1999. Manufacturing Properties of Materials, Van Nostrand Reinhold Company, London. UK.
- Alting, L., 1996. Procesos para Ingeniería de Manufactura, Editorial Alfaomega, 3a. Edición. en Español.
- Bakerjian, R. y Mitchell, P. 1992. Tool and Manufacturing Engineers Handbook, 4<sup>th</sup>. ed.
- Boothroyd, G., 1984. Fundamentos del Corte de Metales y de las Maquinas Herramientas, McGraw-Hill, México.
- Doyle, S. 1995. Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros , Tercera Edición, en Español.
- Flinn, R. and Trojan P., 1991, Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones. McGraw Hill Interamericana, México.
- Groover M. P. 1997. Fundamento de la Manufactura Moderna, Materiales, Procesos y Sistemas. Prentice Hall. Madrid.
- Hudson, R. 1995. Manual del Ingeniero, 10 Edición, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Johnson, W. and Mellor, P. B. Reprinted 1998. Engineering Plasticity, Van Nostrand Reinhold Company, London. UK.
- Kalpajian S. 1995. Procesos y Máquinas Herramientas para la remoción de Material. Manual del ingeniero Mecánico. 9 Edición, Tomo II, McGraw Hill. México.
- Kazanas H. y Baker T. 1983. Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México.
- Lasheras A. 1998. Procedimientos de Fabricación y Control. Prentice Hall. Iberia. Madrid.
- Neely, J. 1992. Materiales y Procesos de Manufactura. McGraw Hill. México.
- Pezzano, P. A. 1978. Tecnología Mecánica, Buenos Aires, Argentina.
- Rossi M. 1990. Conformado de Materiales en Caliente. Editorial Científica Edica, Barcelona, España.
- Rossi, M., 1990. Estampado en Frío de la Chapa, Editorial Científica Edica, Barcelona. España.
- Rowe G. W. 1985. Introducción al Conformado de Metales. Ediciones Urmo, Bilbao, España.

- 
- Sarache, L. 2001, Apunte Texto, Conformado de materiales sin Arranque de Viruta, Universidad de Los Andes.

<b>Fecha de elaboración del programa: 25 de Febrero de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Luis M. Sarache B.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>TIEMPOS Y COSTOS DEL CONFORMADO DE MATERIALES.</b>			<b>Código:</b>	IMT912
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Para que un producto se venda con éxito, su costo debe competir con el de productos semejantes, en especial en el mercado global. El costo total de un producto consiste en varias categorías tales como: costo del material, de herramientas costos fijos, costos variables, costos de mano de obra directa y costos de mano de obra indirecta. De allí la importancia de conocer y calcular los valores de las variables que influyen en el menor costo de producción de piezas.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento básico de Procesos de Manufactura II, es decir, el conocimiento referente a economía del mecanizado.

### OBJETIVOS GENERALES

Proporcionar al estudiante, identificar los diferentes procesos y sistemas de manufactura con arranque de viruta, así como, calcular y analizar un proceso de mecanizado para su selección y evaluación económica.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dar a conocer las particularidades sobre los Tiempos y Costos de Producción en distintos procesos de manufactura y su importancia en la toma de decisiones al nivel de planta, sus interrelaciones con otros procesos y su incidencia en el costo final, conocer costos actualizados de producción.

Adquirir los conocimientos básicos distintas técnicas para determinar tiempos improductivos, de manipulación y operación, márgenes de: taller, fatiga, trabajo y para necesidades personales, estimación de los tiempos promedios de producción por pieza y por lote.

Conocer mediante la aplicación de tablas, nomogramas y cálculo las distintas velocidades de operación de las máquinas para conformado, sea éste con o sin arranque de viruta y en frío o caliente, estimación del costo promedio de producción por pieza o por lote.

## **CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO**

### **UNIDAD I. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS COSTOS DE MANUFACTURACION ARRANQUE DE VIRUTA.**

#### **Tema N° 1: GENERALIDADES.**

Acerca de la Asignatura: Área del conocimiento, principios y desarrollo de las distintas tecnologías de producción en serie, aspectos significativos para el Ingeniero desde el punto de vista de tiempos y costos de producción y su importancia a nivel industrial para la toma de decisiones y la solución de problemas, interrelación entre el tiempo y el costo para los procesos de conformado con y sin arranque de viruta, en caliente y frío, selección y distribución de máquinas herramientas en planta, normas de seguridad. Duración: 6 horas.

#### **Tema N° 2: CONFORMADO CON ARRANQUE DE VIRUTA.**

Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad Optima, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Mecanizado, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos. Duración: 20 horas.

### **UNIDAD II. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS COSTOS DE MANUFACTURA SIN ARRANQUE DE VIRUTA.**

#### **Tema N° 3: CONFORMADO SIN ARRANQUE DE VIRUTA EN FRIO.**

Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción de la Chapa, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad de Operación de las Máquinas, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Operación, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Manejo del Material y Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos. Duración: 18 horas.

#### **Tema N° 4: CONFORMADO SIN ARRANQUE DE VIRUTA EN CALIENTE.**

Concepto, Características, Distintos Procesos de Producción en Fundición y Forja, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Determinación de los Márgenes de Tiempo, Determinación de la Velocidad de Operación de las Prensas, Estimación de Tiempos: Improductivos, de Manipulación y de Operación, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Determinación del Costo Promedios de Producción por Pieza y por Lote, Manejo del Material y Distribución de Planta, Manipulación de Piezas Semielaboradas y Elaboradas, Almacenamiento, Ejemplos Prácticos. Duración: 10 horas.

### **UNIDAD III. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE MECANIZADO EN EL MERCADO NACIONAL.**

#### **TEMA 5: TOPICOS DE ACTUALIDAD TECNOLÓGICA.**

Situación de los procesos tecnológicos evaluados en los temas 1, 2, 3 y 4 y su incidencia en la empresa nacional. Duración: 2 horas.



## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Técnica expositiva, utilización de resúmenes, donde se enfatiza en puntos sobresalientes de la información. Uso de ilustraciones a través de transparencias, videos.

Organizadores previos como generalidades e introducción de nuevos temas.

Preguntas intercaladas, para medir, la adquisición de conocimientos, la comprensión o la aplicación de contenidos aprendidos.

Técnica de la demostración, aplicación de conocimientos prácticos.

Método de proyectos, para consolidar conocimientos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan pruebas objetivas, de suministro, específicamente pruebas de respuesta cortas y Completación.

Pruebas de selección, de verdadero y falso o de Completación.

Informes de evaluación, de asignaciones de un contenido específico.

Pruebas prácticas, resolución de problemas típicos de manufactura.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altíng, L., "Procesos para ingeniería de manufactura", Editorial Alfaomega, 3a. Edición. 1996. en Español.
- Kalpakjian, S. Y Schmid, S. Manufactura, Ingeniería y tecnología, cuarta edición, Prentice Hall, 2002.
- Doyle, L. E., "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros". 3 Ed., Prentice Hall, 1985.
- Rossi M. Conformado de Materiales en Caliente. Editorial Científica Edica, Barcelona, España, 1962.
- Rossi M. Estampado en Frío de la Chapa. Editorial Científica Edica, Barcelona, España, 1962.
- Rossi M. Máquinas Herramientas Modernas, Editorial Científica Edica, Barcelona, España, 1962.
- Rowe G. W. Introducción al Conformado de Metales. Ediciones Urmo, Bilbao, España, 1985.
- Doyle, K, Singer and Schoder. "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros", 1995, Tercera Edición, en Español.
- Boothroyd, G. "Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas" 1990, McGraw Hill.
- Shey, J. Procesos de manufactura, tercera edición, McGraw Hill, 2002.

**Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mariano Peña S.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SOLDADURA, TIPOS, APLICACIONES Y CALCULOS</b>			<b>Código:</b>	IMT913
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	
<b>Horas / semestre</b>	64	-	-	64	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Lo que se conocía por la humanidad como soldadura o como proceso de soldadura tuvo su máximo desarrollo, sobre todo del tipo de soldadura de elementos metálicos o no, y alcanzó su enorme importancia durante la Primera Guerra Mundial. No se puede hablar de desarrollo industrial si no se incluye a la soldadura como el elemento clave para tal desarrollo, como su aplicación en la construcción de elementos de calderería, elementos estructurales, puentes, tanques y recipientes a presión se fue desplazando constantemente el remachado por las juntas soldadas, ya para la Segunda Guerra Mundial, este desarrollo cada vez creciente de la diversidad de materiales y las formas o posibilidades de soldarse entre ellos aumento no solo desde el punto de vista de las técnicas de soldadura, sino de los materiales empleados y las capacidades de soportar cargas dinámicas de gran magnitud.

Posteriormente comienza la sustitución de muchos elementos estructurales y de formas complicadas por elementos soldados, de menor peso, mayor resistencia y de gran facilidad para la soldadura, luego de culminada la guerra, el desarrollo industrial enfilo sobre la capacidad cada vez más exigente de producir bienes de consumo masivo a muy alta velocidad y el términos de calidad aceptable, lo cual fue posible gracias al adelanto y desarrollo de nuevas técnicas para la soldadura.

La recuperación de piezas y sustitución de elementos complicados por elementos ensamblados y soldados de mejor calidad, se ha demostrado que entre las plantas que manufacturan metales en un 99 % utilizan en sus procesos productivos algún tipo de soldadura, en este tipo de soldadura donde la base fundamental es la deformación plástica del metal y aprovechar esta oportunidad para producir la soldadura o unión metálica permanente con otro elemento, requiere la posibilidad concreta de poder llegar al estado viscoso; las partes metálicas o no tienen en ese instante la posibilidad de unirse mediante un efecto externo de presión, sin la cual la calidad de la soldadura es muy baja por la poca eficiencia de la misma y poca resistencia presente.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado sobre los tipos de materiales su características y posibilidades de soldabilidad, así como del dimensionamiento de elementos estructurales, a su vez, debe estar en capacidad de establecer o identificar las condiciones operacionales de los equipos utilizados según su tipo para la soldadura, sus características

---

operacionales, requerimientos y limitaciones, tendiendo presente las normas o estándares para evaluar soldaduras y soldadores, así como habilidad para efectuar los cálculos asociados a este tipo de procesos manejando adecuadamente los costos involucrados para solucionar problemas prácticos, que serán luego evaluados en clase y efectuar el análisis de situaciones que requieren soldadura.

## OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer las particularidades sobre los distintos tipos de soldaduras, normas para la representación gráfica y simbólica de la misma, su importancia en la toma de decisiones a nivel de planta para la construcción de estructuras, sus interrelaciones con otros procesos y sus especificaciones, materiales y comportamiento de éstos en los distintos tipos de juntas, conocer costos del proceso.

Adquirir los conocimientos básicos sobre distintas técnicas utilizadas en las juntas permanentes, adquirir conocimientos detallados sobre procesos de soldadura más utilizados en la industria, conocer sobre las distintas normas sobre seguridad y protección industrial en procedimiento de soldadura y normas aplicadas por la industria para la certificación de soldadores.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar juntas soldadas y determinar mediante cálculo las resistencias, esfuerzos, eficiencia de la junta soldada, en función de las características operacionales del equipo donde se efectuara, a su vez se deben tener presente las normas específicas estándar según sea el caso.

Se debe hacer la selección adecuada de electrodos para recargue y recuperación de piezas, elección y selección de materiales y tipos de juntas y estimación de costos involucrados en el proceso.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. GENERALIDADES

##### Tema 1: Generalidades.

Acerca de al Asignatura: Área del conocimiento, principios y desarrollo de las distintas tecnologías de producción de piezas basadas en la Soldadura y sus Aplicaciones, diferencias fundamentales entre la soldadura por fusión Homogénea y Heterogénea, su importancia y aplicación industrial para la producción individual, por lotes y en serie, introducción a las normas de seguridad e importancia del cálculo de estructuras soldadas. (8h)

#### UNIDAD I I. SOLDADURAS Y TIPOS DE JUNTAS

##### Tema 2: Soldaduras Con Juntas Homogéneas.

Concepto, Características, Distintos Procesos de Soldadura por Junta Homogénea : Thermit, Soplete a Gas, Rayo de Energía, Haz de Electrones, Lasér, Arco Eléctrico, Protegida con Fundente, Con Arco Sumergido, Cinta Impregnada, Electro-Escoria., Protegida con Gas, Electro -Gas, Tungsteno-Gas, Hidrógeno Atómico, Metal-Gas, Eléctrico y Plasma, para Espárragos. Inducción, Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Ejemplos Prácticos. (20h)

##### Tema 3: Soldadura con Juntas Heterogéneas.

Concepto, Características, Distintos Procesos de Soldadura por Junta Heterogénea: Fuerte con

---

Plata, Latón, Estaño, Deformación Plástica: Resistencia Eléctrica, por Puntos, con Costura, por Proyección, por Recalcado, Tope con Arco, Magnetrac, Forja, Difusión a Presión, Termomagnética, Explosiva, Impacto, Fricción, Ultrasónica. Factores, Limitaciones, Aplicaciones, Secuencia Operacional, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, Ejemplos Prácticos. (20h)

### **UNIDAD I I I. NORMAS DE SEGURIDAD, CALCULOS Y ACTUALIDAD**

#### **Tema 4: Normas de Seguridad en Operaciones de Soldadura.**

Características de Riesgos Principales, Consideraciones de seguridad Personal, y del Sitio de Trabajo, Riesgos Operacionales, Requerimientos de Equipos Principales y Auxiliares, para Protección utilizados en la industria. (8h)

#### **Tema 5: Cálculo de Estructura Soldada.**

Tipos de Soldadura, de Juntas, Descripción y Aplicación de Electrodo, Descripción de Cordones, Cálculos de juntas Soldadas, Eficiencia de la Junta Soldada, Estimación de Costos, Ejemplos Prácticos. (24h)

#### **Tema 6: Tópicos de Actualidad Tecnológica.**

Aspectos nuevos, novedosos o innovadores que por su naturaleza, aportes e impacto puedan ser incluidos en la asignatura para el fortalecimiento del conocimiento tecnológico de los estudiantes. (4h)

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se efectuarán clases presenciales y orientadas con un Módulo de enseñanza elaborado para tal fin (Apunte Texto sobre Soldadura, Tipos, Cálculos y Aplicaciones), el cual servirá de base para el desarrollo de los temas, con la presentación de casos prácticos del comportamiento de las juntas soldadas, sus requerimientos, cálculos y los efectos sobre calidad, esfuerzos y cumplimiento de las normas sobre seguridad, con lo cual se podrá efectuar una evaluación, análisis y discusión posterior.

Los exámenes poseen una parte práctica de cálculo y una parte analítica desarrollada por el estudiante que amerita una conclusión sobre lo calculado y estudiado.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se efectuarán 5 Exámenes equivalentes a 8 horas 20% c/u = Total 100%.

Exámenes Diferidos solo con justificativo medico avalado por CAMOULA o Autoridad Competente.

La evaluación del Tema 5 es obligatoria y se hará al terminar ésta, además, No existe ni Examen Final ni de Reparación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- AGA, " Guía de Electrodo y Aleaciones Especiales ", México, 1989.
- American Institute of Steel Construction, " Manual of Steel Construction ", 12 Edition, 1983.
- ASM, Metals Handbook, Welding and Brazing, Ohio, USA, 1971.
- AWS, " Filler Metal Comparison Charts ", Technical Department, Miami, Fl., 1986.
- AWS, Welding Handbook, Metals and Their Weldability, USA, 1966.
- Código Eléctrico Nacional, Norma Venezolana, COVENIN 200-81, Caracas, 1981.
- Colores de Identificación de Tuberías que Conducen Fluidos, Norma Venezolana, COVENIN 235-82, Caracas, 1982.
- Colores para los Cilindros que Contienen Gases, Norma Venezolana, COVENIN 1706-81, Caracas, 1981.

- Concentraciones Ambientales Máximas Permisibles en Ambientes de Trabajo, Norma Venezolana, COVENIN 2253-85, Caracas, 1985.
- Doyle, L.E., "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros ". 3 Ed., Prentice Hall, 1985.
- Frolova, V.B., " Teoría de los Procesos de Soldadura ", Ed. Vischaia Chokoda, Moscú, 1987.
- Garrido, L. " Diseño de Estructuras de Acero ", Apuntes Texto, Universidad de Los Andes, 1980.
- Guía Instructiva sobre los Sistemas de Detección, Alarmas y Extinción de Incendios, Norma Venezolana, COVENIN 823-74, Caracas, 1974.
- Guía Instructiva sobre Medios de Escape, Norma Venezolana, COVENIN 810-74, Caracas, 1974.
- Horwith, H. " Welding: Principles and Practice ", Boston, 1980.
- Howar, B. " Manual de Soldadura Moderna ", 2 da. Edición, Tomo II, Ediciones Nauta, 1986.
- Hudson, R. " Manual del Ingeniero", 10 Edición, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985.
- Khanapetov, M. " Welding and Cutting of Metals ", Publicaciones Mir, Moscu, Rusia, 1979.
- Kobe Steel, " Welding Consumables ", Japon, 1991.
- Manómetros Industriales, Norma Venezolana, COVENIN 20:9-001-85, Caracas, 1985.
- Medidas de Seguridad en el Proceso de Soldadura al Arco para Distintos Riesgos. Norma Venezolana, COVENIN 979-78, Caracas, 1978.
- Metal Handbook, 8 Edición, Vol. 4, American Society for Metals, Ohio, 1979.
- Ortíz, O., " Manual de Recuperación de Piezas ", Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela, 1994.
- Patton, W. " Ciencia y Tecnología de la Soldadura ", Editorial Urmo, 1975.
- Protecciones Oculares y Faciales, Norma Venezolana, COVENIN 955-76, Caracas, 1976.
- Radiaciones Ionizantes, Límites Anuales de Dosis Equivalentes, Norma Venezolana, COVENIN 955-76, Caracas, 1976. COVENIN 2259-85, Caracas, 1985.
- Radiaciones No Ionizantes, Medidas de Seguridad, Norma Venezolana, COVENIN 2238-85, Caracas, 1985.
- Ready, J. " Aplicaciones Industriales del Laser " , Academic Press, New York, 1978.
- Ropa, Equipos y Dispositivos de Protección Personal, Norma Venezolana, COVENIN 2237-85, Caracas, 1985.
- Sarache, L. Apunte Texto Soldadura, Tipos, Aplicaciones y Cálculos, Universidad de Los Andes, 1999.
- Shigley, J. y Mischke, C. " Diseño en Ingeniería Mecánica ", McGraw Hill Interamericana de México, S. A. de C. V. Quinta Edición, México, 1990.
- Soldadura y Corte Requisitos de Seguridad, Norma Venezolana, COVENIN 2267-85, Caracas, 1985.
- Soldadura y Corte, Definiciones, Norma Venezolana, COVENIN 799-79, Caracas, 1979.
- SOLTEC, " Guía para soldar con electrodos y soldadura autógena ", México, s.a., 1988.
- Temaschke, W. " Corte de Metal con Laser ", American Welding Society, New York, 1981.
- UTP, " Manual de Materiales de Soldadura ", Ed. Claverias, México, 1987.
- UTP. " Catálogo de Materiales ", República Democrática Alemana, 1988.
- Ventilación de los Lugares de Trabajo, Norma Venezolana, COVENIN 2250-85, Caracas, 1985.

<b>Fecha de elaboración del programa: 25 de Febrero de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Luis M. Sarache B.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC</b>			<b>Código:</b>	IMT914
<b>Prelaciones:</b>	PROGRAMACIÓN DIGITAL Y PROCESOS DE MANUFACTURA II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

La necesidad de fabricar piezas muy complejas, con alta precisión y a una gran velocidad, plantearon un reto importante al mundo de la automatización y control, el cual fue resuelto de varias maneras a lo largo de un período de tiempo considerable. Fue necesario integrar equipos de trabajo, que reunían especialistas de manufactura, control, matemáticas, materiales, informática y diseño de máquinas. Las primeras soluciones, fueron defectuosas, pero la dinámica de los equipos impulsada por las demandas de la manufactura permitió mejorar con gran celeridad un conocimiento que ahora domina muchos procesos de fabricación. Esta solución recibió varios nombres desde su creación, uno de los más exitosos fue el Control Numérico.

El Control Numérico CN es el uso de instrucciones codificadas simbólicamente para el control automático de un proceso o maquinaria. Las exigencias de la manufactura en cuanto a calidad, acabados y continuidad de la operación, han impulsado el desarrollo de varias formas de CN. Una de ellas es el CN con la Unidad de Control de la Máquina (UCM) que contiene la lógica que se requiere para traducir información en una acción apropiada.

El paso siguiente, es el Control Numérico por Computadora (CNC), el cual fue un paso adelante en el desarrollo de la manufactura, pues las funciones UCM son parcial o completamente asumidas por una computadora. El programa en su totalidad se lee en la memoria, como las computadoras se pueden programar, se puede utilizar programación asistida y se pueden borrar con facilidad. Se le pueden sumar todas las ventajas del mundo del control y la informática, permitiendo controlar máquinas desde dos ejes, o más ejes de acuerdo a la necesidad de fabricación.

Por todo lo anterior, todo Ingeniero Mecánico debe tener conocimiento de los diversos procesos de manufactura automatizados. Esta materia es fundamental para crear la capacidad y la formación básica en la programación y cálculo de cómo se hacen los productos y que tipo de conocimientos deben cultivar los estudiantes para mantener un espíritu innovador en la creación de diversos productos y procesos del mundo de la automatización.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de Programación y Procesos de Manufactura II, es decir los procesos con arranque de virutas que se usan con más frecuencia

---

en actividades de manufactura y que son los procesos mas ampliamente difundidos en el CNC y serán los objeto de estudio en este curso en forma automatizada.

## **OBJETIVOS GENERALES**

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda escribir, seleccionar y ejecutar programas de CNC usando las normas ISO o la Normas DIN de acuerdo al proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Conocer los fundamentos básicos de las metodologías de fabricación.

Dominar el concepto del Control Numérico Computarizado, desde su concepción hasta su aplicación con tornos de CNC.

Reconocer y comprender los diferentes procesos, materiales y mercados de los que dispone, para lograr un lanzamiento exitoso de productos.

Conocer las diversas normas de fabricación como las ISO –2382/1 o la ISO - 841 y las DIN dedicadas al CNC.

Poder entender un programa codificado en CNC.

## **CONTENIDOS**

### **CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

#### **UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC**

##### **Tema 1. Introducción al CN.**

Reseña histórica. Concepto de CN. Comparación entre una máquina convencional y una máquina con control numérico.¿ Que partes de la máquina pueden controlarse con CN?.

Secuencia operativa de las máquinas herramientas. ¿ Qué contiene el programa?. Ventajas de la aplicación de las máquinas herramientas con CN  
9 horas, (teoría).

##### **Tema 2. Control Numérico Computarizado CNC.**

Características de las máquinas con CNC.

Elementos básicos las máquinas con CNC.

Control de los ejes en las máquinas con CNC.

Características de los Controles Numéricos.

Ventajas frente al CN.

9 horas, (teoría).

##### **Tema 3. Conceptos previos a la programación con Control Numérico.**

Definición del Origen de la máquina.

Los Ejes. Definición de los ejes y los movimientos de las máquinas, según la Norma ISO - 841.

Los ejes para movimientos rectilíneos. Los ejes utilizados para movimientos de giro.

Cálculo para la trayectoria para programar. Corrección o compensación del radio de la herramienta.

Datos de las herramientas. Correctores.

Origen de la pieza. Decalajes de origen

Coordenadas absolutas y coordenadas relativas o incrementales.

12 horas, (teoría)

---

## UNIDAD II. PROGRAMACIÓN BÁSICA CON CNC

### Tema 4. Introducción a la Programación básica con CNC.

Introducción.Generalidades. Evolución en el Mercado.  
Estructura del programa. Nomenclatura.  
Formato del programa.  
Programación del número y del corrector de la herramienta.  
Programación de la velocidad de giro del cabezal o velocidad de corte.  
Programación de la velocidad de avance.  
Programación de las informaciones de desplazamientos.  
Condiciones de desplazamiento o funciones preparatorias G  
Funciones auxiliares M  
Ejemplos sencillos de programas.  
12 horas, (teoría)

### Tema 5. Programas.

Ciclos fijos para un torno.  
Los programas no funcionan igual en tornos de marcas diversas.  
Programas útiles con el torno Boxford.  
Ejemplo de programas con un torno con un CNC SIEMENS SINUMERIK  
Ejemplo de programas con un torno con un CNC OKUMA u otra marca.  
12 horas, (teoría)

## CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

### PRACTICA 1. Tornos convencionales y automáticos.

Concepto. Historia. Importancia de los tornos convencionales y modernos. Utilización del equipo. Partes más importantes de las máquinas convencionales. Normas de seguridad del laboratorio y los equipos.  
Funcionamiento demostrativo para los alumnos  
Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una.  
4 horas.

### PRACTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H).

Tipos de máquinas herramientas automáticas que existen. Para que sirven.  
El torno. Función y uso. Partes del Torno automático. Encendido y apagado de emergencia.  
Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas.  
Prácticas elaborando piezas con el torno utilizando programas con el uso del CNC para el torno BOXFORD u otra marca disponible.  
Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una.  
8 horas.

### PRACTICA 3. Fresadora.

Introducción y uso. Partes de la fresadora automática. Uso de diferentes Tipos de herramientas según el tipo de Material. El avance en la fresadora. La fijación de las Herramientas de Corte.  
Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente una fresadora con CNC.  
Demostración  
Duración: Dos (2) prácticas de dos horas cada una.  
4 horas.



## EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se impartirá los conocimientos teóricos referentes a los principios de funcionamiento de la Máquina o técnica estudiada. Luego se establecerán las Normas de Seguridad para el correcto desempeño del estudiante en la práctica y finalmente el estudiante podrá acceder a manipular los equipos.

Técnica expositiva: Resumen de las técnicas más sobresalientes. Uso de ilustraciones a través de transparencias. Uso de preguntas intercaladas para valorar la comprensión del contenido.

Técnica de demostración para ubicar al estudiante en el contenido.

Pruebas objetivas de suministro de respuestas cortas y completación.

Pruebas de selección y pruebas prácticas de resolución de problemas de manufactura.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

En la teoría se realizarán tres parciales en total, uno de la Unidad I y dos para la Unidad II, con un valor sobre el total de 33% cada uno.

Se realizará una evaluación teórico-práctica al final de cada práctica con una duración de dos (2) horas. Total horas empleadas en evaluación de las prácticas: Seis (6) horas. Es obligatorio aprobar el Laboratorio para poder aprobar la teoría.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boothroyd, G, Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas, McGraw Hill, México, 1984.
- González-Ikerlan El control Numérico y la Programación Manual de las MHCN. Ediciones Urmo, S.A.1986.
- Haugen, E. B., Probabilistic Mechanical Design, Wiley, New York, 1980.
- Jackson, Peter. 1998, Implemente Calidad de Clase Mundial ISO 9000,. BS 5750., Limusa, Mexico.
- Jensen, C., " Dibujo y Diseño de Ingeniería", McGraw Hill Interamericana, México, 1973.
- Kazanas H. y Baker T-, Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México, 1983.
- Machinery's Handbook, The American Society of Mechanical Engineers, ASME, New York, USA, 1990.
- O.DoyIe, L., Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall, México, 1985.
- Pezzano, P. A. Tecnología Mecánica, Buenos Aires, Argentina, 1978.
- SI B4.3-1978, General Tolerances for Metric Dimensioned Producís, American Society Mechanical Enginners, American National Standards Institute, New York, 1978.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico I: Conceptos, características y elementos básicos. Temas de Ingeniería Mecánica. Ediciones UPC. Barcelona.1996.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico II: Programación. Temas de Ingeniería Mecánica. Ediciones UPC. Barcelona.1996.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico Avanzado: Centro CIM. Postgrado de Manufactura Integrada por Ordenador. Ediciones UPC. Barcelona.2000.
- D.R. Sule., " Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño". Segunda Edición en Español.2001.
- Ferré Masip, R., "Cómo Programar un Control Numérico". Editorial Marcombo, SA, Col. Productiva, Barcelona.1988.
-

Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.
Programa Elaborado por: Prof. Víctor Manuel Guédez T.

Firma y Sello del Departamento.

Firma y sello de escuela.

<b>Asignatura:</b>	<b>ERGONOMÍA I</b>			<b>Código:</b>	IMT915
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	4

**JUSTIFICACIÓN**

El estudio de los factores humanos y su relación con las máquinas, puestos de trabajo y diseño del producto, es un tema de comprensión obligada para todos los estudiantes de Ingeniería. Tradicionalmente los Ingenieros Mecánicos han incluido en sus estudios, el dominio de temas referentes al cálculo y selección de equipos. También han incluido la forma como prestarle mantenimiento y servicios a los mismos, pero no habían incluido el factor humano en el correcto diseño de los mismos. Hoy día se sabe con certeza que una máquina o un puesto de trabajo mal diseñado pueden enfermar irremediamente una persona que la opere y existen leyes que castigan esta deficiencia, o normas que impiden que un equipo con estas características pueda ser homologado. El éxito de un producto debe satisfacer requerimientos ergonómicos y de seguridad para ser aceptado en mercados internacionales, pues en el mundo actual las satisfacciones funcionales son solo un requisito más y no la única a tener en cuenta como ocurría en el pasado.

Un Ingeniero Mecánico que desee ser competitivo, debe conocer las posibilidades que le brinda la ergonomía, para construir bienes y servicios más seguros, con mayor confort y que le eleven la calidad de vida a los usuarios y la sociedad.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de Procesos de Manufactura I, y Metodología de Proyectos.

**OBJETIVOS GENERALES**

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar y diseñar puestos de trabajo, equipos, procesos y líneas de producción de forma más eficiente y segura.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los fundamentos básicos de las metodologías ergonómicas.
- Dominar el concepto de los factores humanos en el diseño.
- Comprender que el diseño de productos y servicios exitosos es consecuencia de equipos

---

multidisciplinarios que incluyen el factor humano desde el inicio.

Comprender que los productos con prestaciones ergonómicas son más exitosos en los mercados internacionales.

Conocer que existen diversos reglamentos que se deben cumplir para garantizar la salud de los usuarios.

Reconocer las discapacidades humanas más frecuentes y cómo se pueden compensar con el diseño de puestos de trabajo orientados desde la ergonomía. .

Conocer la importancia del diseño dimensional y antropométrico en general para el diseño de máquinas, equipos y tareas de producción

Establecer procedimientos de cálculo y selección de metodologías útiles al diseño de líneas de producción diseñadas con criterios ergonómicos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC

##### Tema 1: ERGONOMÍA. PRINCIPIOS

Historia. Fundamentos generales. Conceptos. Ejemplos de algunas aplicaciones. La ergonomía como herramienta útil al diseño de puestos de trabajo. Clasificación de la ergonomía.

Duración: 10 horas.

##### Tema 2. DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

Conceptos fundamentales: La Antropometría como base del estudio dimensional. El sistema Persona- Máquina (P-M). Puestos o actividad de trabajo (PP.TT.). Espacios de actividad. Información antropométrica. Dimensiones antropométricas. Análisis preliminar para diseñar puestos de trabajo. Métodos de medición e instrumentos. Protocolo para efectuar las mediciones con cámara y video. Principio del diseño antropométrico: a) Diseño para el promedio b) Diseño para los extremos c) Diseño para un intervalo ajustable. Ejemplo de diseños con sillas, mesas, puestos de trabajos fijos y flexibles.

Tamaño y selección de la muestra: Cálculo del tamaño de la muestra. Selección de los individuos que compondrán la muestra. Cálculos de los percentiles. Planos de trabajo diversos. Ejemplos.

Duración : 17 horas

#### UNIDAD II. ESFUERZOS, HERRAMIENTAS, MANDOS Y CONTROLES

##### Tema 3. ESFUERZOS HUMANOS PARA EL TRABAJO

Mecánica y Biomecánica. Conceptos y terminología. Similitudes y diferencias. Tipos de movimientos de los miembros del cuerpo. Ángulos límites. Ángulos de confort. Ángulos de visión. Ejemplo del cálculo de un levantamiento inclinado. Ejemplo simplificado del rediseño de un puesto de trabajo. Uso de programas informatizados.

Duración: 10 horas.

##### Tema 4. HERRAMIENTAS MANUALES Y PATOLOGÍAS.

Generalidades. Consideraciones previas. Herramientas de mano. Principios generales para diseñar o seleccionar una herramienta manual. Sujeción de la herramienta. El mango de las herramientas. Patologías y micro traumatismo repetitivos. Traumatismos más usuales. Cómo evitarlos con el diseño ergonómico.

Duración : 5 horas

##### Tema 5: RELACIONES INFORMATIVAS

La comunicación. Sensación, percepción, representación y acción. Los códigos y los tiempos de

---

---

reacción.

Canales y dispositivos informativos (DI). Dispositivos informativos visuales (DIV) : Alarmas, Indicadores, Contadores, Símbolos Diales y Cuadrantes. Características generales de los DIV. Lenguaje escrito. Selección y ubicación de los DIV. Las pantallas. Los gestos. Dispositivos informativos audibles (DIA) : Timbres, campanas, sirenas. El lenguaje hablado. Pruebas de inteligibilidad del habla. Dispositivos informativos táctiles (DIT).  
Duración : 10 horas

### **UNIDAD III. FACTORES AMBIENTALES**

#### **Tema 6. FACTORES AMBIENTALES EN EL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO**

Consideraciones generales. Ambiente térmico. Ambiente acústico y vibraciones. Ambiente lumínico. Recomendaciones visión-iluminación-color. Radiaciones. Contaminantes químicos y biológicos.  
Duración: 20 horas.

#### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se impartirá los conocimientos teóricos referentes a los principios de cada tema tratado. Técnica expositiva: Resumen de las técnicas más sobresalientes. Uso de ilustraciones a través de transparencias. Uso de preguntas intercaladas para valorar la comprensión del contenido. Técnica de demostración para ubicar al estudiante en el contenido. Técnica de mostrar programas informáticos que simulen las posturas y movimientos. Pruebas objetivas de suministro de respuestas cortas y completación. Pruebas de selección y pruebas prácticas de resolución de problemas de manufactura.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

En la teoría se realizarán tres parciales en total, uno de la Unidad I y uno para la Unidad II y otro para la unidad tres, con un valor sobre el total de 33% cada uno. Se realizará una evaluación teórico-práctica al final de cada práctica con una duración de dos (2) horas. Total horas empleadas en evaluación Seis (6) horas.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Alting, L., " Procesos para ingeniería de manufactura ", Editorial Alfaomega, 3a. Edición. 1996. en Español.
- Detsko, J., " Material Propieties and Manufacturing Proccess", Editorial John Wiley and Sons INC. N.Y. 1967.
- Doyle, Keyser, Singer and Schoder. " Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros " , 1995, Tercera Edición, en Español
- D.R. Sule., "Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño". 2001, Segunda Edición en Español.
- Guedez,V.; Mondelo,P.; Hernández,A.C.; Mosquera,L. Ergonomic design of small containers using the Quality Function Deployment (QFD). International Conference on Computer-Aided Ergonomics and Safety, Maui, Hawaii, USA - July 29- August 1, 2001
- Hernández, Aquiles C; Mondelo, Pedro R.; Remacha, Javier; Guédez T, Víctor Manuel. Applied ergonomics in assembly line Proceedings of the First International Conference ORP 2000 on Occupational Risk Prevention. Tenerife 2000
- Guédez T, Víctor Manuel; Mondelo, Pedro R.; Mussi, Isabela de Melo; Hernández, Aquiles C. Safety, manufacturing and ergonomics. Proceedings of the First International Conference ORP

---

2000 on Occupational Risk Prevention. Tenerife 2000

- Hudson, R. "Manual del Ingeniero", 10 Edición, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985
- Mattila M, Leppänen M, Väänänen M 1992. Computer Applications in Ergonomics, Occupational safety and Health 92 – CAES`92. Tampere, Finland 235- 239.
- Mondelo R. Pedro y otros. "Ergonomía 1".Ediciones UPC. Sexta Edición. Mayo 2001.
- Mondelo R. Pedro y otros. "Diseño de Puestos de trabajo. Ergonomía 3".Ediciones UPC. Primera Edición. Mayo 1988..
- Kazanas H. y Baker T-, Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México, 1983.
- Karwowski, W.1991.Complexity, fuzziness, and ergonomic incompatibility. Ergonomics. Taylor & Francis. Volume 34, Nº 6 , June 1991. London and Washington, DC. 671-684
- Murrell, KF. 1971. Man in his Working environment. Ergonomic.. Taylor & Francis. London., 10-40
- Nakajima, S.1988 Introduction to TPM. Productivity Press,Inc. Cambridge. USA.,24- 40.
- Porter 1992. Man Models and Computer-aided Ergonomics. CAES`92. Norht-Holland, Amsterdam.13-19
- Roe R. 1998. Accommodation Models and Man Models.RAMSIS NEWS 1/98.TECHMATH. GmbH & Co. KG. CSW Saarbrücken.1-8
- D.R. Sule., " Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño". Segunda Edición en Español.2001

<b>Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Víctor Manuel Guédez T.</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9000-2000 E ISO-14000.</b>				<b>Código:</b>	IMT916
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I				<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.					
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>	
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4		
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>	

**JUSTIFICACIÓN**

Al aumentar el comercio internacional, la manufactura globalizada y la competencia en los precios, se han ampliado las opciones en los productos industriales y al consumidor. Cada vez los clientes piden productos y servicios de alta calidad a bajos precios, y buscan proveedores que respondan a esta demanda, en forma consistente y confiable.

A su vez, ésta tendencia ha creado la necesidad de conformidad y consenso internacional respecto al establecimiento de métodos de control de la calidad, confiabilidad y seguridad de un producto. Aparte de esas consideraciones, hoy se consideran asuntos de igual importancia respecto al ambiente y la calidad de vida, mediante nuevas normas internacionales.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe poseer conocimientos básicos de Procesos de Manufactura I, para la mejor comprensión y aplicación del contenido de gestión de la calidad.

**OBJETIVOS GENERALES**

Preparar al estudiante en el desarrollo y aplicación de las normas ISO-9000:2000, así como la implementación de las normas ambientales ISO-14000.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar las definiciones y aplicaciones de la norma ISO- 9000.
- Aplicar y realizar un manual de calidad basado en la norma ISO-9000.
- Elaborar un manual de procedimientos basados en la norma ISO-9000.
- Implementación y aplicación de la norma ISO-14000.

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO**

---

## **UNIDAD I. GESTION DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ISO-9000:2000**

### **Tema 1. Norma ISO- 9000**

Generalidades. Definiciones. Vocabulario ISO-8402. Sistemas de la Calidad Norma Europea. Norma Venezolana COVENIN. Aseguramiento de la Calidad, ventajas de usar Normas ISO-9000. Cláusulas de la norma ISO-9000. Implementación de la Norma ISO-9000.

Duración: 14 horas.

### **Tema 2. Elementos de la Norma ISO 9000.**

Políticas de calidad, Organización, Revisión, Plan de Negocios, Sistema de Calidad, Revisión de Contrato, Control de Diseño, Control e Documentos y Datos, Control de Producto Proporcionado por el Cliente, Control de Proceso, Inspección y Pruebas, Capacitación, Servicio, Trazabilidad, Almacenamiento y Empaque y Técnicas Estadísticas.

Duración: 14 horas.

### **Tema 3. Manual de Calidad.**

Generalidades. Políticas de Calidad para un proceso o producto. Desarrollo de un Manual de Calidad basado en la norma ISO-9001, Aseguramiento de la Calidad, El sistema de Calidad, Trazabilidad y Satisfacción del Cliente, Mejoramiento Continuo.

Duración: 12 horas.

### **Tema 4. Manual de Procedimientos.**

Generalidades. Importancia del manual de procedimientos. Desarrollo de un Manual de procedimientos, Planes de Calidad, Diagramas de Flujo, Instrucciones, Revisión del Sistema de Calidad, Documentación aplicable.

Duración: 12 horas.

### **Tema 5. Auditorias de Calidad.**

Generalidades. Importancia de la Auditoría. Auditorias Internas de Calidad, Manejo de Situaciones Conflictivas en la Auditoría, La Entrevista, Instrucciones importantes para la Auditoría, Revisión del Sistema de Calidad basado en la Ética, Documentación aplicable.

Duración: 12 horas.

## **UNIDAD II. GESTION DE CALIDAD ISO-14000.**

### **Tema 5. Norma ISO-14000.**

Ventajas de aplicación de la norma ISO 14000. Integración de la Norma ISO 14001 con la Iniciativa CARE, Consideraciones Legales para la Implementación de ISO 14000, Requisitos Legales Vigentes. Las Condiciones Ambientales y la Identificación de la Prioridades Legales.

Duración: 10 horas.

---

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Técnica expositiva, utilización de resúmenes, donde se enfatiza en puntos sobresalientes de la información. Uso de ilustraciones a través de transparencias.

Organizadores previos como generalidades e introducción de nuevos temas.

Preguntas intercaladas, para medir, la adquisición de conocimientos, la comprensión o la aplicación de contenidos aprendidos.

Técnica de la demostración, aplicación de conocimientos prácticos.

Método de proyectos, para consolidar conocimientos.



## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan pruebas objetivas, de suministro, específicamente pruebas de respuesta cortas y Completación.

Pruebas de selección, de verdadero y falso o de Completación.

Informes de evaluación, de asignaciones de un contenido específico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- DIN, Normas de Dibujo DIN, Manual 2, España, 1977.
- Hudson, R., "Manual del Ingeniero", 10 Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1985.
- Peach, R. Manual de ISO-9000, Tercera Edición, McGraw Hill, México, 2000.
- Jackson, P. Y Ashton, D. ISO-9000 BS-5750 Implemente Calidad de Clase Mundial, editorial Limusa, México, 1996.
- COVENIN-ISO, Sistemas de la Calidad. Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en el Diseño, el Desarrollo, la Producción, la Instalación y el Servicio Postventa, COVENIN, 1995.
- Kalpakjian, S. Y Schmid, S. Manufactura, Ingeniería y tecnología, cuarta edición, Prentice Hall, 2002

**Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Mariano Peña S.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>METROLOGIA DIMENSIONAL</b>			<b>Código:</b>	IMT917
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	1	1	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	18	18	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El Ingeniero Mecánico debe describir con precisión una gran cantidad de variables que se desarrollan durante los procesos de producción y/o experimentación, la forma más adecuada de expresar dichas variables es mediante la aplicación de la metrología dimensional. La metrología dimensional le da al estudiante los conocimientos teóricos y prácticos que se requieren para la descripción precisa de las variables del proceso y los instrumentos idóneos para la realización de dichas mediciones.

**REQUERIMIENTOS**

Tener conocimientos básicos, teóricos y prácticos de las materias referidas a los procesos de fabricación.

**OBJETIVOS GENERALES**

Dar a conocer los métodos de medición y los instrumentos más adecuados para los distintos procesos, bien sean de fabricación o experimentación.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los errores de un proceso de medición.
- Conocer el manejo y aplicación de los instrumentos de medición y accesorios aplicados en la industria en general, para la medición y control de las piezas manufacturadas.
- Conocer los métodos e instrumentos utilizados en la actualidad para la determinación de los errores de tipo geométrico que presentan las maquinas de medición de coordenadas.
- Realizar la verificación de un instrumento de medición (vernier, tornillo micrométrico, etc.) o de un medio de comprobación (calibre tipo Pasa-No Pasa).

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO**

**TEMA 1. Conceptos generales.**

---

Definición. Unidades (Longitud y Angulo). Elementos fundamentales de un laboratorio metrológico. Patrones. Trazabilidad. Cadena de calibración. Errores de medición. Precisión. Exactitud. Incertidumbre. Interferometría.  
(2 Horas)

### **TEMA 2. Bloques patrón (Galgas).**

Descripción y requerimientos técnicos: dimensiones, geometría, acabado superficial, materiales. Manejo y aplicaciones (accesorios). Calibración: absoluta (interferométricamente), por comparación (comparador). Normas. Protección.  
(4 Horas)

### **TEMA 3. Instrumentos de medición.**

Calibres. Cursor (vernier), tornillos micrométricos, indicadores de cuadrante (Reloj comparador). Tipos. Aplicaciones. Calibración. Normas.  
(4 Horas)

### **TEMA 4. Calibres.**

Clasificación. Ventajas. Calibres de referencia (master). Calibres libres (PASA/NO-PASA) fijos o ajustables. Construcción y dimensionamiento de calibres, materiales, tolerancias. Control de calibres, instrumentos empleados. Normas. Protección.  
(4 Horas)

### **TEMA 5. Comparador óptico-microscopio de herramientas.**

Principio de funcionamiento. Aplicaciones potenciales. Elementos principales. Sistema óptico, amplificación, rendimiento, accesorios, sistema de fijación. Técnicas de medición: por comparación, por movimiento, por traslación. Planillas, tipos, construcción.  
(5 Horas)

### **TEMA 6. Medición de ángulos.**

Patrones angulares. Instrumentos utilizados: regla y mesa de senos, nivel de precisión, nivel electrónico, autocolimador, goniómetro, clinómetro, láser, accesorios.  
(5 Horas)

### **TEMA 7. Medición de plenitud-rectitud-perpendicularidad.**

Métodos e instrumentos utilizados. Superficie de referencia (mármol), su empleo, control de la plenitud, normas. Reglas y escuadras, tipos, control, normas.  
(5 Horas)

### **TEMA 8. Medición de roscas.**

Consideraciones generales. Conceptos básicos del diseño de la rosca. Clases de roscas, ISO, UN, API, etc. Parámetros fundamentales de rosca. Métodos e instrumentos empleados de dichos parámetros: directos, indirectos, ópticos. Calibres de roscas: control, tolerancias, normas.  
(5 Horas)

### **TEMA 9. Medición de redondez.**

Concepto de redondez. Irregularidades, características de las formas redondas. Sistemas para la medición de la redondez.  
(5 Horas)

### **TEMA 10. Medición de la textura superficial-rugosidad.**

Conceptos generales. Especificaciones de la textura superficial, símbolos, normas. Métodos e instrumentos de medición.  
(5 Horas)

---

---

**TEMA 11. Medición y verificación de engranajes.**

Generalidades. Perfil de los dientes, errores. Espesor de un diente, instrumentos de medición. Intervalo entre dientes, medición. Paso y división, verificación. Excentricidad de ruedas dentadas, verificación. (5 Horas)

**TEMA 12. Maquinas de medición a coordenadas.**

Tipos. Características constructivas. Aplicaciones. Verificación de errores geométricos: instrumentos y procedimientos utilizados. Autocalibración. (5 Horas)

**CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO.**

**PRACTICA 1.** Bloques patrón (galgas rectangulares). (3 Horas)

**PRACTICA 2.** Instrumentos cursor (vernier). (3 Horas)

**PRACTICA 3** Tornillo micrométrico. (3 Horas)

**PRACTICA 4.** Reloj comparador. (3 Horas)

**PRACTICA 5.** Medición de roscas. (3 Horas)

**PRACTICA 6.** Angulo/nivel/escuadra. (3 Horas)

<b>ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Se dictaran clases teóricas y prácticas.

<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
----------------------------------

Se realizará un examen por cada tema y el promedio de estos equivale al 80% de la nota, el 20% restante corresponde a la nota del laboratorio, el cual se evaluará mediante el promedio de los exámenes de cada práctica.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

- Zeleny y González. Metrología Dimensional. McGraw-Hill, 1999.
- González y Zeleny. Metrología, McGraw-Hill, 1998
- Handbook of industrial Metrology, ASTME/1967
- Estevez y Zanz. La medición en el taller mecánico. 1977
- Jiménez Balboa. Prontuario Ajustes y tolerancias. 1996
- Ricardo Brito S. Metrología Mecánica. Ajustes. Control de Calidad. 1993.

<b>Fecha de elaboración del programa: 10 de Julio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Rubén Chacón</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC PARA FRESADO Y CENTROS DE MECANIZADO (CNC II)</b>			<b>Código:</b>	IMT918
<b>Prelaciones:</b>	PROGRAMACIÓN DIGITAL Y PROCESOS DE MANUFACTURA II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de fabricar piezas muy complejas, con alta precisión y a una gran velocidad, plantearon un reto importante al mundo de la automatización y control, el cual fue resuelto de varias maneras a lo largo de un período de tiempo considerable. Fue necesario integrar equipos de trabajo, que reunían especialistas de manufactura, control, matemáticas, materiales, informática y diseño de máquinas. Las primeras soluciones, fueron defectuosas, pero la dinámica de los equipos impulsada por las demandas de la manufactura permitió mejorar con gran celeridad un conocimiento que ahora domina muchos procesos de fabricación. Esta solución recibió varios nombres desde su creación, uno de los más exitosos fue el Control Numérico.

El Control Numérico CN es el uso de instrucciones codificadas simbólicamente para el control automático de un proceso o maquinaria. Las exigencias de la manufactura en cuanto a calidad, acabados y continuidad de la operación, han impulsado el desarrollo de varias formas de CN.

El paso siguiente, es el Control Numérico por Computadora (CNC), el cual fue un paso adelante en el desarrollo de la manufactura, pues las funciones UCM son parcial o completamente asumidas por una computadora. El programa en su totalidad se lee en la memoria, como las computadoras se pueden programar, se puede utilizar programación asistida y se pueden borrar con facilidad. Se le pueden sumar todas las ventajas del mundo del control y la informática, permitiendo controlar máquinas desde dos ejes, o más ejes de acuerdo a la necesidad de fabricación. Una de las máquinas más complejas son las fresadoras y los Centros de Mecanizado, con ellas las posibilidades de realizar diversas operaciones en diversos ejes es una realidad que envuelve el mundo de la manufactura actual.

Por todo lo anterior, todo Ingeniero Mecánico debe tener conocimiento de los diversos procesos de manufactura automatizados. Esta materia es fundamental para crear la capacidad y la formación básica en la programación y cálculo de cómo se hacen los productos y que tipo de conocimientos deben cultivar los estudiantes para mantener un espíritu innovador en la creación de diversos productos y procesos del mundo de la automatización.

## REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de Programación y Procesos de Manufactura II, es decir los procesos con arranque de virutas que se usan con más frecuencia en actividades de manufactura y que son los procesos mas ampliamente difundidos en el CNC y serán los objeto de estudio en este curso en forma automatizada.

## OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda escribir, seleccionar y ejecutar programas de CNC usando las normas ISO o la Normas DIN de acuerdo al proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los fundamentos básicos de las metodologías de fabricación.  
Dominar el concepto del Control Numérico Computarizado, desde su concepción hasta su aplicación con tornos de CNC.  
Reconocer y comprender los diferentes procesos, materiales y mercados de los que dispone, para lograr un lanzamiento exitoso de productos.  
Conocer las diversas normas de fabricación como las ISO –2382/1 o la ISO - 841 y las DIN dedicadas al CNC.  
Poder entender un programa codificado en CNC.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

#### UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE CNC

##### Tema 1. Introducción al CN.

Reseña histórica. Concepto de CN. Comparación entre una fresadora convencional y una máquina con control numérico. ¿Que partes de la máquina pueden controlarse con CN?. Diversos niveles de automatización: equipos independientes de CN; Centros de Mecanizado (C M); los Sistemas transfer; el Centro CIM. Ejemplos sobre cuando usar los diversos tipos de equipos  
10 horas, (teoría)

##### Tema 2. Control Numérico Computarizado CNC.

Características de las fresadoras con CNC.  
Elementos básicos las máquinas con CNC.  
Control de los ejes en las máquinas con CNC.  
Características de los Controles Numéricos.  
Ventajas frente al CN.  
10 horas, (teoría)

##### Tema 3. Conceptos previos a la programación con Control Numérico.

Definición del Origen de la máquina.  
Los Ejes. Definición de los ejes y los movimientos de las máquinas, según la Norma ISO - 841. Los ejes para movimientos rectilíneos. Los ejes utilizados para movimientos de giro.  
Cálculo para la trayectoria para programar. Corrección o compensación del radio de la herramienta.  
Datos de las herramientas. Correctores.  
Origen de la pieza. Decalajes de origen  
Coordenadas absolutas y coordenadas relativas o incrementales.

---

10 horas, (teoría)

## **UNIDAD II. PROGRAMACIÓN BASICA CON CNC**

### **Tema 4. Introducción a la Programación básica con CNC.**

Introducción.Generalidades. Evolución en el Mercado.

Estructura del programa. Nomenclatura.

Formato del programa.

Programación del número y del corrector de la herramienta.

Programación de la velocidad de giro del cabezal o velocidad de corte.

Programación de la velocidad de avance.

Programación de las informaciones de desplazamientos.

Condiciones de desplazamiento o funciones preparatorias G

Funciones auxiliares M

Ejemplos sencillos de programas.

12 horas, (teoría)

### **Tema 5. Programas.**

Ciclos fijos para una fresadora.

Los programas no funcionan igual en fresadoras de marcas diversas.

Programas útiles con una fresadora.

Ejemplo de programas con un Centro de Mecanizado

12 horas, (teoría)

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO**

### **PRACTICA 1. Fresadoras convencionales y automáticas.**

Concepto. Historia. Importancia de las fresadoras convencionales y modernas. Utilización del equipo. Partes más importantes de las máquinas convencionales. Normas de seguridad del laboratorio y los equipos.

Funcionamiento demostrativo para los alumnos

Duración: Tres (3) prácticas de dos horas cada una.

6 horas.

### **PRACTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H).**

Tipos de máquinas herramientas automáticas que existen. Para que sirven.

La fresadora. Función y uso. Partes de la fresadora automática. Encendido y apagado de emergencia.

Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas. Prácticas de programación elaborando piezas con programas de simulación con el uso del CNC de una fresadora automática.

Duración: Cuatro (4) prácticas de dos horas cada una.

8 horas.

### **PRACTICA 3. Fresadora.**

Introducción y uso. Partes de la fresadora automática. Uso de diferentes Tipos de herramientas según el tipo de Material. El avance en la fresadora. La fijación de las Herramientas de Corte. Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente una fresadora con CNC.

Demostración de la fabricación de una pieza con un programa elaborado por el alumno

Duración: Dos (2) prácticas de dos horas cada una.

4 horas.

<b>ESRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
---------------------------------

---

Se impartirá los conocimientos teóricos referentes a los principios de funcionamiento de la

Máquina o técnica estudiada. Luego se establecerán las Normas de Seguridad para el correcto desempeño del estudiante en la práctica y finalmente el estudiante podrá acceder a manipular los equipos.

Técnica expositiva: Resumen de las técnicas más sobresalientes. Uso de ilustraciones a través de transparencias. Uso de preguntas intercaladas para valorar la comprensión del contenido.

Técnica de demostración para ubicar al estudiante en el contenido.

Pruebas objetivas de suministro de respuestas cortas y completación.

Pruebas de selección y pruebas prácticas de resolución de problemas de manufactura.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

En la teoría se realizarán tres parciales en total, uno de la Unidad I y dos para la Unidad II, con un valor sobre el total de 33% cada uno.

Se realizará una evaluación teórico-práctica al final de cada práctica con una duración de dos (2) horas. Total horas empleadas en evaluación de las prácticas: Seis (6) horas. Es obligatorio aprobar el Laboratorio para poder aprobar la teoría.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Boothroyd, G, Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas, McGraw Hill, México, 1984.
- González-Ikerlan El control Numérico y la Programación Manual de las MHCN. Ediciones Urmo, S.A.1986.
- Haugen, E. B., Probabilistic Mechanical Design, Wiley, New York, 1980.
- Jackson, Peter. 1998, Implemente Calidad de Clase Mundial ISO 9000,. BS 5750., Limusa, Mexico.
- Jensen, C., " Dibujo y Diseño de Ingeniería", McGraw Hill Interamericana, México, 1973.
- Kazanas H. y Baker T-, Procesos Básicos para Manufactura, McGraw Hill Interamericana, México, 1983.
- Machinery's Handbook, The American Society of Mechanical Engineers, ASME, New York, USA, 1990.
- O.DoyIe, L., Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall, México, 1985.
- Pezzano, P. A. Tecnología Mecánica, Buenos Aires, Argentina, 1978.
- SI B4.3-1978, General Tolerances for Metric Dimensioned Producís, American Society Miechanical Enginners, American National Standards Institute, New York, 1978.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico I: Conceptos, características y elementos básicos. Temas de Ingeniería Mecánica. Ediciones UPC. Barcelona.1996.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico II: Programación. Temas de Ingeniería Mecánica. Ediciones UPC. Barcelona.1996.
- Vivancos Calvet Joan, Control Numérico Avanzado: Centro CIM. Postgrado de Manufactura Integrada por Ordenador. Ediciones UPC. Barcelona.2000.
- D.R. Sule., "Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño". Segunda Edición en Español.2001.
- Ferré Masip, R., "Cómo Programar un Control Numérico". Editorial Marcombo, SA, Col. Productica, Barcelona.1988.

**Fecha de elaboración del programa: 19 de Febrero de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. Víctor Manuel Guédez T.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**





<b>Asignatura:</b>	<b>MATERIALES COMPUESTOS</b>			<b>Código:</b>	IMT919
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERÍA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	2	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	36	90	4

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad profesional, todos los ingenieros tienen que ver directa o indirectamente con los materiales, dentro del grupo de materiales de los que se dispone están los materiales compuestos, materiales que de una manera directa o indirecta están ganando terreno en la industria.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento fundamental de los materiales, sus Propiedades Mecánicas y aplicaciones.

### OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante los principios teórico-práctico sobre los Materiales Compuestos y su importancia en el desarrollo tecnológico.

Fomentar los conocimientos sobre los materiales Compuestos, el como éstos están elaborados, las relaciones existentes entre los diferentes tipos de matrices y refuerzos, el como estas estructuras se acoplan.

Cimentar los conocimientos sobre el efecto matriz-refuerzo, su interacción y comportamiento.

Afianzar el aprendizaje sobre las propiedades y comportamientos físicos de éstos; así como su uso, importancia y utilización.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- Materiales Compuestos
- Sus matrices y refuerzos.
- Los métodos de fabricación.
- Las propiedades mecánicas.

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### TEMA N°1 INTRODUCCION A LOS MATERIALES COMPUESTOS

Definición. Concepto; Reseña histórica; Propiedades generales de los compuestos; Aplicaciones y criterios de uso en la industria: automotriz, aeronáutica, médica, electrónica.

5 horas

#### TEMA N°2 MATERIALES POLIMÉRICOS

Introducción. Estructura y mecanismos de polimerización (mecanismo de adición y mecanismo de condensación, reticular). Termoplásticos: cristalinidad y estereoisometría; Termoplásticos de interés en ingeniería (polietileno, cloruro de vinilo, polipropileno, poliestireno, acrílicos, fluorplásticos PTFE); Deformación de los termoplásticos (comportamiento elástico, plástico, viscoelástico); Efecto de la temperatura en los termoplásticos. Elastómeros, estructura, propiedades, (caucho natural, sintético, siliconas). Polímeros termoestables, estructura y propiedades, resinas fenólicas, epoxi, poliésteres insaturados, ureas y melaminas. Características y comportamiento mecánico, térmico, eléctrico y envejecimiento de los termoplásticos, elastómeros y termoestables. Aditivos, refuerzos, colorantes, plastificantes, ignifugantes. Reciclado.

8 horas

#### TEMA N°3 RESINAS TERMOESTABLES UTILIZADAS EN LOS MATERIALES COMPUESTOS.

Resinas de poliéster: propiedades mecánicas, estabilidad térmica, propiedades eléctricas, resistencia química. Resina epoxi: propiedades mecánicas eléctricas, resina epoxi deglicidilester del bisfenol, endurecedores co-reactivos y catalíticos.

4 horas

#### TEMA N°4 FIBRAS DE REFUERZO.

Fibras de vidrio: Elaboración; Tipos; Propiedades mecánicas; Térmicas; Eléctricas. Fibras de carbono: Elaboración; Microestructura; Características mecánicas y estructurales, interfase de unión; Aramida elaboración; características mecánicas. Fibra de boro: Elaboración; Características mecánicas. Fibra de carburo de silicio: Elaboración; Características mecánicas. Fibras cerámicas: Elaboración; características mecánicas; óxido de aluminio. Fibras refractarias (wolframio)

4 horas

#### TEMA N°5 TIPOLOGÍA DE LAS FIBRAS:

Tipos de tejido: Generalidades. Características de los tejidos: Tafetán; Sarga; Satén; Unidireccionales; Multidireccionales; 3D; Filtros o mats; Rovings

4 horas

#### TEMA N°6 INTERFASE FIBRA-MATRIZ.

Introducción. Mecanismo de: Absorción; humectación; interdifusión; atracción electrostatica; enlace químico; adhesión mecánica. Interfases de interés: Fibra de vidrio-epoxi; fibra de vidrio-poliéster; fibra de carbono-epoxi.

6 horas

#### TEMA N°7 FABRICACIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS.

Introducción: Metodología de la elaboración: Moldeo por contacto a mano; Proyección simultánea; Impregnación en continuo; Inyección de termoestable; Inyección de resinas; Inyección al vacío; Preforma; Prensa en frío; Impregnados (prensa en caliente); Centrifugado; Enrollamiento; Pultrusión.

6 horas

#### TEMA N°8 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE LOS MATERIALES COMPUESTOS.

---

Físicas: Densidad; Volumen de fibra; Porosidad. Mecánicas: Ensayos de tracción, compresión, cortadura plana, cortadura interlaminar, flexión; Tenacidad a la fractura (modo I)  
5 horas

#### **TEMA N°9 COMPUESTOS METÁLICOS:**

Introducción: Clasificación: (matriz o refuerzo). Características de la interfase: Difusividad; Compatibilidad fibra matriz. Metodología de la elaboración: Estado líquido; Sólido; gaseoso; Fibras largas; fibras cortas; Propiedades mecánicas.  
6 horas

#### **TEMA N°10 COMPUESTOS CERÁMICOS:**

Introducción. Mecanismos de refuerzo. Agrietamiento de la matriz. Fibras de refuerzo: Carbono; Carburo de silicio SiC; Whiskers; Whiskers-óxido. Técnicas de fabricación: Bobinados de filamentos; Infiltración Sol-Gel; Prensado en caliente; Infiltración química; Pirólisis polimérica; Procesos con fibra discontinua; Interfase Fibra-Matriz; Recubrimiento de fibras; Propiedades de los Compuestos.  
6 horas

### **CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO**

#### **PRACTICA No 1** Obtención de Materiales Poliméricos:

Manipulación con diferentes polímeros: Termoplásticos; Termoestables; Elastómeros. Reconocer las variables que intervienen en los procesos de obtención.  
4 horas

#### **PRACTICA No 2** Conformado de compuestos laminados:

Poliéster-Fibra de vidrio: Proceso de moldeo a mano; Bolsa de vacío.  
4 horas

#### **PRACTICA No 3** Conformado de otros tipos de compuestos:

Honeycombes, laminados tipo sándwich, otras estructuras.  
4 horas

#### **PRACTICA No 4** Caracterización Física de los Materiales Compuestos:

Física: Determinación de la densidad; Volumen de fibra.  
4 horas

#### **PRACTICA No 5** Caracterización Microestructural de los Materiales Compuestos:

Tipo y orientación del refuerzo, Características de la matriz (colorantes, cargas); Defectología  
4 horas

#### **PRACTICA No 6** Propiedades Mecánicas:

Determinar los indicadores resistentes mediante ensayo de tracción y flexión  
4 horas

#### **PRACTICA No 7** Comportamiento de los Materiales Compuestos a agentes externos:

Degradación por efecto de: Temperatura, Rayos ultra violeta, Agentes químicos.  
4 horas

### **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias y video beam, combinando los aspectos teóricos y prácticos, con un especial énfasis hacia los materiales compuestos, sus matrices y refuerzos, su métodos de

---

producción, y por último su aplicación práctica industrial.  
Adicionalmente se realizarán prácticas en laboratorio considerando los tópicos esenciales para el desarrollo del ingeniero.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizarán dos exámenes parciales sobre tópico(s) seleccionado(s) del programa, un trabajo especial, y prácticas de laboratorio. Los parciales tienen un valor del 25% c/u, el trabajo especial 25%, y el laboratorio 25% el laboratorio también tendrá sus evaluaciones sobre cada una de las practicas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Hull Derek; Materiales Compuestos, 1987, Reverté
- Flinn R., Trojan P.; Materiales de ingeniería y sus aplicaciones, 1994 Mc Graw- Hill.
- ASM; Composites, 1989, ASM
- Seymour, R. B. Polymer composites,1990. Utrecht, The Netherlands
- Smith W. F. Fundamentos de Ciencia e Ingeniería de Materiales. 3ªEd 1999
- BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA
- Handbook of fiberglass and advanced plastics composites,1969. New York :
- Schwartz, R. T.; Fundamental aspects of fiber reinforced plastic composites, 1968. New York
- Caponeschi E.; Composite Materials, Testing and Design, Vol 11th, 1993 ASTM
- Kelly A.; Concise Encyclopedia of Composites Materials, 1994 Pergamon Press.
- Delmonte, J.; Metal/polymer composites, 1990. New York.

**Fecha de elaboración del programa: 2004.**

**Programa Elaborado por: Bloem C.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA PULVIMETALURGIA</b>			<b>Código:</b>	IMT920
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad profesional todos los Ingenieros tienen que ver directa o indirectamente con los materiales, siendo posible que ellos particularmente los metálicos sean procesados por medio de la metalurgia de polvos (pulvimetalurgia), técnica que ha impactado de manera significativa los diferentes procesos de fabricación, a tal punto que en muchos casos ha sustituido los procesos clásicos por sus ventajas comparativas, por lo que cada día esta ganando más terreno en el procesamiento de los materiales y fabricación de objetos útiles, estos últimos se pueden encontrar en diferentes ámbitos del quehacer de la humanidad sin que se pueda imaginar que fue la pulvimetalurgia que los hizo posible. Debido a esto es importante que el futuro Ingeniero mecánico conozca esta novedosa tecnología, para que pueda desenvolverse satisfactoriamente ante cualquier situación que se le presente con este proceso.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe conocer los fundamentos de la ciencia e Ingeniería de los materiales. La naturaleza de los materiales, clasificación, estructura cristalina, los procesos de solidificación y diagramas de equilibrio, nociones básicas sobre tratamientos térmicos y una base fundamental de las diversas propiedades mecánicas y sus ensayos.

### OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los principios teóricos prácticos sobre los cuales se fundamenta la metalurgia de polvos o pulvimetalurgia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- La historia de la pulvimetalurgia y su importancia como proceso tecnológico.
- Las técnicas de fabricación de polvos y sus características más importantes
- Las propiedades y caracterización de los polvos.
- El proceso de compactación de polvos, sus métodos y características.
- El proceso de sinterización, fundamentos y características más importantes.
- Procesos especiales empleados en la pulvimetalurgia.
- El diseño en la pulvimetalurgia.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

#### **Tema 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.**

Presentación de material audiovisual. Definición de Pulvimetalurgia. Representación gráfica. Reseña historia. Importancia, ventajas y desventajas comparativas. Campos de utilización, ejemplos. Etapas del proceso tecnológico.  
4 horas (Teoría).

#### **Tema 2: PRODUCCIÓN DE POLVO.**

Definición de polvo. Métodos de producción: clasificación, definiciones, características básicas. Operaciones pos-producción. Riesgos y medidas de seguridad. Áreas de investigación y desarrollo (I-D).  
9 horas (Teoría).

#### **Tema 3: PROPIEDADES Y CARACTERIZACIÓN DE POLVOS.**

Propiedades de polvos: fundamentales y secundarias, clasificación. Definición de propiedades. Caracterización de polvos: técnicas de caracterización, descriptores. Areas de I – D.  
9 horas (Teoría).

#### **Tema 4: COMPACTACIÓN DE POLVOS.**

Preparación del polvo: mezclado, lubricación, precauciones. Definición de compactación. Principios: fenómenos involucrados, bases teóricas, relaciones matemáticas, influencia de las características del polvo. Métodos de compactación: clasificación, características básicas, tipos de piezas. Compacto y resistencia en verde: definiciones, relaciones matemáticas, evaluación práctica. Areas de I – D.  
10 horas (Teoría).

#### **Tema 5: SINTERIZACIÓN.**

Definición. Tipos. Sinterización en estado sólido: fundamentos teóricos, etapas y planteamientos matemáticos, diagramas de sinterización. Porosidad: definición, forma y tamaño de poros, tipos de poros, permeabilidad, evaluación. Sinterización con fase líquida: fundamentos, características generales. Operaciones post-sinterizado. Areas de I – D.  
10 horas (Teoría).

#### **Tema 6: PROCESOS ESPECIALES.**

Moldeo por inyección. Presionado en caliente. Forja y laminación. Rociado. Procesos CERACON Y STAMP. Infiltración.  
6 horas (Teoría).

#### **Tema 7: DISEÑO EN PULVIMETALURGIA.**

Introducción. Metodología del diseño. Criterios de selección de materiales. Ejemplos de diseños. Control de calidad. Aspectos económicos.  
6 horas (Teoría).

### CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO

#### **PRACTICA 1. Fabricación de polvo**

Clasificación y selección de la técnica de fabricación de polvo, selección de la materia prima y parámetros experimentales, obtención del polvo y almacenamiento.  
2 horas.

#### **PRACTICA 2. Caracterización de polvos**

Para un polvo seleccionado determinar los parámetros: fluidez, densidad aparente y vibrada, ángulo de reposo, tamaño y forma de las partículas.

---

2 horas.

**PRACTICA 3. Compactación de polvos**

Curva de compresibilidad, compactación del polvo, densidad y resistencia en verde.

2 horas.

**PRACTICA 4. Sinterización y densidad**

Selección de parámetros y realización del tratamiento térmico de sinterización de polvo compactado. Determinación de la densidad luego del sinterizado.

2 horas.

**PRACTICA 5. Caracterización microestructural de piezas sinterizadas**

Metalografía de muestras. Determinación de la porosidad y parámetros característicos de los poros.

2 horas.

**PRACTICA 6. Propiedades mecánicas de piezas sinterizadas**

Realización de los ensayos mecánicos: dureza, microdureza y resistencia (alguno de los siguientes: flexión, tracción, impacto o fatiga).

2 horas.

**PRACTICA 7. Caracterización de filtros metálicos**

Cambio dimensional. Permeabilidad del aire. Máximo diámetro de poro. Resistencia mecánica.

2 horas.

---

## ESRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias y proyector de video, exponiendo los aspectos teóricos y prácticos para un completo y mejor entendimiento de la asignatura.

Adicionalmente se realizarán prácticas en el laboratorio donde se evaluarán experimentalmente aspectos estudiados en las clases teóricas.

---

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Tres exámenes parciales de 2 horas c/u mínimo en horas de clase (total 6 horas), un trabajo especial sobre un tópico de la asignatura y el laboratorio. Los exámenes y su valoración porcentual de la calificación definitiva son lo siguientes:

Primer parcial: Temas 1 al 3, 20%

Segundo parcial: Temas 4 y 5, 20%

Tercer parcial: Temas 6 y 7, 20%

Laboratorio: 25%, es requisito mínimo e indispensable tener aprobado el laboratorio para aprobar la asignatura.

Trabajo especial: 15% consta de un informe y presentación pública.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- American Society For Metals. *Metals Handbook, Vol. 7, Powder Metallurgy*. Metals Park, Ohio, 1984.
- Avner, Sydney. *Introducción a la Metalurgia Física*. Editorial Mc Graw-Hill, México, 1979.
- Balshin, M. y Kidarisov, s. *General Principles of Powder Metallurgy*. Editorial MIR-Moscú, 1980.
- Dowson, Gordon. *Powder Metallurgy, The Process and its Products*. Editorial Adam Hilger, 1990.
- Esper, F. y Sonsino, C. *Fatigue Design for PM Components*. Editorial EPMA, 1994.
- Fritz, Lenel. *Powder Metallurgy, Principles and Applications*. Editorial MPIF, N.J., 1980.

- German, Randall. *Powder Metallurgy Science*. Editorial MPIF, N.J., 1994.
- German, Randall. *Sintering Theory and Practice*. Editorial John Welley & Sons, N.Y. 1996.
- German Randall. *Liquid Phase Sintering*. Editorial Plenum Press. N.Y., 1985.
- Hawkins, Arthur. *The Shape of Powder – Particle Outlines*. Editorial Reserch Studies Press LTD. England. 1993.
- Hirschhorn, J.S. *Introduction to Powder Metallurgy*. Editorial APMI, N.J., 1969.
- Huppmann W.J. y Dalal K. *Metallographic Atlas of Powder Metallurgy*. Verlag Schmid, Germany, 1986.
- Ivensen, V. A. *Densification of metal powders during sintering*. Consultants Bureau, N.Y. 1973.
- Kuhn, H. y Lawley, A. *Powder Metallurgy Processing*. Editorial Academic Press, N.Y. 1978.
- Kkuczynski, G.C. *Sintering and Related Phenomena*. Materials Science Reserch, Vol. 6. Editorial Plenum Press, N.Y., 1973.
- Lawley, Alan. *Atomization, The Production of Metal Powders*. Editorial MPIF, N.J., 1992.
- Molera, P. *Introducción a la Pulvimetalurgia*. Ediciones Bellaterra, Barcelona – España, 1977.
- Monclus, C. *La Pulvimetalurgia, Bases y Posibilidades*. Ediciones Cedel, Barcelona – España, 1966.
- Srivatsan, T.S. y Sudarshan, T.S. *Rapid Solidification Technology*. Editorial Technomic Publishing CO. Lancaster, U.S.A., 1993.

**Revistas Periódicas:**

- International Journal of Powder Metallurgy
- Powder Metallurgy
- Metallurgical and Materials Transactions A
- Materials Science and Engineering A.

<b>Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R.</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES</b>			<b>Código:</b>	IMT921
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA.				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	2	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	36	90	4

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad profesional, todos los Ingenieros tienen que ver directa o indirectamente con los materiales, dentro del grupo de materiales de los que se dispone están las aleaciones de aluminio, aleaciones que cada día se están empleando en mayor cantidad y en más alternativas dentro del ámbito tecnológico actual.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante requiere de un conocimiento adecuado de ciencia de los materiales, su estructura cristalina, los procesos de solidificación y diagramas de equilibrio y una base fundamental de los procesos de difusión y precipitación.

### OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los principios teóricos y prácticos sobre los fundamentos de la metalurgia del aluminio y sus aleaciones, afianzando esos conocimientos de manera práctica.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- La historia del aluminio, su importancia científico-tecnológica e impacto a escala nacional e internacional.
- La naturaleza del aluminio, sus propiedades y características principales, usos.
- Las aleaciones del aluminio, tipos, clasificación, propiedades y usos industriales.
- Los tratamientos térmicos de aleaciones del aluminio, tipos, principios metalúrgicos, técnicas, propiedades resultantes.
- La soldadura del aluminio y sus aleaciones, principios metalúrgicos, técnicas y sus características.
- El acabado superficial de las aleaciones del aluminio, técnicas y sus características.
- Técnicas especiales de procesamiento del aluminio y sus aleaciones.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMTICO TEORICO PRÁCTICO

#### **Tema 1. INTRODUCCION GENERAL.**

Breve historia sobre el aluminio. Importancia científica y tecnológica. Venezuela productor de aluminio y sus implicaciones en nuestra sociedad.

4 horas (Teoría)

#### **Tema 2. NATURALEZA DEL ALUMINIO.**

Minerales del aluminio: clasificación, composición química, principales minerales utilizados. Obtención del aluminio: métodos, características básicas. Propiedades y características del aluminio: propiedades físicas, químicas y mecánicas, efectos de las impurezas sobre las propiedades. Usos principales del aluminio.

4 horas (Teoría)

#### **Tema 3. ALEACIONES DEL ALUMINIO.**

Aleación metálica: definición, tipos, características básicas. Clasificación de las aleaciones del aluminio: de forja y de moldeo o fundición, características básicas. Diagramas de equilibrio: elementos aleantes, fases, características particulares. Propiedades de las aleaciones. Usos industriales.

8 horas (Teoría)

#### **Tema 4. TRATAMIENTOS TERMICOS DE ALEACIONES DEL ALUMINIO.**

Tratamiento térmico: definición, variables, representación gráfica, características. Recocidos: homogenización, recristalización, restauración, total. Bonificado: solubilización, temple y envejecimiento. Endurecimiento por precipitación: transformaciones en estado sólido, microestructura de los sistemas precipitados, tipos de precipitación (continua, discontinua, localizada, esferoidización). Envejecimiento: naturaleza, etapas, factores que la afectan (temperatura, composición, tipo de soluto, velocidad de temple, tiempo). Envejecimiento con deformación. Envejecimiento en dos etapas.

10 horas (Teoría)

#### **Tema 5. SOLDABILIDAD DEL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.**

Soldadura: definición, métodos, aspectos metalúrgicos. Soldabilidad del aluminio y sus aleaciones: dificultades, fenómenos metalúrgicos involucrados. Soldadura oxiacetilénica: aspectos técnicos (preparación del material, potencia del soplete, material de aporte), flujos decapantes, estudios de soldabilidad y propiedades. Soldaduras fuertes (Brazing) y por baño: ventajas, fundente, material de aporte, preparación técnica. Soldaduras en atmósfera inerte: TIG, MIG, definiciones, características comparativas, ventajas, gases, electrodos, material de aporte, preparación y procedimiento. Microestructura de la unión soldada, Inspección de la soldadura.

10 horas (Teoría)

#### **Tema 6. PROCESAMIENTO ESPECIAL DEL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.**

Técnica de solidificación rápida: principios, características metalúrgicas, aleaciones especiales (Al-Li, Al-Li-Cu, Al-Li-Mg) y sus propiedades. Materiales compuestos de matriz de aluminio (MMCs): definición, características, clasificación, fabricación y propiedades. Proceso de Tixovaciado: definición, principios metalúrgicos, propiedades, técnica y aplicaciones.

10 horas (Teoría)

#### **Tema 7. ACABADO SUPERFICIAL DE LAS ALEACIONES DEL ALUMINIO.**

Introducción. Tipos de acabado: decorativos, protección, clasificación. Tratamientos mecánicos: pulido, satinado, proyección, otros. Desengrasado y decapado químico. El anodizado: fundamentos, ácidos utilizados, características de diversos procedimientos, propiedades. Recubrimientos metálicos: preparación de superficies, revestimientos electrolíticos, características. Esmaltes vitrificados: definición, preparación del metal y aplicación, propiedades.

---

Pinturas y barnices: preparación de superficies y aplicación.  
8 horas (Teoría)

## **CONTENIDO PROGRAMATICO DEL LABORATORIO**

### **PRACTICA 1. FUSIÓN Y COLADA DEL ALUMINIO**

Manipulación de diferentes aleaciones, determinación de las temperaturas de solidificación de éstas. Obtención de piezas sencillas por colada.

### **PRACTICA 2. RECICLADO DEL ALUMINIO**

Manejo de las diversas formas de reciclado. Obtención de piezas a través de técnicas mecánicas y de fusión y colada.

### **PRACTICA 3. METALOGRAFÍA DEL ALUMINIO**

Preparación y observación metalográfica de probetas obtenidas por diferentes métodos.

### **PRACTICA 4. TRATAMIENTO TÉRMICO DE SOLUBILIZACIÓN DEL ALUMINIO**

Realizar tratamientos térmicos de solubilización a diferentes aleaciones. Obtención de algunas propiedades mecánicas antes y después del tratamiento térmico.

### **PRACTICA 5. TRATAMIENTO TÉRMICO DE ENVEJECIMIENTO DEL ALUMINIO (BONIFICADO)**

Evaluación de las propiedades mecánicas tras diferentes estados de la evolución del envejecimiento natural y artificial.

### **PRACTICA 6. SOLDADURA Y SOLDABILIDAD DEL ALUMINIO**

Inspección e interpretación de diferentes tipos de soldaduras (soldadura y soldadura fuerte) realizadas en aluminios.

### **PRACTICA 7. TRATAMIENTO SUPERFICIALES DEL ALUMINIO (ANODIZADO)**

Realizar un anodizado electroquímico a una aleación de aluminio.

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias y video beam, combinando los aspectos teóricos y prácticos, con un especial énfasis hacia las aleaciones de aluminio, su procesamiento, sus tratamientos y su aplicación.

Adicionalmente se realizarán prácticas en laboratorio considerando los tópicos esenciales para el desarrollo del ingeniero.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Tres exámenes parciales, un trabajo especial sobre un tópico de la asignatura y el laboratorio. Es requisito mínimo e indispensable tener aprobado el laboratorio para aprobar la asignatura. El primer parcial de los temas 1 al 3. El segundo parcial de los temas 4 y 5. El tercer parcial de los temas 6 y 7.

Valoración:

- Primer parcial 20 %
- Segundo parcial 20 %
- Tercer parcial 20 %
- Trabajo Especial 15 %
- Laboratorio 25%

El Trabajo Especial puede ser alguna de las modalidades siguientes: investigación bibliohemerográfica sobre un tópico de la asignatura, o el estudio y exposición de un artículo científico relacionado con la asignatura.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cengel Yunus A. Y Boles Michael A., Termodinámica, Tomo II Segunda Edición, McGraw Hill, Inc, U.S.A., 1997.
- ASM. Heat Treating. Metals Handbook, Ninth Edition, Vol. 4. Metals Park, Ohio, 1981.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin). Aluminio y sus Aleaciones, 1986.
- De la Poza Lleida, José M. El Aluminio: Características y Aplicaciones. Editorial Oikos-Tau. Barcelona, 1991.
- Kolachev, B. A. Tecnología de tratamiento térmico de metales y aleaciones no férreas. Editorial Mir, Moscú, 1983.
- Mondolfo, Lucio F. Aluminum Alloys. Editorial Butterworths, London, 1976.
- Patton, W. J. Ciencia y Técnica de la Soldadura. Ediciones Urmo. Bilbao, 1975.
- Pechiney Gupo de Ingenieros. Enciclopedia del Aluminio. Vol 1-6. Ediciones Urmo, Bilbao, 1967.
- Seferian, D. Las Soldaduras. Ediciones Urmo, 1977.
- Sistiaga, José M. Aleaciones de Aluminio y Magnesio. Monografías Colección de Estudios Técnicos. Editorial Montecorvo, Madrid, 1963.
- Vargel, Christian. El comportamiento del aluminio y sus aleaciones. Ediciones Urmo, Bilbao, 1981.
- Zeeleder, Alfred Von. Aleaciones Ligeras. Editorial Aguilar. Madrid, 1955.

**Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. Bloem C.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>FUNDICION BÁSICA</b>			<b>Código:</b>	IMT922
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	2	1	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	36	18	-	54	3

### JUSTIFICACIÓN

La fabricación de gran número de piezas mecánicas son hechas por la técnica de la fundición, por ser el proceso relativamente fácil y económico; esto determina que en el diseño mecánico se considere esta técnica, entre otras, como una alternativa de fabricación del producto diseñado. En este caso es necesario que el ingeniero mecánico conozca los principios básicos de esta técnica de fabricación.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener conocimientos básicos de ciencia e ingeniería de los materiales.

### OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los principios de la tecnología de la fundición, para que pueda decidir que alternativa de fabricación seleccionar cuando realice el diseño de piezas o componentes mecánicas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda:

- El concepto de la tecnología de la fundición y demás conceptos relacionados con esta.
- La identificación de las partes de un molde y sus características geométricas y funcionales.
- Que materiales son utilizados, sus características, exigencias y aplicaciones.
- Los requerimientos de los modelos, moldes y el diseño de piezas para el moldeo.
- Las técnicas de solidificación en la fundición.
- El diseño de moldes de arena, sistema de colada y de alimentación.
- La técnica de la colada y las operaciones finales del proceso de fundición.

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN.**

Definición de Fundición. Definición de molde y de los elementos que lo componen. Definición de colada. Definición de sistema de colada. Definición de pieza colada. Definición de moldeo. Definición de moldería. Definición de sistema de alimentación. Definición de sistema de moldeo. La industria de la fundición en el mundo y en Venezuela. Comparaciones técnico-económicas del moldeo con otros procesos de conformado de metales.

3 horas.

#### **TEMA 2. IDENTIFICACION DE LAS PARTES DE UN MOLDE.**

Molde: Bloque, cavidad, paredes y machos. Sistema de colada: Cubeta de colada, embudo, bebedero, pié de colada, canales de colada, canales de entrada, vientos, rebosaderos, barreras para arena y para escoria. Sistema de alimentación: Mazarotas.

5 horas.

#### **TEMA 3. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE MOLDES: CARACTERÍSTICAS, EXIGENCIAS Y APLICACIONES.**

Arenas naturales. Arenas sintéticas. Arena verde. Arena seca. Aglomerantes y aglutinantes. Substancias del proceso CO<sub>2</sub>. **Materiales especiales:** Harina de maíz, aserrín, estiércol de caballo, refractarios pulverizados, coque pulverizado y yeso. Materiales para moldes permanentes. Yeso. Ceras. Materiales para modelos. Materiales de careo. Otros materiales para la fabricación de moldes.

5 horas.

#### **TEMA 4. GENERALIDADES SOBRE LOS MODELOS, MOLDES Y METODOS DE MOLDEO.**

Definición de modelo y sus características. Clasificación de los modelos. Clasificación de los moldes y comparaciones técnico-económicas de sus fabricaciones. Clasificación de los métodos de moldeo y comparaciones técnico-económicas de sus aplicaciones.

4 horas.

#### **TEMA 5. GENERALIDADES SOBRE LAS CONSIDERACIONES BÁSICAS EN EL DISEÑO DE PIEZAS PARA MODELO.**

Relación usuario – diseñador – modelista – fundidor. Previsiones generales para el diseño. Selección del material de la pieza. Configuración de la pieza: Precisión de dimensiones; resistencia y rigidez; prevención de zonas no llenadas, rechupes, porosidades, fracturas y tensiones residuales; facilidad del maquinado; métodos de colada.

5 horas.

#### **TEMA 6. SOLIDIFICACIÓN UNIFORME Y SOLIDIFICACIÓN DIRIGIDA.**

Mecanismos de la solidificación del metal en el molde y sus consecuencias: Estructura granular, rechupes y porosidades de contratación. Identificación de puntos calientes: Círculos inscritos, módulo de enfriamiento. Importancia y logro de la solidificación uniforme y de la solidificación dirigida.

4 horas.

#### **TEMA 7. DISEÑO DE MOLDES DE ARENA APISONADA PARA PIEZAS CORRECTAMENTE PLANIFICADAS.**

Definición de pieza correctamente planificada (diseñada). Consideraciones en el diseño de la cavidad del molde (moldería): Líneas de junta, contracción del metal, sobreespesor de maquinado, salidas del modelo, sentido del desmoldeo, flujo no erosivo. Consideraciones en el diseño de machos: Contracción del metal, portadas y suspensiones, posición horizontal y posición vertical, evacuación de gases. Ubicación de dispositivos enfriadores y/o calentadores.

5 horas.

---

**TEMA 8. DISEÑO DEL SISTEMA DE COLADA PARA MOLDES DE ARENA APISONADA.**

Exigencias al flujo del metal durante la colada. Temperatura de colada. Colada directa y colada en fuente. Sentido de colada. Forma y dimensiones de los componentes del sistema de colada. Distribución de los canales de entrada. Velocidad y tiempo de modelo.  
4 horas.

**TEMA 9. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.**

Dimensionamiento y ubicación de mazarotas. Ejemplos de aplicación de la solidificación dirigida considerando todos los componentes del sistema de modelo.  
3 horas.

**TEMA 10. OBTENCIÓN DE LA CAVIDAD DEL MOLDE EN ARENA APISONADA.**

Elaboración de modelos. Preparación de arenas. Utilización de materiales especiales. Ejemplos de elaboración de la cavidad del molde para colada directa y colada en fuente. Ejemplos de elaboración de la cavidad del molde con diversas clases de modelos. Elaboración del sistema de colada. Afinamiento del bloque y cavidad. Secado. Elaboración de machos. Realización del Proceso CO<sub>2</sub>. Elaboración de mazarotas y elementos auxiliares.  
5 horas

**TEMA 11. COLADA Y OPERACIONES FINALES.**

Colada. Desmoldeo. Limpieza, inspección y maquinado.  
3 horas.

---

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

---

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias y proyector de video, exponiendo los aspectos teóricos y prácticos para un completo y mejor entendimiento de la asignatura.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

---

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán cuatro exámenes parciales, en horas de clase (2 horas c/u, total 8 horas), cuya valoración es la siguiente:

- Primer parcial, temas 1 y 2, 20 %
- Segundo parcial, temas 3 al 5, 30 %
- Tercer parcial, temas 6 al 8, 30 %
- Cuarto parcial, temas 9 al 11, 20 %.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

---

- ASM. *Forgin and casting*. American Society of Metals, Ohio, USA. 1970.
  - Beeley P. R. *Foundry technology*. Editorial Butterworths, Londres. 1972.
  - Brunhuber E. *Fundición a presión*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. 1971.
  - Capello Edoardo. *Tratado de fundición*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. 1974.
  - DeGarmo E. Paul. *Materiales y procesos de fabricación*. Editorial Reverte, Buenos Aires, Argentina. 1969.
  - Duponchelle J. *Manual del fundidor de metales*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. 1972.
  - Flinn Richard. *Fundamentals of metals casting*. Editorial Reading Mass.
  - Howard E. D. *Tratado práctico de fundición*. Editorial Aguilar, Madrid, España. 1962.
  - Krekeler K. A. *Microfundición. Fundición con modelo perdido*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. 1971.
-

- 
- Le Breton H. *Defectos de las piezas de fundición*. Editorial Urmo, Bilbao, España. 1965.
  - Rosich y Robeira Juan. *Tecnología del hierro y principales metales, fundería y forja, tratamientos térmicos*. Editorial SPES, Barcelona, España. 1947.

<b>Fecha de elaboración del programa: junio 2004</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Suárez R. (transcrito por Prof. Tolosa R.).</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE FALLAS</b>			<b>Código:</b>	IMT923
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA, PROCESOS DE MANUFACTURA III			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-		3	
<b>Horas / semestre</b>	54	-		54	3

#### JUSTIFICACIÓN

Las diferentes piezas que constituyen máquinas o equipos están propensas unas más que otras a fallar, dejando de cumplir sorpresivamente o prematuramente sus funciones para las cuales fueron diseñadas, antes de que se cumpla el tiempo estimado de vida útil, esto debido a causas como defectos propios del material o errores en la fabricación y/o utilización de las piezas. Esta situación produce pérdidas considerables de tipo material y económico, incluso de carácter humano cuando la falla causa lamentablemente la muerte inesperada de seres humanos; por estos motivos es importante que el Ingeniero Mecánico conozca los fundamentos de las fallas de los materiales y su prevención en servicio para que los tenga siempre presentes cuando ejerza profesionalmente, pudiendo tomar las medidas correctivas que sean necesarias cuando se encuentre en situaciones de esta naturaleza.

#### REQUERIMIENTOS

Se requiere de un conocimiento básico de la ciencia e ingeniería de los materiales.

#### OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos básicos sobre las fallas en los materiales de ingeniería, su análisis teórico y práctico, y las prevenciones necesarias para evitar que estas sucedan o minimizarlas.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- La historia de fallas en materiales y la importancia de su estudio y prevención, para el diseño y manufactura de productos útiles.
- La diferencia entre falla y fractura.
- Las causas de fallas en los materiales
- Los tipos de cargas y clasificación de fallas
- Los principios de los análisis de fallas, su clasificación y caracterización.

- 
- Prevención de fallas por mecánica de fractura
  - Aspectos prácticos sobre las fallas.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO.

#### **TEMA 1. Introducción general.**

Historia catastrófica de fallas en elementos u objetos diseñados y fabricados con diferentes materiales. Interrogantes sobre las fallas. Qué hacer y cómo proceder. Justificación del análisis de fallas y su prevención.

4 horas (teoría)

#### **TEMA 2. Fallas y fractura.**

Definición de fallas y fractura. Diferencias entre fallas y fractura. Ejemplos gráficos. Consecuencias físicas, económicas y humanas.

6 horas (teoría)

#### **TEMA 3. Causas de fallas.**

Errores de diseño. Evaluación errónea de propiedades. Imperfecciones de los materiales. Defectos de fabricación. Errores de ensamblaje. Condiciones impropias de servicio. Fenómenos microestructurales causantes de fallas y fractura.

6 horas (teoría)

#### **TEMA 4. Tipos de fallas.**

Fuerzas y distribución de esfuerzos en componentes mecánicos. Tipos de fallas: clasificación, definiciones, caracterización fenomenológica, ejemplos.

6 horas (teoría)

#### **TEMA 5. Análisis de fallas.**

Definición. Etapas de un análisis de fallas. Recomendaciones para un correcto análisis de fallas. Técnicas de análisis de fallas: clasificación, características generales, ventajas y desventajas. Recaudación de datos.

10 horas (teoría)

#### **TEMA 6. La fractografía en el análisis de fallas.**

Definición. Procesamiento de piezas fracturadas y la superficie de fractura. Métodos de evaluación: clasificación, definiciones, fundamentos, características, ventajas y desventajas. Fractografía cuantitativa: objetivo, técnicas y características, análisis cuantitativo, ejemplos.

10 horas (teoría)

#### **TEMA 7. Prevención de fallas por mecánica de fractura.**

Mantenimiento preventivo: aspectos generales. Mecánica de fractura: definición. Aspectos básicos de la mecánica de fractura: criterio de Griffith, factor de intensidad de esfuerzos, criterio de energía, tenacidad a la fractura, longitud de grieta, esfuerzo en servicio. Selección de materiales.

6 horas (teoría)

#### **TEMA 8. Evaluación práctica de fallas.**

Estudio práctico de fallas típicas en componentes mecánicos, previamente preparados. Caracterización y diferenciación entre las fallas estudiadas. Cálculos básicos de diagnóstico y/o de causas de las fallas.

6 horas

## ESRATEGIAS METODOLÓGICAS

---

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares

como transparencias, proyector de video, objetos reales con fallas, etc., enfocando los aspectos teóricos a situaciones prácticas para la mejor comprensión de lo estudiado.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán tres exámenes parciales y un trabajo especial, este puede ser alguna de las siguientes modalidades: investigación bibliohemerográfica sobre un tópico de la asignatura, evaluación integral de un componente con falla, análisis y exposición de artículos científicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Askeland, Donald. *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. 3<sup>ra</sup> Edición. International Thomson, México. 1998.
- Avner, Sydney. *Introducción a la Metalurgia Física*. 2<sup>da</sup> Edición. Mc Graw-Hill, México. 1979
- Flin R y Trojan P. *Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones*. 3<sup>ra</sup> Edición. Mc Graw-Hill, Bogotá. 1989
- American Society for Metals. *Materials Characterization*. Metals Handbook, Ninth Edition, Vol 10. Ohio. 1986
- American Society for Metals. *Failure Analysis and Prevention*. Metals Handbook, Ninth Edition, Vol 11. Ohio. 1986
- American Society for Metals. *Fractography*. Metals Handbook, Ninth Edition, Vol 12. Ohio. 1987
- Caballero, Ramón. *Fractografía Aplicada al Análisis de Fallas*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales. Caracas. Venezuela.
- Gonzalez, Jorge. *Mecánica de Fractura, Bases y Aplicaciones*. Limusa-Noriega, México. 1998.
- Hertzberg, Richard. *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. John Wiley & Sons. New York. 1976.
- Kepner-Tregoe Asociados. *Detección Analítica de Fallas*. Kepner-Tregoe S.A. México. 1969.
- National Association of Corrosion Engineers. *Corrosion fatigue*. NACE, Houston, 1971.
- Sarkar, A. D. *Desgaste de metales*. Editorial Limusa – Noriega Editores, México, 1990.
- Tolosa, Ramón. *Introducción al Diagnóstico de Fallas y su Prevención*. Módulo de Mecanálisis, Postg. Ingeniería en Mantenimiento. Convenio ULA-Corpoven. Fac. de Ingeniería, Esc. de Ing. Mecánica, Mérida, Venezuela. 1993.

### Revistas Periódicas:

- Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. Blackwell Publishing.
- Journal of Engineering Materials and Technology. ASME.
- Journal of Manufacturing Science and Engineering. ASME
- Materials Science and Engineering A. Elsevier Science S.A. N.Y, USA.

**Fecha de elaboración del programa: marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PROPIEDADES Y ENSAYOS MECÁNICOS</b>			<b>Código:</b>	IMT924
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	2	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	36	90	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La asignatura comprende una descripción fundamental de los fenómenos que ocurren en la estructura interna de los materiales metálicos cuando son sometidos a cargas, así como también los métodos de determinación de las propiedades mecánicas como valores característicos de la respuesta de dichos materiales ante las cargas. El conocimiento de los valores de las propiedades mecánicas es de importancia primaria en la realización de los cálculos del diseño mecánico y en la aplicación de procesos de manufactura. En estos dos campos de la Ingeniería Mecánica, el conocimiento de los fenómenos antes indicados y el conocimiento de los métodos (ensayos) para determinar los valores de las propiedades mecánicas, amplían la habilidad del estudiante y del egresado de ésta carrera para desempeñarse en los campos mencionados.

**REQUERIMIENTOS**

- Conocimiento previo de los materiales metálicos en relación con sus estructuras cristalinas, modos de representarlas, sus defectos básicos y sistemas de deslizamiento.
- Conocimiento previo de los tipos de esfuerzos y estados de esfuerzos descriptibles en piezas de ingeniería sometidas a cargas.

**OBJETIVOS GENERALES**

- Capacitar al estudiante para que:
- Evalúe las respuestas de las naturalezas de los materiales metálicos ante cargas aplicadas en diversas condiciones.
  - Relacione los valores de las citadas respuestas con los fenómenos provocados por las cargas en las naturalezas de los materiales metálicos.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Lograr que el estudiante adquiera conocimientos teóricos, habilidades y destrezas en la realización de
- Ensayos mecánicos estáticos.
  - Ensayos mecánicos dinámicos.

- 
- Ensayos de fatiga.
  - Ensayos de termofluencia.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO DE LA TEORÍA

#### **TEMA 1. GENERALIDADES (3 horas).**

Factores del comportamiento mecánico de una pieza de ingeniería. Concepto de propiedad mecánica. Propiedad mecánica y atributo mecánico. Importancia de los valores de las propiedades mecánicas en el diseño y en la tecnología mecánica. Concepto de ensayo mecánico normado. Organismos de normalización de ensayos de materiales. Clasificación de los ensayos mecánicos y de las propiedades mecánicas de los materiales metálicos.

#### **TEMA 2. DEFORMACIÓN ELÁSTICA Y PLÁSTICA (6 horas).**

Fuerzas de cohesión. Deformación plástica: por maclaje, por deslizamiento uniplanar de dislocaciones de borde, por deslizamiento uniplanar de dislocaciones de tornillo, por deslizamiento cruciplanar de dislocaciones de tornillo, por deslizamiento de dislocaciones helicoidales, por ascenso de dislocaciones de borde, por cizallado de límites intergranulares, por difusión entre límites intergranulares. Fuerza en una dislocación. Energía de una dislocación. Tensión lineal de una dislocación. Campo de esfuerzos de una dislocación.

#### **TEMA 3. ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN FRÍO Y EL PROCESO DE ROTURA (10 horas).**

Definición de endurecimiento por deformación plástica en frío. Deslizamiento fácil y deslizamiento múltiple. Evaluación de la rapidez del endurecimiento. Fuente de Frank-Read. Interacción de dislocaciones: endurecimiento por formación de codos y escalones en las dislocaciones, barreras de Cottrell-Lomer. Endurecimiento por interacción de dislocaciones con defectos cristalinos puntuales. Influencia del tamaño promedio de los granos en el endurecimiento. Rotura frágil y rotura dúctil. Criterio de Griffith para la rotura frágil. Mecanismos de surgimiento de grietas en materiales metálicos dúctiles. Mecanismo de propagación de una grieta en material metálico dúctil.

#### **TEMA 4. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS (10 horas).**

La distribución normal y la media aritmética. Exclusión de resultados atípicos. Desviación normal. Intervalo de confianza y nivel de confianza. Número mínimo de mediciones (resultados de ensayos) para obtener una media aritmética confiable. Determinación de diferencias significativas entre resultados. 3 horas de teoría y 2 horas de práctica

#### **TEMA 5. ENSAYOS MECÁNICOS ESTÁTICOS (7 horas).**

Concepto de carga estática, carga dinámica y carga cíclica. Clasificación de los ensayos estáticos. Principios del funcionamiento de la máquina universal de ensayos mecánicos y de la máquina de torsión. Descripción de los ensayos mecánicos estáticos de tracción, compresión, flexión y torsión en atención a: las probetas utilizadas, el estado de esfuerzos en elasticidad, el desarrollo de la deformación plástica, el desarrollo del endurecimiento por deformación plástica en frío, el desarrollo del proceso de rotura y las propiedades mecánicas resultantes. Métodos especiales para determinar el módulo de Young y el módulo de corte.

#### **TEMA 6. ENSAYOS MECÁNICOS DINÁMICOS (5 horas).**

Clasificación de los ensayos dinámicos. Diferencias entre los resultados del ensayo de tracción dinámica y el ensayo de tracción estática. Ensayos de impacto: principios del funcionamiento del martillo de Charpy y energías participantes. Martillo de Charpy instrumentado. Probetas para ensayos con martillo de Charpy. Estado de esfuerzos en elasticidad en probetas de Charpy. Desarrollo de la deformación plástica, del endurecimiento y de la rotura en probetas de Charpy. Características y evaluación de la fractura en probeta de Charpy. El intervalo de temperaturas de la transición dúctil-frágil y su importancia.

---

### **TEMA 7. ENSAYOS DE FATIGA (8 horas).**

Definición del proceso de fatiga (cargas cíclicas). Ciclos de esfuerzos en ensayos de fatiga. Fatiga por tracción y/o compresión. Fatiga por flexión pura: la máquina de Moore y principios de su funcionamiento. Fatiga por momento flector: la máquina para viga rotatoria y principios de su funcionamiento. Descripción de los ensayos de fatiga en atención a: las probetas utilizadas, el desarrollo de las deformaciones elástica y plástica en altos y bajos ciclos, el desarrollo del endurecimiento o ablandamiento, el desarrollo del proceso de rotura. La curva de Wöhler y propiedades mecánicas resultantes. Relaciones entre resultados de ensayos de fatiga y resultados del ensayo de tracción estática.

### **TEMA 8. ENSAYOS DE TERMOFLUENCIA (5 horas).**

Concepto de termofluencia. Clasificación de los ensayos de termofluencia (tracción a alta temperatura, arrastre y resistencia prolongada). Modos de generación de altas temperaturas en los ensayos de termofluencia. Descripción de los ensayos de termofluencia en atención a: las probetas utilizadas, el estado de esfuerzos en elasticidad y el desarrollo de la deformación plástica. Etapas del arrastre. Resultados de los ensayos de termofluencia.

---

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO DE LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIO**

**LAB. 1. REDES CRISTALINAS Y SUS REPRESENTACIONES (4 horas).**

**LAB. 2. MECANISMOS DE LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA (4 horas).**

**LAB. 3. MOVIMIENTOS DE LAS DISLOCACIONES (4 horas).**

**LAB. 4. MECANISMO DEL ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN Y DE LA ROTURA (4 horas).**

**LAB. 5. PREPARACIÓN DE EXPERIMENTOS Y PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE RESULTADOS (4 horas).**

**LAB. 6. ENSAYOS MECÁNICOS ESTÁTICOS Y PROPIEDADES MECÁNICAS (4 horas).**

**LAB. 7. ENSAYOS MECÁNICOS DINÁMICOS Y ATRIBUTOS MECÁNICOS (4 horas).**

**LAB. 8. ENSAYOS DE FATIGA Y ATRIBUTOS MECÁNICOS (4 horas).**

**LAB. 9. ENSAYOS DE TERMOFLUENCIA Y ATRIBUTOS MECÁNICOS (4 horas).**

---

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Los fundamentos teóricos de la asignatura son expuestos en clases apoyadas con recursos visuales. Los conocimientos teórico-prácticos de los ensayos mecánicos y sus ejecuciones, son impartidos en actividades de laboratorio apoyadas con medios visuales y/o audiovisuales, máquinas, equipos, instrumentos y herramientas, así como también con cálculos de problemas específicos. Los cursantes de la asignatura son divididos en grupos de laboratorio, habiendo en cada grupo no más de diez alumnos.

---

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Adicional a las clases teóricas y actividades de laboratorio, para el estudio el alumno dispone de fuentes bibliográficas tanto de autoría extranjera como de profesores de la misma Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes.

Son evaluados aparte: a) los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y b) los conocimientos y actividades de laboratorio.

Además de alcanzar la nota final mínima (diez puntos), la aprobación de la asignatura requiere de la aprobación (mínimo diez puntos) de los conocimientos y actividades de laboratorio.

La nota final es formada por las siguientes valoraciones porcentuales de pruebas parciales:

---

- 
- Primera prueba de teoría (Temas 1 y 2): 18%.
  - Segunda prueba de teoría (Temas 3 y 4): 18%.
  - Tercera prueba de teoría (temas 5 y 6): 18%.
  - Cuarta prueba de teoría (Temas 7 y 8): 18%.
  - Nota promedio de los conocimientos y actividades de laboratorio: 28%.

Las pruebas de las actividades de laboratorio pueden comprender asuntos que hayan sido tratados en las clases de teoría.

La nota promedio de las pruebas de las actividades de laboratorio es formada por las siguientes valoraciones porcentuales de pruebas parciales de laboratorio:

- Primera prueba de las actividades de laboratorio (Lab. 1, Lab. 2 y Lab. 3): 25%.
- Segunda prueba de las actividades de laboratorio (Lab. 4 y Lab.5): 25%.
- Tercera prueba de las actividades de laboratorio (Lab. 6 y Lab.7): 25%.
- Cuarta prueba de las actividades de laboratorio (Lab. 8 y Lab. 9): 25%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dieter George E. *METALURGIA MECÁNICA*. Editorial McGraw-Hill. Madrid, 1967.
- Zolotorevski V. *PRUEBAS MECÁNICAS Y PROPIEDADES DE LOS METALES*. Editorial MIR. Moscú, 1976.
- Reed-Hill Robert. *PRINCIPIOS DE METALURGIA FÍSICA*. Editorial Continental. México, 1979.
- Meyers Marcs. *METALURGIA MECÁNICA*. Editorial Prentice-Hall. New Jersey, 1984.
- Avner Sidney. *INTRODUCCIÓN A LA METALURGIA FÍSICA* (segunda edición). Editorial McGraw-Hill. México, 1990.
- Hayden H. W., Moffatt William G., Wulff John. *CIENCIA DE LOS MATERIALES Tomo I – Estructura* (tercera reimpresión). Editorial LIMUSA. México, 1991.
- Hayden H. W., Moffatt William G., Wulff John. *CIENCIA DE LOS MATERIALES Tomo III – Propiedades Mecánicas* (tercera reimpresión). Editorial LIMUSA. México, 1991.

**Fecha de elaboración del programa: julio de 2004**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>TRATAMIENTOS TERMICOS</b>	<b>Código:</b>	IMT925		
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERIA	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Los tratamientos térmicos de los materiales metálicos tienen gran importancia tecnológica, cuando son adecuadamente seleccionados permiten lograr los requerimientos del diseño de cualquier tipo de pieza. Notorio es el hecho de los tratamientos de las aleaciones del hierro y el carbono, aceros y fundiciones, las cuales han sido históricamente las más utilizadas industrialmente por las propiedades resultantes del tratamiento. Por los beneficios notorios obtenidos de los tratamientos térmicos, es necesario que el estudiante de Ingeniería Mecánica conozca de sus principios, técnicas y tenga experiencia práctica de los mismos, para que los involucre cuando sea necesario en el diseño mecánico.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe tener conocimientos básicos de ciencia e ingeniería de los materiales.

### OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los principios y técnicas de los tratamientos térmicos, termoquímicos y termomecánicos de las aleaciones metálicas, particularmente las del hierro y el carbono.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- Los tratamientos térmicos, su clasificación y definiciones.
- El concepto de templabilidad, conceptos derivados e importancia tecnológica.
- Los tratamientos isotérmicos y termoquímicos, definiciones, técnicas y aplicaciones.
- Los tratamientos superficiales, clasificación, definiciones, importancia, técnica y usos.
- Los tratamientos mecánicos y termomecánicos, clasificación, definiciones, importancia, técnica y usos.



## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA 1. TRATAMIENTOS TERMICOS.**

Definición de tratamiento térmico. Clasificación de los tratamientos térmicos y definiciones. Tratamientos de enfriamiento continuo: recocido, temple y revenido; características y usos industriales.

8 horas

#### **TEMA 2. TEMPLABILIDAD.**

Definición e importancia. Endurecibilidad versus Templabilidad. Diámetros críticos ideal y real. Métodos de obtención, el Ensayo Jominy. Templabilidad y severidad de temple. Selección de aceros en el diseño mecánico.

8 horas

#### **TEMA 3. TRATAMIENTOS ISOTERMICOS.**

Recocido isotérmico, austempering, martempering, patenting; características y usos industriales.

6 horas

#### **TEMA 4. TRATAMIENTOS TERMOQUIMICOS**

Características generales y clasificación de los tratamientos termoquímicos (TTQ). Fundamentos de los TTQ. Cementación, nitruración. Cianuración, carbonitruración y sulfinitización; características y usos industriales.

8 horas

#### **TEMA 5. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.**

Endurecimiento superficial por: llama oxiacetilénica, inducción magnética, láser y haz de electrones. La metalización: definición, importancia, aplicaciones, ventajas y desventajas, técnicas. Cromado duro: definición, importancia, materiales para el cromado, técnica, uso y aplicaciones.

8 horas

#### **TEMA 6. TRATAMIENTO MECÁNICOS Y TERMOMECAÑICOS.**

Definiciones. Tratamientos mecánicos en caliente: forja. Tratamientos mecánicos en frío por deformación profunda. Tratamientos mecánicos en frío por deformación superficial. Tratamientos termomecánicos: Ausforming.

8 horas

#### **TEMA 7. FUNDICIONES Y SUS TRATAMIENTOS TERMICOS.**

Definición, clasificación y características de las fundiciones. Tratamientos térmicos: recocido, temple y revenido, temple superficial. Nitruración de las fundiciones. Fundiciones templadas.

8 horas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología de enseñanza consiste en clases magistrales empleando elementos auxiliares como transparencias, proyector de video, etc, enfocando los aspectos teóricos a situaciones prácticas para la mejor comprensión de lo estudiado.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

De acuerdo al régimen semestral de 18 semanas se realizarán tres exámenes parciales en horas de clase, de 2 horas c/u (total 6 horas).

---

Los exámenes y su valoración porcentual de la nota definitiva es la siguiente:

Primer parcial, temas 1 al 3, 40%

Segundo parcial, temas 4 y 5, 30%

Tercer parcial, temas 6 y 7, 30%

## BIBLIOGRAFÍA

- Andres Sanz M. *El diagrama hierro-carbono y los fundamentos de los tratamientos térmicos de los aceros*. Editorial Montecorvo, Madrid, España. 1962.
- Apraiz B. José. *Fundiciones*. Editorial Dossat, Madrid, España. 1977
- Apraiz B. José. *Tratamientos térmicos de los aceros*. Editorial Dossat, Madrid, España. 1971.
- Avner Sidney. *Introducción a la metalurgia física*. Editorial McWraw-Hill, México. 1974.
- Gillet E. *Manual de los usuarios de revestimientos en cromado duro*. Ediciones Urmo, Bilbao, España. 1965.
- Gualiáev, A. P. *Metalografía*. Tomo 1. Editorial Mir, Moscú. 1978.
- Grinberg D. M. *Tratamientos térmicos de aceros y sus prácticas de laboratorio*. Editorial Limusa, México. 1986.
- Grossman M. A y Bain E. C. *Principios de tratamiento térmico*. Editorial Blume, Madrid, España. 1972.
- Lajtín Yu y Arzamásov B. *Tratamiento químico-térmico de los metales*. Editorial Mir, Moscú. 1987.
- Lajtín Yu. *Metalografía y tratamiento térmico de los metales*. Editorial Mir, Moscú. 1977.
- Lasheras E. José y Sánchez-Marin José. *Tecnología de los materiales industriales*. Ediciones Cedel, Barcelona, España. 1969.
- Meyers Marcs. *Metalurgia mecánica*. Editorial Prentice-Hall, New Jersey. 1984
- Pascual J. *Técnica y práctica del tratamiento térmico de los metales ferreos*. Editorial Blume, Barcelona, España. 1970.
- Reed-Hill Robert. *Principios de metalurgia física*. Editorial Continental, México. 1979.
- Sturla Antonio. *Tratamientos térmicos y termoquímicos de los aceros y de las fundiciones*. Ediciones Técnicas Internacionales, Buenos Aires, Argentina. 1973.
- Studerman Hans. *Tratamientos térmicos de los aceros*. Editorial Urmo, Bilbao, España. 1982.
- Valencia Asdrúbal. *Tecnología del tratamiento térmico de los metales*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 1992.
- Wanke Klaus. *Temple del acero*. Editorial Aguilar, Madrid, España. 1972.

**Fecha de elaboración del programa: junio 2004**

**Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION</b>			<b>Código:</b>	IMT926
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	-	-	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	-	-	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Atendiendo al perfil del ingeniero mecánico es necesario dotar al estudiante de ciertas habilidades y destrezas que le permitan elaborar con precisión, y ajustado a las normas APA, reportes donde plasme los resultados de las investigaciones que realice durante el desarrollo de su carrera. De igual forma, dado el carácter técnico de determinadas actividades que realiza el ingeniero mecánico, es necesario que domine determinadas técnicas para elaborar informes técnicos. A nivel de su formación de pregrado, esta asignatura es una herramienta fundamental para la elaboración del reporte de investigación que presentará como tesis de grado.

### REQUERIMIENTOS

Conocimientos básicos de lecto-escritura.

### OBJETIVOS GENERALES

Capacitar al estudiante para la elaboración de proyectos de investigación y para la redacción de informes especializados.

Iniciar la reflexión sobre la importancia de la tesis de grado.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Instruir al estudiante sobre los conceptos de ciencia, filosofía y método científico.
- Instruir al estudiante sobre el valor de la investigación científica en los programas académicos de las Facultades de Ingeniería.
- Desarrollar en el estudiante habilidades para formular hipótesis, esquematizar situaciones problemáticas y establecer planes de acción para la investigación.
- Inducir al estudiante a la reflexión sobre distintos enfoques metodológicos para acometer un trabajo de investigación.
- Instruir al estudiante en el manejo de normas internacionales de redacción de documentos científicos.
- Capacitar al estudiante para la redacción de informes técnicos y afines.
- Capacitar al estudiante para la redacción de una tesis de grado.

## CONTENIDOS

### **Tema 1. EL METODO CIENTIFICO.**

El conocimiento: origen y concepto. Diferencia entre conocimiento vulgar y científico. La Ciencia: origen, concepto, clasificación y fines. Relación de la Ciencia con la Filosofía. El método: concepto y clasificación. El método de investigación científica: origen, concepto y caracterización. Etapas del método científico.

3 horas (teoría).

### **Tema 2. LA INVESTIGACION.**

Etimología, origen, concepto, caracterización y clasificación de la investigación. Relación entre la Ciencia y la Investigación. La investigación en las ciencias fácticas y en las ciencias del hombre.

3 horas (teoría).

### **Tema 3. LA INVESTIGACION CIENTIFICA.**

Criterios de la investigación científica. Concepto y objetivos. Fases del proceso de la investigación científica.

3 horas (teoría).

### **Tema 4. LA INVESTIGACION DOCUMENTAL**

Concepto. Importancia. Fuentes de la investigación documental. El documento, concepto, funciones y clases de documentos. Fases de la investigación documental. Elementos del diseño de la investigación documental.

3 horas (teoría).

### **Tema 5. LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL**

Concepto. Fases de la investigación experimental. Elementos del diseño de la investigación experimental.

3 horas (teoría).

### **Tema 6. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Planteamiento del Problema: objetivos, pregunta de investigación y justificación del estudio. Elaboración del marco conceptual. Formulación de hipótesis. Recolección y análisis de los datos.

27 horas (teoría).

### **Tema 7. REDACCION DEL INFORME DE INVESTIGACION**

Función de la comunicación. Formas de comunicación. Estructura del informe de investigación: Elementos e interrelación entre ellos. Estilos de redacción. Normas internacionales de redacción.

15 horas (teoría).

### **Tema 8. REDACCION DEL INFORME TECNICO Y DE LA TESIS**

Se realizarán actividades de aula, exámenes parciales, tareas para la casa y trabajos especiales. En cada clase de 2 horas de duración se analizará la tarea realizada con anterioridad. Se elaborará progresivamente un informe de investigación tipo portafolio, alimentado por las actividades de aula. Los exámenes parciales versarán sobre el contenido teórico del programa.

15 horas (teoría).

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Los primeros 5 temas se desarrollan mediante clases magistrales convencionales, más sesiones de discusión empleando trabajos de investigación ya realizados, y que los estudiantes consultan en la Biblioteca de la Facultad. Los temas siguientes se desarrollan mediante actividades teórico práctico, de manera que al concluir la asignatura se haya podido estructurar un reporte de investigación sencillo, así como algunos tipos de informes técnicos.

---

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Para cada uno de los temas se desarrollan actividades prácticas, cuyo producto será escrito. Todas estas actividades se evalúan aportando un 40% de la nota final. El 60% restante corresponde a la evaluación de los reportes presentados.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Blaxter L., Hughes C. y Tisht M. (2000). Cómo se hace una investigación. Barcelona: Gedisa editorial.
- Hernández Sampieri R., Fernández C. y Baptista P. (1997). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Pérez-Tamayo R. (1998). ¿Existe el método científico? México: Fondo de cultura económico.
- Sierra Bravo R.(1999). Tesis Doctorales y trabajos de investigación científica. Madrid: Paraninfo.

**Fecha de elaboración del programa: 08 de marzo de 2004**

**Programa Elaborado por: Cocátedra de Gerencia de Producción y Operaciones**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>			<b>Código:</b>	IMT927
<b>Prelaciones:</b>	ELEMENTOS DE MAQUINAS I, PRODUCCIÓN II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4		-	4	
<b>Horas / semestre</b>	72		-	72	4

### JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento, como sistema, tiene una función clave en el logro de las metas y objetivos de las empresas. Contribuye a reducir costos, mejorar la calidad e incrementar la productividad. Es deseable que los profesionales de la ingeniería sean formados o tengan conocimientos en el campo del mantenimiento industrial para integrarse a un campo de trabajo en el que crece a diario la importancia de los sistemas de mantenimiento para la obtención de beneficios económicos.

### REQUERIMIENTOS

Se requieren conocimientos sobre ingeniería económica, elementos de maquinas y sobre programación digital.

### OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer las herramientas necesarias para analizar y mejorar organizaciones de mantenimiento en la industria.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Tener conocimiento general sobre la teoría básica del mantenimiento industrial.
- Comprender la importancia de las políticas de mantenimiento de las empresas.
- Conocer los parámetros fundamentales para la medición del mantenimiento.
- Comprender la relación entre la capacidad efectiva de los sistemas de producción y el rendimiento del sistema de mantenimiento respectivo.
- Diagnosticar problemas de mantenimiento y aplicar sus conocimientos para mejorar la relación beneficio-costo en cualquier industria.

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO**

### **UNIDAD UNO: TEORIA DE MANTENIMIENTO: DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN**

#### **TEMA I. DEFINICIONES:**

Mantenimiento correctivo. Mantenimiento preventivo: Técnicas recomendadas para iniciar un plan de mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo: Tipos de fallas más comunes detectadas utilizando el mantenimiento predictivo. Mantenimiento óptimo: Principios básicos de mantenimiento óptimo. Parámetros fundamentales. Costos de operación: Costos fijos, costos variables y costos de mantenimiento.

12 horas

#### **TEMA II. TEORÍA DE MANTENIMIENTO:**

Objetivos. Procesos directivos. Planeamiento: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo. Suministro de materiales. Registros históricos.

8 Horas

#### **TEMA III. ORGANIZACIONES Y MANTENIMIENTO:**

Generalidades. Conceptos básicos: Unidad de mando, amplitud de control, homogeneidad de las tareas, delegación de autoridad y responsabilidad. Requerimientos de la Fuerza de Trabajo.

8 Horas

#### **TEMA IV. POLÍTICA GENERAL DE MANTENIMIENTO:**

Categoría general con respecto a la asignación de trabajo. Políticas con respecto a la fuerza de trabajo, centralización o descentralización. Políticas con respecto a la relación entre los departamentos y al control. Cobertura de empleos vacantes.

8 Horas

### **UNIDAD DOS: TEORÍA DE MANTENIMIENTO: FIABILIDAD**

#### **TEMA V. CONFIABILIDAD:**

Definición. Parámetros básicos. Estudio y tipo de análisis de fallas. Períodos de vida de un equipo. Características. Tipos de distribución normal, de Poisson, de Weibull, etc. Políticas y mantenimiento. Cálculos y predicción de confiabilidad de componentes y equipos.

8 Horas

#### **TEMA VI. MANTENIBILIDAD:**

Definición. Factores Principales: operacionales y de diseño. Parámetros básicos de la mantenibilidad. Métodos para asegurar la mantenibilidad óptima. Cálculos y predicciones. Distribuciones probabilísticas usadas.

8 Horas

#### **TEMA VII. DISPONIBILIDAD:**

Definición. Cálculos, características, importancia y mejoramiento de la disponibilidad.

6 Horas

#### **TEMA VIII. CAPACIDAD EFECTIVA DEL SISTEMA:**

Introducción. Definiciones: Capacidad efectiva, instalada y factor de efectividad. Método de Von Newman y Morgenstein. Otro método de calcular la capacidad efectiva. Factor de efectividad y costos.

6 Horas

---

## **UNIDAD TRES: APLICACIÓN PRACTICA DE LA TEORÍA DE MANTENIMIENTO**

### **TEMA IX. APLICACIÓN PRACTICA DE LA TEORÍA DE MANTENIMIENTO:**

Introducción. Pasos recomendados para iniciar un plan de mantenimiento óptimo. Sistemas operativos e índice de control.

8 Horas

#### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y técnicas analizadas en clase.

#### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan tres evaluaciones parciales: La primera sobre la unidad uno; la segunda sobre la unidad dos; la tercera sobre la unidad tres.

Se realizará un trabajo sobre algún tema de la materia: Un proyecto de la materia que se desarrollará en el transcurso del semestre, en el cual se buscará resolver un problema práctico de mantenimiento de cualquier organización que se encuentre en los alrededores de la ciudad de Mérida o en la Universidad de Los Andes.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA**

- Nava A., José Domingo, "Teoría de Mantenimiento", Volumen I, "Definición y Organización", Consejo de Publicaciones, U.L.A., Mérida, 1992.
- Nava A., José Domingo, "Teoría de Mantenimiento", Volumen II, "Fiabilidad", Consejo de Publicaciones, U.L.A., Mérida, 1992.
- Nava A. José Domingo, "Aplicación Práctica de la Teoría de Mantenimiento", Consejo de Publicaciones, U.L.A., Mérida, 1995.

##### **BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA**

- Arguello Napoleón "Mantenimiento de Plantas Industriales". Centro Industrial de Productividad (CIP) de México. 1979.
- Ibarra, Emir, "Nociones de de Fiabilidad". Ediciones Mary Mar. Argentina 1976.
- Morrow. "Maintenance Engineering Handbook". Mc. Graw Hill Book Company Inc. 1957.
- March J., Simón H. "Teoría de la Organización". Editorial Ariel. Barcelona. España. 1980.
- Nava, José D. "Organización del Mantenimiento Hospital Universitario de Los Andes". Trabajo de Ascenso. 1974.
- Newbrought E.T. "Administración de Mantenimiento Industrial". Editorial Diana. México. 1979.
- Pieruska. "Principle of Reliability". Prentice-Hall. Inc. 1963.
- Pozo Navarro F. "La Dirección por Sistemas". Editorial Limusa. México, 1979.
- The Howard Finley Corporation "Conceptos Básicos sobre Mantenimiento Optimo". Versión hecha por el Ingeniero José Ramón Tirado de Ingeniería. División, Cía. Shell de Venezuela. Ltd. Lagunillas, Estado Zulia. Junio 1971. 120 páginas.
- Vectra C.A. "Curso de Mantenimiento Optimo". R.E.B.S. 1973. 80 páginas.

**Fecha de elaboración del programa: 09 de julio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Francisco M. León O.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>VIBRACIONES MECANICAS</b>			<b>Código:</b>	IMT928
<b>Prelaciones:</b>	ELEMENTOS DE MÁQUINAS II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Las vibraciones mecánicas cumplen un papel fundamental para el diagnóstico de la condición de funcionamiento de equipos y maquinaria. Es vital para el desarrollo de programas o planes de mantenimiento predictivo. Su conocimiento brinda al profesional de la ingeniería una concepción del funcionamiento y uso de las máquinas que motiva hacia la seguridad y uso racional de los recursos.

### REQUERIMIENTOS

Se requieren conocimientos sobre diseño de elementos de máquinas, sobre ecuaciones diferenciales y series, y sobre programación digital.

### OBJETIVOS GENERALES

Establecer los conceptos fundamentales sobre las Vibraciones Mecánicas, así como la detección de fallas producidas por desbalance mecánico y/o falta de alineamiento.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicación de los conceptos teóricos en lo referente a medir las vibraciones mecánicas.
- Identificar problemas sobre vibraciones mecánicas.
- Identificar y corrección de los problemas producidos por las vibraciones: Desbalance mecánico y falta de alineamiento

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### TEMA I. MOVIMIENTO OSCILATORIO:

Introducción. Movimiento armónico. Análisis armónico. Período. Frecuencia. Desplazamiento, velocidad, aceleración, ángulo de fase. Funciones de tiempo semidefinidas. Propiedades del movimiento oscilatorio. Péndulo Simple. Péndulo compuesto. Péndulo bifilar.

12 Horas (teóricas y prácticas)

---

## **TEMA II. SISTEMAS VIBRATORIOS LINEALES DE UN SOLO GRADO DE LIBERTAD NO AMORTIGUADOS:**

Definición del sistema. Ecuación del movimiento para vibración libre no amortiguada. Ley del movimiento de Newton. Método de la energía. Método de Rayleigh. Método de la impedancia mecánica. Problemas.

10 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA III. SISTEMAS AMORTIGUADOS LINEALES:**

Introducción. Vibración libre amortiguada y vibración forzada amortiguada. Amortiguación crítica. Movimiento subamortiguado. Movimiento sobre amortiguado. Movimiento críticamente amortiguado. Decrecimiento logarítmico de una oscilación libre. Amortiguación de "Coulomb". Rigidez y flexibilidad de un sistema de resortes. Asociación de resortes. Amortiguadores, asociaciones de amortiguadores.

8 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA IV. BALANCEO MECANICO:**

Desbalance rotacional. Desbalance estático. Desbalance dinámico. Movimiento de los soportes de una máquina. Transmisibilidad. Instrumentos para medir, analizar e impedir vibraciones mecánicas. Balance estático y dinámico en uno o dos planos, método vectorial. Problemas.

8 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA V. VIBRACION TORSIONAL:**

Introducción. Analogía entre vibraciones rectilíneas y torsionales. Problemas

4 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA VI. SISTEMAS CON DOS GRADOS DE LIBERTAD:**

Introducción. Coordenadas generales. Modos normales. Coordenadas principales. Coordenadas de acoplamiento. Ecuaciones de Lagrange. Adsorbedor de vibraciones dinámicas. Principios de ortogonalidad. Sistemas semidefinidos. Velocidades críticas. Problemas.

12 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA VII. VARIOS GRADOS DE LIBERTAD:**

Introducción. Ecuación del movimiento. Coeficientes de influencia. Interacción matricial. Método Stodola. Método Holzer. Método de la impedancia mecánica. Método de matriz de transferencia. Principios de la ortogonalidad. Problemas.

10 Horas (teóricas y prácticas)

## **TEMA VIII. INTRODUCCION A LA FALTA DE ALINEAMIENTO:**

Tipos de desalineación. Métodos de alineación. Alineación con comparadores de carátula de aguja y digitales. Alineamiento láser.

8 Horas (teóricas y prácticas)

## **PRACTICAS DEMOSTRATIVAS:**

### **1. Equipos de Medición:**

En esta parte se muestran los diferentes equipos usados en la medida de desplazamiento, velocidad y aceleración, se enseñan las formas de como medir las vibraciones mecánicas en los equipos rotativos.

4 Horas

### **2. Medidas de vibraciones:**

Se toman medidas de vibraciones en el rotor flexible, en puntos seleccionados, para luego analizar el espectro respectivo.

4 Horas

---

---

**3. Balanceo:**

Se simula un desbalance mecánico y a la vez se explica su forma de corregir.  
2 Horas

**4. Alineamiento mecánico con comparadores de carátula:**

En el rotor diseñado para tal fin se muestra como se realiza el alineamiento.  
4 Horas

**5. Alineamiento Láser:**

Para ello se instala en el rotor flexible el alineador láser, corrigiéndose el problema de falta de alineamiento, existente entre las dos unidades del rotor flexible.  
4 Horas

---

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La docencia de esta asignatura está basada en las clases teóricas en pizarrón y con la ayuda de recursos audiovisuales (transparencias, video beam, etc). Se pretende complementar la docencia con trabajos en los que el estudiante implemente en el computador los métodos y técnicas analizadas en clase.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan tres evaluaciones parciales: La primera sobre los primeros tres temas; la segunda sobre los temas cinco, seis y siete; la tercera sobre los temas cuatro y ocho. Esta tercera evaluación incluye la teoría y las prácticas de laboratorio.  
Se realizará un trabajo o se asignaran tareas sobre cualquier tema de la materia.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA**

- Meirovicht, Leonard, "Elements of Vibration Analysis", Editorial McGraw-Hill, 1975.
- Steidel, Robert, "Introducción a las Vibraciones Mecánicas", Editorial CECSA, 1989.
- Thomson, William, "Teoría de Vibraciones Mecánicas", Editorial McGraw-Hill, 1986.
- Roca, León, "Vibraciones Mecánicas", Editorial Limusa, Convenio ULA-Corpoven, 1993.
- Marín, Omar, "Apuntes sobre Balanceo Mecánico".

**BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA**

- León, Juan, "Dinámica de Máquinas, Editorial Limusa", 1980.
- IRD Mechanalysis, "Manuales de Operación de Equipos IRD", Editorial IRD, 1990.
- Bently, Nevada, "Manuales de Operación de Equipos", Editorial Bently Nevada, 1990.
- Marín, Omar, "Apuntes de Operación de Equipos", Convenio ULA-Corpoven, 1993.

---

**Fecha de elaboración del programa:** 09 de julio de 2004.

**Programa Elaborado por:** Francisco M. León O.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>CREACION DE EMPRESAS</b>			<b>Código:</b>	IMT929
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-		3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-		54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

Es innegable el rol importante que juegan las distintas empresas de un país en su desarrollo, son diversos los beneficios que aportan a la sociedad, en Venezuela no puede ser distinto, sin embargo se hace necesario motivar, promocionar, la creación de nuevas empresas o consolidar algunas existentes, dado el gran potencial en recursos materiales y humanos que nuestro país posee. Esto puede lograrse por vías diferentes siendo una de ellas la de instruir al futuro profesional de la ingeniería en lo relativo a este asunto, este es el fin que desea cumplir la asignatura Creación de Empresas dentro del pensum de Ingeniería Mecánica, o de otras carreras que pudieran también incorporarla al suyo.

### REQUERIMIENTOS

Se requiere conocimientos sobre planificación de proyectos, elaboración de inventarios y fundamentos sobre calidad total.

### OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios para que en su ejercicio profesional pueda crear y desarrollar empresas competitivas, que coadyuven en el desarrollo social y económico del país.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que el estudiante aprenda sobre:

- La definición de empresa y/o industria, su clasificación y características.
- Las características de los diferentes modelos de desarrollo y las tendencias del nuestro.
- Los pasos para crear una empresa y los mecanismos de apoyo.
- Como se realiza el montaje de la empresa.
- Teorías de innovación y desarrollo
- Aprendizaje y transferencia de tecnología
- Gestión de calidad y competitividad
- Marco legal de las empresas

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

#### **TEMA 1. Introducción.**

Importancia de la creación de industrias y/o empresas en el desarrollo del país. Industria y empresa: conceptos, similitudes y diferencias. Los tipos de empresas: pequeña, mediana y grande, características generales. Aspectos sobre modelos de desarrollo empresarial, casos: alemán, japonés, asiático, chino (Taiwán), español, otros. Estadísticas de empresas en diversos países. Tendencias del proceso de desarrollo en Venezuela.

6 horas (Teoría).

#### **TEMA 2. Creación de empresas.**

Motivación para emprender. Idea inicial, factores de elección de ideas. Plan de empresa. Descripción de la empresa. Definición del producto o servicio. Formas jurídicas. Planificación de aspectos comerciales. Estudio económico-financiero. Trámites legales de constitución. Inicio de la actividad. Políticas de apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (PyME) en Venezuela. Portales de internet.

10 horas (Teoría)

#### **TEMA 3. Montaje de la empresa (PyME).**

Los recursos necesarios: la gente, la información, la infraestructura, las materias primas y los servicios. La transformación de los recursos: procesos, métodos, normas. Los clientes y los mercados. Plan de negocio. Etapas del montaje de la empresa.

10 horas (Teoría)

#### **TEMA 4. Innovación, Tecnología y Competitividad.**

La innovación: teorías, formas de producirse, variables. Estrategias de desarrollo. Aprendizaje tecnológico y competitividad. Transferencia de tecnología. Aspectos claves del éxito. Gestión de la calidad. Asociaciones estratégicas.

10 horas (Teoría)

#### **TEMA 5. Marco legal de las empresas.**

Aspectos básicos sobre leyes nacionales: ley del trabajo, ley de cooperativas, ley para promover y proteger la libre competencia, leyes del sistema nacional para la calidad y de metrología, el derecho a la propiedad intelectual, ley de impuesto sobre la renta, otras. Caso especial: la Zona Libre, Cultural, Científica y Tecnológica (ZOYLCYT) de Mérida.

6 horas (Teoría)

#### **TEMA 6. Visitas, seminarios y proyectos.**

Visitas a empresas. Exposición de seminarios y proyectos teóricos de creación de empresas.

12 horas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología de enseñanza consiste en el dictado de clases magistrales convencionales, seminarios particulares dictados por invitados especiales y/o por los estudiantes, visitas a empresas seleccionadas, y la realización por parte del estudiante de un proyecto teórico de creación de empresa.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizará un solo examen teórico sobre alguno(s) tema(s) y/o punto(s) particulares del temario. Los seminarios, la(s) visitas y el proyecto tendrán su evaluación particular, siendo sus

---

porcentajes de la nota definitiva los siguientes:  
Examen teórico, 30%  
Seminarios y visitas a empresas, 30%  
Proyecto especial, 40%, consta de un informe y exposición.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Barry Nancy. La pequeña empresa como gran negocio. Corpindustria, Manual de Orientación 4, 1993.
- Bilbao Santiago. Uso y demanda de asistencia tecnológica de las PYMI venezolanas. Corpindustria, Manual de Orientación 8, 1993.
- Corpindustria. Gestión tecnológica en la industria de calzados de cuero. Corpindustria, Manual de Orientación 11, 1993.
- Corpindustria. Innovación y gestión tecnológica en micro y pequeñas empresas industriales metalmecánicas. Corpindustria, Manual de Orientación 10, 1993.
- Corpindustria. La investigación tecnológica industrial en Venezuela y las posibilidades a su acceso por parte de las PYMI. Corpindustria, Manual de Orientación 9, 1993.
- DGP-PYME. Creación y puesta en marcha de una empresa. Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa, Ministerio de Economía, Madrid, España, 2002. <http://www.ipyme.org/temas/empresas/crea.htm>
- DGP-PYME. Nueva empresa, Guía para emprendedores. Dirección General de Política de la PYME, Ministerio de Economía, Madrid, España, 2004. <http://www.circe.es/portal/>
- EMEVENCA. Los empresarios de la pequeña y mediana industria (PYMI) venezolana: algunos lineamientos de política derivados de su conducta y disposición al cambio. Corpindustria, Manual de Orientación 7, 1993.
- Henríquez A. Lysette. Proyectos de Fomento: un nuevo enfoque para la modernización y desarrollo de las PYMI. Corpindustria, Manual de Orientación 3, 1993.
- Herring Oswaldo. El modelo taiwanés y sus lecciones en beneficio de la PYMI venezolana. Corpindustria, Manual de Orientación 1, 1993.
- IESA. El reto es emprender. Debates IESA, Vol IX, número 1, 2003.
- LEGIS. Guía Práctica para Gerenciar la Mediana y Pequeña Empresa (Pyme). Legislec Editores C.A., Caracas, 2002.
- Márquez H. Ramón A. Calidad en la Pequeña y Mediana Industria. Mérida, Venezuela, 1996.
- Márquez H. Ramón A. Visión Global de la Pequeña y Mediana Empresa, Cuaderno Nº1. XVII Congreso de FEDEINDUSTRIA, Valencia, Venezuela, 1998.
- Méndez R. Domingo. Informalización de la fuerza de trabajo en Venezuela. ¿ Disfunciones en el mercado de trabajo o cambios en la relación salarial ?. Corpindustria, Manual de Orientación 2, 1993.
- Pirela Arnoldo (Ed.). Cultura empresarial en Venezuela: La industria química y petroquímica. Fundación Polar, 1996.
- Pirela Arnoldo (Ed.). Venezuela: El desafío de innovar. Fundación Polar y Cendes (UCV), Caracas, 2003.
- Quirós Corradi Alberto. La pequeña y mediana empresa. El colapso del gigantismo. Corpindustria, Manual de Orientación 5, 1993.
- Rosales Linares Ramón. Estrategias gerenciales para la pequeña y mediana empresa. Ediciones IESA-Fundación Polar, Caracas, Venezuela, 1996.
- Sánchez Gámez N. Beatriz. Los beneficios de la zona libre, cultural, científica y tecnológica: instrumento estratégico para el desarrollo del Estado Mérida con proyección nacional. Editorial Casa Blanca, Mérida, 2002.
- SELA. Desarrollo industrial y cambio tecnológico. Políticas para América Latina y el Caribe en los noventa. Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1991.

- 
- Vainrub Roberto. Nacimiento de una empresa. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela, 1996.
  - Viana Di Prisco Horacio y Cervilla de Oliveri María A. Tecnología y competitividad en la industria manufacturera venezolana. Fondo Editorial Fintec, Caracas, 1998.

<b>Fecha de elaboración del programa: junio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Tolosa R. , Márquez R. (*)</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MERCADEO PARA INGENIEROS</b>			<b>Código:</b>	IMT930
<b>Prelaciones:</b>	INGENIERIA ECONOMICA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El rápido descenso de los costos de las comunicaciones y el transporte ha tenido como consecuencia lógica la globalización de los mercados. Pero, al mismo tiempo, los recursos en forma de materiales, talento y trabajo también se han globalizado. A esta rápida globalización están contribuyendo países de todo el mundo, que compiten en industrialización y crecimiento económico. Es de vital importancia preparar entonces al ingeniero, futuro director de producción y operaciones, para responder con innovaciones que generen y envíen rápidamente ideas, partes y bienes acabados, donde se necesiten.

**REQUERIMIENTOS**

Se requieren conocimientos sobre la función de producción y dirección de operaciones, matemáticas y estadística básica y teoría de probabilidades.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de ésta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas del mercadeo. Esto contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en el mundo de los negocios, dentro de un contexto caracterizado por la globalización de los mercados.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Impartirle al estudiante conceptos, teorías, estrategias que le permitan desarrollar una estructura adecuada de mercadeo de los bienes y servicios cuando les sea requerido en el desenvolvimiento dentro del campo laboral de las áreas de operaciones y producción en una organización.
- Permitirle al estudiante acceder herramientas gerenciales innovadoras en el ámbito de atracción de nuevos mercados para comercializar productos y bienes.
- Estudiar las variables básicas de toda gestión de mercadeo: producto, precio, promoción y distribución del producto.



## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA I: LA FUNCIÓN DEL MERCADEO EN LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA.**

El concepto de mercadeo. Importancia del mercadeo en el desarrollo económico. Interfase producción-mercadeo. La administración del mercadeo. La ética en el mercadeo.  
8 horas

#### **TEMA II: LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DEL MERCADEO.**

Análisis del ambiente de mercadeo. Estudio del consumidor. Análisis de la competencia. La investigación de mercados. La mezcla de mercadeo.  
8 horas

#### **TEMA III: EL PRODUCTO.**

Aspectos básicos del producto. Clases de productos. La marca. El empaque.  
8 horas

#### **TEMA IV: EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.**

El ciclo de vida del producto. El proceso de desarrollo de nuevos productos. Organización del proceso de desarrollo de nuevos productos.  
8 horas

#### **TEMA V: LA DISTRIBUCIÓN.**

Sistemas de distribución. La distribución física. Tipos de intermediarios.  
8 horas

#### **TEMA VI: LA PROMOCIÓN.**

Objetivos de la promoción. La mezcla promocional. La venta personal. Publicidad. Promoción de ventas.  
6 horas

#### **TEMA VII: EL PRECIO.**

Objetivos de precios. Políticas de precios. Métodos para el establecimiento de precios.  
8 horas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se emplearán clases magistrales convencionales. En cada una de ellas se desarrollarán ejercicios prácticos asistidos, así como también discusión sobre la incidencia del tópico en la realidad venezolana.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizan tres evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I y II, la segunda sobre los temas III, IV y V la tercera sobre los temas VI y VII.  
Se realizan estudios de casos como aplicación práctica de la materia.

## BIBLIOGRAFÍA

- McCarty, J. E. y Perreault, W.D. (2001) Marketing: Un Enfoque Global. 13ª. Edición. Irwin-McGraw-Hill: México.
- Stanton, W.J.; Etzel, M.J. y Walker, B.J. (2000) Fundamentos de Marketing, 11ª. Edición.

---

McGraw-Hill: México.

- Guiltinan, J.P.; Paul, G.W. y Madden, T.J. (2000) Gerencia de Marketing: Estrategias y programas. McGraw-Hill: Colombia.
- Lambin, Jean Jaques (1997) Marketing Estratégico. McGraw-Hill: Colombia.
- Kotler, Philip (1997) Marketing Management. Prentice-Hall: USA.
- Kotler, Philip (1996) Fundamentos de Mercadotecnia. Prentice-Hall: México.
- Rosenau, M.D. (1988) INNOVACIÓN: La Gerencia en el desarrollo de nuevos productos. LEGIS EDITORES S.A.: Colombia.
- Proctor, T. (1996) Marketing Management: Integrating theory and practice, International Thomson Business Press: London, England.
- Ries, A. (1996) Focus: The Future of your Company, Harper Collins Publishers: London, England.
- Chisnall, P.M. (1989) Strategic Industrial Marketing, Second Edition, Prentice Hall International (UK) Ltd.: Exeter, England.
- Thomas, M.J. and Waite N.E. (1989) The Marketing Digest, Heinemann Professional Publishing: Oxford, England.
- Baker, M.J. (1987) The Marketing Book, Butterworth-Heinemann Ltd.: Oxford, England.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por:</b> Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila.
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD TOTAL</b>			<b>Código:</b>	IMT931
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La mejora de la calidad ayuda a las compañías a aumentar sus ventas y a reducir costos, factores ambos susceptibles de redundar en una mayor rentabilidad. La calidad, o su carencia, ejercen un impacto sobre toda organización; desde el proveedor hasta el cliente y desde el diseño del producto hasta su mantenimiento. Es por ello que es de vital importancia que el futuro ingeniero mecánico se relacione con el concepto y el impacto que tiene en toda organización la gestión de la calidad total, la cual enfatiza a la organización como un todo, desde los proveedores hasta los clientes; con la finalidad de conseguir una ventaja competitiva: ganar clientela.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos básicos de sistemas de producción (máquinas, procesos, materia prima, etc).

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas de la gerencia total de la calidad. El estudiante comprenderá los distintos elementos que componen la filosofía de la calidad total. El conocimiento de esta asignatura contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en programas de la gerencia de la calidad total.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que el estudiante aprenda sobre:
- Calidad y Estrategia. Enfoques de la Calidad Total.
  - Implicaciones de la Calidad para una organización.
  - Premio Nacional Malcolm Baldrige a la Calidad.
  - Costos asociados a la Calidad y modelos costos-calidad.
  - Herramientas de Gestión de la Calidad Total.
  - Metodología sobre la Reingeniería y el Benchmarking.

## **CONTENIDO PROGRAMÁTICO**

### **TEMA I: INTRODUCCIÓN.**

La calidad total: ¿estrategia o necesidad para permanecer en la industria? Una nueva teoría de la calidad. La gerencia de la calidad total y la estrategia corporativa.  
4hrs (teoría)

### **TEMA II DIFERENTES ENFOQUES DE LA CALIDAD TOTAL.**

El enfoque trascendental. El enfoque basado en el producto. El enfoque basado en el usuario. El enfoque basado en la manufactura. El enfoque basado en el valor. Estándares ISO. El premio Malcolm Baldrige. El estudio internacional de la calidad. Los fundadores: Deming, Juran, Crosby, Feigenbaum, Ishikawa, y Taguchi.  
6hrs (teoría)

### **TEMA III EL PREMIO MALCOLM BALDRIGE.**

Legislación. El propósito del premio. Responsabilidad y roles. Cómo aplicar para obtener el premio. Los criterios de evaluación del premio. Criterios de posicionamiento del premio.  
4hrs (teoría)

### **TEMA IV MEDIDAS DE CALIDAD DEL PRODUCTO Y DE LA CALIDAD DEL PROCESO.**

El enfoque tradicional: El modelo del costo de la calidad y sus limitaciones. El modelo revisado del costo de la calidad.  
6 hrs (teoría)

### **TEMA V MEJORAMIENTO CONTINUO.**

Herramientas básicas. Introducción. Tipos de datos. Herramientas gráficas. Los siete pasos para el mejoramiento continuo. Tabulaciones. Control estadístico del proceso. Herramientas avanzadas para el mejoramiento continuo.  
8hrs (teoría)

### **TEMA VI MEDICIÓN DEL CONSUMIDOR.**

El modelo multi-atributo de Fishbein. Segmentación del mercado.  
4hrs (teoría)

### **TEMA VII APLICACIONES DE LA GERENCIA DE LA CALIDAD TOTAL.**

La gerencia del cambio. Tipos de cambios. El modelo para el cambio. Teorías del cambio organizacional. La estructura organizacional y la gerencia de la calidad total. Implementación de los programas de TQM.  
8hrs

### **TEMA VIII TQM Y EL PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.**

El proceso de desarrollo del producto. La definición del producto. Diseño y desarrollo del producto.  
6hrs

### **TEMA IX REINGENIERÍA, Y BENCHMARKING.**

El papel de la tecnología de la información. La metodología de la reingeniería. Post-reingeniería. Sistema de información de la calidad. Benchmarking competitivo. Benchmarking de procesos. Benchmarking estratégico.  
8hrs

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se emplearán clases magistrales convencionales. En cada una de ellas se desarrollarán ejercicios prácticos asistidos, así como también discusión sobre la incidencia del tópico en la realidad venezolana.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan tres evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I y II, la segunda sobre los temas III, IV y V la tercera sobre los temas VI, VII, VIII y IX  
Se realizan estudios de casos como aplicación práctica de la materia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Rao y col. (1996). Total Quality Management: A Cross Cultural Perspective, John Wiley & Sons: New York, USA
- Bacal, R. (1999). Performance Management, 1ra. Edición, McGraw-Hill: New York, USA.
- Bergman, Bo y Klefsjö, Bengt (1994). Quality, 1ra. Edición, McGraw-Hill: Sweeden.
- Whiteley, R. C. (1992). The Customer Driven Company, 1ra. Edición, Addison Wesley: Reading, MA
- Brian, T. (1995). The Human Dimension of Quality, 1ra. Edición, McGraw-Hill: London.
- Horovitz, Jacques (1987). La Qualite de Service : A la conquete du client, 1ra. Edición, InterEditions : Paris.
- Morris C. (1996). Patterns of Probability: Some distributions in Quantitative Approaches in Business studies. Pitman Publishing: London.
- Taguchi, G.; Elsayed, E.; y Hsiang, T. (1997). Quality Engineering in Production Systems, 2da. Edición, McGraw-Hill: New York, USA.
- Tenner, A. R. y DeToro, I. J. (1992). Total Quality Management, 1ra. Edición, Addison Wesley: New York, USA.
- Wisniewsky, M. (1996). Business Forecasting: simple linear regression in Foundation Quantitative Methods for Business. Pitman Publishing: London.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>ESTADÍSTICAS PARA LA CALIDAD TOTAL</b>			<b>Código:</b>	IMT932
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Desde el inicio de la década de los 90 la calidad dejó de ser una herramienta competitiva, convirtiéndose en una necesidad para poder permanecer en el mercado. La mejora de la calidad ayuda a las compañías a aumentar sus ventas y reducir los costos, factores ambos sensibles de redundar en una mayor rentabilidad. El conocimiento de estas herramientas estadísticas aplicadas a la gerencia de la calidad total contribuye a preparar al futuro profesional de la ingeniería para que participe activamente en el control y manejo estadístico de los procesos. A través del control estadístico de los procesos se controlan y evalúan los estándares, se toman mediciones y se adoptan las acciones correctivas cuando se está fabricando un producto o produciendo un servicio.

**REQUERIMIENTOS**

Requiere el estudiante conocimientos previos básicos de Matemáticas, Estadística y Teoría de Probabilidades.

**OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas que ofrecen las herramientas estadísticas para mejorar y controlar la calidad.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Revisar los conceptos fundamentales de la estadística aplicada.  
 Permitir al estudiante enfatizar y profundizar los conceptos y herramientas de las que se dispone en la literatura actual para desarrollar políticas de gestión de la calidad total (GCT) en cualquier organización productiva.  
 Permitir al estudiante conocer el concepto de control estadístico de procesos (CEP) y las herramientas utilizadas en este para evaluar así el funcionamiento y rendimiento de los procesos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO

#### TEMA I: INTRODUCCIÓN.

Perspectivas, objetivos. Usos y abusos de la estadística. Introducción a los términos básicos. Medibilidad y variabilidad. Recopilación de la información. Cómo obtener los datos. Clasificación de los datos. Datos cuantitativos. Datos cualitativos. Clasificación de los datos. Variables discretas. Variables continuas. Datos primarios. Datos secundarios. Muestreo. La encuesta. La estadística y el computador.

6hrs

#### TEMA II: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

Representación gráfica de datos. Distribuciones de frecuencia, histogramas y ojivas. Medidas de tendencia central. Medidas de dispersión. Interpretación y comprensión de la desviación estándar. Datos divariados. Correlación lineal. Regresión lineal. Aplicaciones.

6hrs

#### TEMA III: LOS DIAGRAMAS DE PARETO.

El análisis de Pareto. Diagramas de Pareto. Diagramas de Pareto de Fenómenos y Diagramas de Pareto de Causas. Aplicaciones prácticas.

4hrs

#### TEMA IV: DIAGRAMAS DE CAUSA Y EFECTO.

El Diagrama de Causa y Efecto. Elaboración de Diagramas de Causa y Efecto. Aplicaciones. Diagramas de Pareto y Diagramas de Causa y Efecto.

4hrs

#### TEMA V: LOS HISTOGRAMAS.

Distribuciones e histogramas. Elaboración de histogramas. Lectura de histogramas. Medidas para representar las características de las distribuciones. La distribución normal y sus características.

4hrs

#### TEMA VI: LOS DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN.

El diagrama de dispersión. Cómo elaborar un diagrama de dispersión. Lectura de Diagramas de Dispersión. Cálculo de los coeficientes de correlación. Aplicación. Regresión lineal. Estimación de las líneas de Regresión. Aplicación.

8hrs

#### TEMA VII: GRÁFICAS DE CONTROL.

Tipos de Gráficas de Control. Elaboración de una Gráfica de Control. Lectura de Gráficas de Control. Definición de Control Estadístico de los procesos (CEP). Análisis de un proceso utilizando las Gráficas de Control. Control de los procesos utilizando Gráficas de Control.

6hrs

#### TEMA VIII: LA VARIANZA.

La varianza. Precisión en el ensamblaje de partes. Base teórica de la varianza. El valor esperado y la varianza de la medida muestral. Error de muestreo. Error de medición. La varianza de los valores de una función. Variables aleatorias no independientes. Control estadístico de la calidad.

8hrs

#### TEMA IX: INTRODUCCIÓN A LA INFERENCIA ESTADÍSTICA.

Estadística. Prueba de la hipótesis. Estimación de parámetros. Aplicaciones. Pruebas y estimaciones de las diferencias entre las medidas de dos poblaciones. Pruebas y estimaciones en

---

observaciones pareadas. Pruebas de significación de los coeficientes de correlación.  
8hrs

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La modalidad de presentación de la materia es a través de clases presenciales convencionales.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan tres evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I y II, la segunda sobre los temas III, IV y V la tercera sobre los temas VI y VII.

Se realizan estudios de casos como aplicación práctica de la materia.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bedward Diana (1999). Quantitative Methods: A business perspective. 1ª. Edición. Butterworth & Heinemann: Oxford, England.
- Morris C. (1996). A firm foundation: elementary probability in Quantitative Approaches in Business Studies. Pitman Publishing: London.
- Riley T. (1990). A way with numbers. 1ª. Edición, BBC Publications, London, England.
- Gultinan, J.P.; Paul, G.W. y Madden, T.J. (2000) Gerencia de Marketing: Estrategias y programas. McGraw-Hill: Colombia.
- Morris C. (1996). Patterns of Probability: Some distributions in Quantitative Approaches in Business studies. Pitman Publishing: London.
- Morris C. (1996). Looking for connections and spotting the relationship in Quantitative Approaches in Business Studies. Pitman Publishing: London.
- Wisniewsky, M. (1996). Business Forecasting: simple linear regression in Foundation Quantitative Methods for Business. Pitman Publishing: London.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA LEGISLACIÓN</b>			<b>Código:</b>	IMT933
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	3

### JUSTIFICACIÓN

Para que el profesional de la Ingeniería pueda actuar de manera proactiva necesita información sobre el marco legal en el que se desenvuelven sus acciones. En toda organización jurídica existen principios fundamentales que forman las estructuras sociales, políticas y económicas. En de vital importancia que el futuro profesional de la ingeniería se relacione con los aspectos legales que se establecen entre patronos y trabajadores y, que están descritos en los diversos instrumentos jurídicos de cada nación. De esto dependerá el éxito de la gestión de los recursos humanos de la organización.

### REQUERIMIENTOS

Se requieren conocimientos sobre la función de producción y dirección de operaciones.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de ésta asignatura, es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas que ofrecen las herramientas estadísticas para mejorar y controlar la calidad.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Definir e interpretar el concepto de derecho y norma jurídica.
- Identificar la importancia del Derecho del Trabajo. Sujetos. Concepto de trabajo, clases, elementos.
- Conocer la definición de Jornada de trabajo, contrato y tipos de contrato.
- Interpretar las nuevas normas de la Ley Orgánica del Trabajo. Contratación Colectiva. Sindicatos. Contrato de obra.
- Desarrollar y resolver problemas teórico-prácticos sobre la materia.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA I: INTRODUCCIÓN AL DERECHO.**

Concepto de Derecho. Etimología. Norma Jurídica. Clase. Característica. Derecho como Ciencia de la Cultura. Clasificación. Derecho Positivo. Clasificación. Análisis. El Trabajo. Evolución Histórica. Etapa. Característica. Clases. El Derecho del Trabajo. Concepto. Análisis.  
6hrs

#### **TEMA II: EL CONTRATO DE TRABAJO.**

El Contrato del Trabajo. Concepto. Clases. Elemento. Condiciones para la existencia y validez para el contrato de trabajo. Contrato de Obra. Formas y Prueba del Contrato de Trabajo. Trabajador. Patrono. Intermediario. Contratista. Ruptura. Efecto Jurídico.  
6hrs

#### **TEMA III: LA JORNADA DE TRABAJO.**

La Jornada de Trabajo. Legislación Vigente. Clases. Días feriados. Vacaciones. Participaciones de los Trabajadores en los Beneficios de la Empresa. Cálculo. Regla.  
8hrs

#### **TEMA IV: EL SALARIO.**

El Salario. Concepto. Clase. Salario mínimo. Importancia. Protección Legal del Salario. Disposiciones Legales y Constitucionales sobre el Salario.  
6hrs.

#### **TEMA V: TERMINACIÓN DE LA RELACIÓN LABORAL.**

Causa de Suspensión y Terminación de la Relación Laboral. El Despido. El Retiro. Efectos Jurídicos. Causas del Despido Justificado. Análisis. Prestaciones Sociales. Cálculo. Artículos 104, 108 y 125 de la Ley.  
8hrs.

#### **TEMA VI: LOS SINDICATOS.**

El Sindicato. Concepto. Clases. Capacidad sindical. Libertad sindical. Autarquía. Formación. Inscripción. Requisitos. Extinción.  
6hrs.

#### **TEMA VII: LA CONVENCION COLECTIVA DEL TRABAJO.**

La Convención Colectiva del Trabajo. Concepto. Efecto. Clases. Naturaleza. Procedimiento. Los Conflictos colectivo: Huelga. Clases. Laudo Arbitral. Requisitos.  
8hrs.

#### **TEMA VIII: LA ESTABILIDAD LABORAL.**

El Juzgado de Estabilidad Laboral. Importancia. Calificación de Despido ante la Inspectoría del Trabajo y ante este Juzgado. Procedimiento. Diferencia. Efectos Jurídicos. Decisión.  
6hrs.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La modalidad de presentación de la materia es a través de clases presénciales convencionales. Enriqueciendo paralelamente a través de discusiones en clase la aplicación de los tópicos estudiados a la realidad venezolana.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I y II, la segunda sobre los temas III y IV, la tercera sobre los temas V y VI, y la cuarta sobre los temas VII y VIII. Se realiza un trabajo de aplicación práctica de la materia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CODIGO CIVIL vigente, 1982.
- GARAY, Juan, "Legislación Laboral Práctica", Librería Ciaffré, Bello Campo, Caracas, 1998.
- GUZMÁN, Rafael Alfonso, "Nueva Didáctica del Derecho del Trabajo", Universidad Central de Venezuela. Cuarta Edición, 1983.
- Ley Orgánica del Trabajo. Reforma. Gaceta Oficial 5.152 ext. 19-6-97.
- NARANJO, Yury, "Derecho Laboral Práctico", Volumen I. Ediciones Librería Destino. Parque Central, Caracas, 1985.
- RIVAS BELANDRIA, José, "Antecedentes Coloniales de nuestra Legislación Laboral", Universidad de Los Andes, 1985.
- ARAUJO, Jesús, "Jurisprudencia del Trabajo."
- CHALBOUD ZERPA, Reinaldo, "Instituciones Sociales. Vol I. Universidad de Los Andes, 1970.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Dr. Horacio Soriano Meier - Prof. Marbelly Paola Dávila.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PRODUCCION III</b>				<b>Código:</b>	IMT934
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN II				<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>	

### JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, al analizar los mercados globalizados los cuales cada vez presentan menos barreras proteccionistas, y los bloques regionales de integración económica que permiten mantener frentes de diversidad e innovación, nos permiten observar que dichos mercados pueden entregar productos de calidad homogénea con diferenciaciones y personalidad propia ante el consumidor. La organización de la producción evoluciona desde los procesos fijos e intensivos en energía y materias primas, hacia procesos de producción flexibles, intensivos en información e inteligencia humana, con características especiales de rapidez, mejora continua, capacidad de respuesta estableciéndose redes y alianzas estratégicas con proveedores y clientes.

### REQUERIMIENTOS

Requiere el estudiante conocimientos previos básicos de Matemáticas, Estadística y Teoría de Probabilidades.

### OBJETIVO GENERAL

El objetivo de ésta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías, ideas básicas y principios que conforman el nuevo paradigma de la gerencia de producción y operaciones.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Permitirle al estudiante conocer, analizar y comparar diversas estrategias vigentes que capacitan a la gerencia de la dirección de la producción y las operaciones de una organización para obtener una ventaja competitiva en el mercado global.

Enseñarle al estudiante las estrategias que le permiten al director de producción y operaciones actuar eficazmente ante los rápidos cambios del mercado en relación a la administración de inventarios.

Capacitar al estudiante en temas relacionados con la gestión de la cadena de aprovisionamiento, mostrándoles que la tendencia actual se basa en hacer asociaciones a largo plazo con aquellos que tienen un papel vital en el plan de suministros.

Estudiar y profundizar las implicaciones del manejo adecuado de la gerencia de la calidad total

---

en las organizaciones del siglo XXI.

## CONTENIDOS

---

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA I: INTRODUCCIÓN.**

El entorno. La globalización de los mercados. La evolución tecnológica. El cambio en las empresas: Hacia la nueva filosofía de gestión de operaciones. La evolución del aprendizaje. La organización creadora de conocimiento.

4hrs

#### **TEMA II: EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.**

El Taylorismo. Sistema de Producción en Masa. El Fordismo. El Volvoismo. El sistema Post-Fordista. El Sistema Post-Volvoista. El sistema de Producción Esbelta. Sistema de Manufactura Agil. Logística de Operaciones. Aplicación y uso de los sistemas productivos.

4hrs

#### **TEMA III: PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO.**

Lógica JIT. JIT y la productividad. Eliminación del desperdicio. Respeto por las personas. Implementación del JIT. Aplicaciones del JIT.

4hrs

#### **TEMA IV: GERENCIA DE LA CALIDAD TOTAL.**

Especificaciones y costo de la calidad. Desarrollo de especificaciones de calidad. Costo de la calidad. Mejoramiento continuo. El premio nacional a la calidad Malcolm Baldrige. Círculos de calidad. Benchmarking. El sistema Shingo: diseño a prueba de fallas. Normas ISO 9000. Certificación ISO 9000.

6hrs

#### **TEMA V: MANEJO DE LA CADENA DE SUMINISTROS.**

Hacer o comprar. Outsourcing. Densidad del valor. Compras. Organización de las compras. La empresa como proveedor. Relaciones entre las sociedades: comprador-proveedor. Distribución normal y sus características.

6hrs

#### **TEMA VI: UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Aspectos generales. Métodos para la ubicación de plantas. Sistemas de clasificación de los factores. Método del centro de gravedad. El modelo analítico de Delhi. Ubicación de las instalaciones de servicio. Aplicaciones.

6hrs

#### **TEMA VII: DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Distribución por proceso. Distribución por producto. Distribución por tecnología de grupo. Distribución por posición fija. Distribución por servicio al detal. Distribución espacial. Distribución de oficinas. Uso del computador para la distribución. Planeación sistemática de la distribución. Líneas de ensamblaje. Balanceo o equilibrio de la línea de ensamblaje. Consideraciones actuales sobre las líneas de ensamblaje. Células virtuales. Aplicaciones.

8hrs

#### **TEMA VIII: PLANEACIÓN TOTAL DE LA PRODUCCIÓN.**

Visión De las actividades de planeación de las operaciones. Planeación jerárquica de la producción. Planeación total de la producción. Técnicas de planeación total. La planeación total aplicada a los servicios. Programación nivelada. Aplicaciones.

4hrs

---

**TEMA IX: SIMULACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.**

Definición. Metodología de la simulación. Definición del problema. Construcción de un modelo de simulación. Especificaciones de los valores de las variables y los parámetros. Evaluación de los resultados. Validación del modelo. Aplicaciones.

6hrs

**TEMA X: SINCRONISMO DE MANUFACTURA Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES.**

La misión de la empresa. Objetivos estratégicos, objetivos tácticos y objetivos operacionales. Medición del desempeño. La teoría de las restricciones. Capacidad no balanceada. Cuellos de botella y restricciones de la capacidad. Bloques básicos de manufactura. Control de la producción.

6hrs

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La modalidad de presentación de la materia es a través de clases presenciales convencionales.

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I, II y III, la segunda sobre los temas IV, V y VI la tercera sobre los temas VII y VIII, y la cuarta sobre los temas IX y X. Se realizan estudios de casos como aplicación práctica de la materia.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Chang T.; Wysk, R. A.; y Wang, H. (1997) Computer Aided Manufacturing, Upper Saddle Creek, Prentice Hall: New Jersey, USA.
- Chase, R. B.; Aquilano, N. J. y Jacobs, R. (2001). Operations Management for Competitive Advantage, novena edición, Irwin-McGraw-Hill: Boston, USA.
- Hillier, F.; Hillier, M.; y Lieberman G. (2002). Métodos cuantitativos para la administración, 1ra. Edición, Irwin-McGraw-Hill: Boston, USA.
- Slack, N.; Chambers, S. y Johnson, R. (2001). Operations Management, Operations Management, 3ra. Edición, Prentice Hall: London.
- Anuoidai, R.; Chopra, S.; Deshmukh, J.; van Mieghem, J. ; y Zemel, E. (1999). Managing Business Process Flow, Upper Saddle River, Prentice Hall: New Jersey, USA
- Hopp, J. W. y Spearman, M. L. (2000). Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management, Irwin/McGraw-Hill, Burr Ridge, USA.
- Skinner, C. W. (1985). Manufacturing: For Formidable Competitive Weapon, John Wiley and Sons: New York, USA.
- Slack, N. (2000). The Manufacturing Advantage, Management Books: London.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por:** Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>RELACIONES INDUSTRIALES</b>			<b>Código:</b>	IMT935
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCIÓN II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El objetivo de la estrategia de recursos humanos y las relaciones industriales es gestionar la mano de obra y diseñar los trabajos, de forma que las personas se utilicen de forma efectiva y eficiente.

**REQUERIMIENTOS**

Se requieren conocimientos sobre la función de producción y dirección de operaciones, matemáticas y estadística básica.

**OBJETIVO GENERALES**

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los conceptos, teorías e ideas básicas de las relaciones industriales. Esto contribuye a preparar al futuro profesional para que participe activamente en el mundo de la gerencia de los recursos humanos en relación a la estructura de la organización y el comportamiento organizacional de cada empresa. Siendo de vital importancia el conocimiento y estudio del marco legal que envuelve y regula el desempeño laboral del futuro profesional de la ingeniería.

**OBJETIVO ESPECIFICOS**

- Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:
- Tener conocimiento general sobre la Organización, su estructura y comportamiento.
- Comprender la importancia del grupo dentro de una organización.
- Conocer los aspectos más importantes del Liderazgo dentro de una organización.
- Comprender aquellas leyes que rigen el ejercicio de la profesión del ingeniero.
- Conocer la misión que le corresponde como ingeniero dentro de la sociedad venezolana.

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMÁTICO**

**UNIDAD UNO: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN Y AL COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL**

---

**TEMA I: TEORÍA CLÁSICA DE LA GERENCIA**

Frederick Taylor y su obra "Las Relaciones Humanas en la Organización". Henry Fayol y su obra.  
3hrs

**TEMA II: LA ORGANIZACIÓN, LA GERENCIA Y SUS FUNCIONES.**

Gerentes y organizaciones. La gerencia y sus funciones. Niveles gerenciales. Organizaciones. Competitividad. Habilidades gerenciales. Globalización. La importancia de la calidad. Las organizaciones de aprendizaje.  
3hrs

**TEMA III: EL AMBIENTE Y EL ANÁLISIS AMBIENTAL.**

El macroambiente. El ambiente competitivo. Análisis ambiental. Interacción ambiental. Ética ambiental.  
3hrs

**TEMA IV: TOMA DE DECISIONES GERENCIALES.**

Características de las decisiones gerenciales. Las etapas en la toma de decisiones. Obstáculos en la toma de decisiones. Toma de decisiones en grupo. Cómo gerenciar la toma de decisiones en grupo. Toma de decisiones en la organización.  
4hrs

**TEMA V: LAS FUNCIONES GERENCIALES.**

Planificación y Planificación Estratégica. La organización. Tipos de Organización. La jerarquía. Dirección. Factores humanos y motivación. Motivación y motivadores. El control gerencial. Sistemas de control. Tecnología e innovación.  
6hrs

**UNIDAD DOS: EL COMPORTAMIENTO INDIVIDUAL Y GRUPAL DEL INGENIERO EN LA ORGANIZACIÓN****TEMA VI: EL INDIVIDUO EN LA ORGANIZACIÓN**

Comunicación y percepción. Motivación. Aprendizaje. Personalidad.  
3hrs

**TEMA VII: GRUPOS EN LA ORGANIZACIÓN**

Concepto de grupo. La formación de grupos. Estructura de los grupos. El ingeniero como individuo y el grupo. El grupo como facilitador del proceso. Control del grupo. Efectividad de los grupos en la solución de problemas.  
6hrs

**TEMA VIII: ESTRUCTURAS ORGANIZACIONALES**

Estructura organizacional. La gerencia científica. La burocracia y su papel gerencial. Teoría gerencial clásica. Alternativas contingentes.  
6hrs

**TEMA IX: CAMBIO Y DESARROLLO ORGANIZACIONAL**

Cambio organizacional. Desarrollo organizacional. Cultura corporativa. La tecnología como elemento para suscitar cambios.  
6hrs

**TEMA X: LA GERENCIA EN LA ORGANIZACIÓN**

Liderazgo y estilo gerencial. El ingeniero como líder. Conflicto, poder y política en la organización.  
4hrs

---



---

## UNIDAD TRES: ORGANIZACIÓN Y EL MUNDO LABORAL DEL INGENIERO.

### TEMA XI: CONTROL GERENCIAL Y EL INDIVIDUO.

Perspectivas de cómo gerenciar el control. La naturaleza de los mecanismos de control. Estrategias y problemas en la gerencia del control organizacional. La necesidad psicológica del control.

4hrs

### TEMA XII: LEY ORGÁNICA DEL TRABAJO Y LEY DE EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERÍA, LA ARQUITECTURA Y PROFESIONES AFINES. INGENIERÍA Y SOCIEDAD

Lectura, comentario e interpretación de la Ley Orgánica del trabajo. Los sindicatos. La Contratación Colectiva. El Contrato como sustituto de la Ley del Trabajo. Ley de Ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y Profesionales Afines. Código de Ética Profesional del Ingeniero. Los ingenieros y la sociedad. La responsabilidad social del ingeniero. La misión del ingeniero dentro de la sociedad venezolana.

6hrs

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se emplearán clases magistrales convencionales. En cada una de ellas se desarrollarán ejercicios prácticos asistidos, así como también discusión sobre la incidencia del tópico en la realidad venezolana.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I, II y III; la segunda sobre el tema IV, V y VI; la tercera sobre los temas VII, VIII y IX; y la cuarta sobre los temas X, XI, y XII.

Se realizará un trabajo final sobre algún tema de la materia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bateman, T.S. y Snell, S.A. (2001) *Administración: Una ventaja competitiva*, Irwin-McGraw-Hill: México.
- Fincham, R. and Rhodes, P. (1999) *Principles of Organizational Behaviour*, Third Edition, Oxford University Press: Oxford, England.
- Koontz, H y Weihrich (1998) *Administración: Una perspectiva global*, 11ª. Edición, McGraw-Hill: México.
- Daft, R.L. (1998) *Organizational Theory and Design*, Sixth Edition, South Western College Publishing: Cincinnati, USA.
- Buchanan, D. and Huczynski (1997) *Organizational Behaviour: An introductory text*, Prentice Hall
- Europe: Hemel Hempstead, England.
- Schermerhorn, J.R.; Hunt, J.G. and Osborn, R.N. (1997) *Organizational Behaviour*, John Wiley & Sons, Inc.: USA.
- Pearson, G. (1992) *The Competitive Organization: managing for Organizational excellence*, McGraw-Hill Book Company Europe: Berkshire, England.
- Whiteley, R.C. (1991) *The Customer Driven Company: Moving from Talk to Action*, Addison-Wesley
- Publishing Company, Inc.: USA.

- 
- McCann, D. & Stewart, J. (1997) *Aesop's Management Fables: The Wombat Manager and Other*
  - *Cautionary Tales*: Oxford, England.
  - Morrison, I. (1996) *The Second Curve: Managing the velocity of change*, Nicholas Brealey Publishing: London.
  - Burton, T.T. (1995) *The Future Focused Organization*, Prentice Hall PTR: New Jersey, USA.
  - Hassard, J, and Parker, M. (1994) *Postmodernism and Organizations*, Sage Publications: London.
  - Ackoff, R.L. (1994) *Cápsulas de Ackoff: Administración en pequeñas dosis*, Limusa, S.A.: México.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b>
---

<b>Programa Elaborado por:</b> Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila.
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MODELOS CUANTITATIVOS PARA LA PRODUCCION Y LAS OPERACIONES</b>			<b>Código:</b>	IMT936
<b>Prelaciones:</b>	Producción II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Los directores de operaciones deben tomar decisiones. Para lograr los objetivos de sus organizaciones, deben comprender como se toman las decisiones y saber qué herramientas utilizar para ello. En gran medida el éxito o fracaso de las personas y empresas dependen de la calidad de sus decisiones. El conocimiento de estas herramientas contribuye a preparar al futuro profesional de la ingeniería mecánica para que pueda desarrollar una comprensión e interpretación adecuada de los resultados de un estudio sustentando a través del empleo de métodos cuantitativos.

**REQUERIMIENTOS**

Requiere el estudiante conocimientos previos básicos de Matemáticas, Estadística y Teoría de Probabilidades.

**OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante pueda conocer y analizar los modelos cuantitativos desarrollados teóricamente en investigación de operaciones, y que ahora se encuentran disponibles para su aplicación y simulación a través del uso del computador.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Permitir que el estudiante conozca, analice y compare teóricamente los diversos modelos cuantitativos de los que se dispone hoy día para sustentar la toma de decisiones de la gerencia de la producción y de las operaciones.

Capacitar al estudiante reconocer cuándo los métodos cuantitativos pueden ser aplicados en forma fructífera.

Habilitar al estudiante para que logre aplicar las principales técnicas en las que se basan los métodos cuantitativos para analizar una variedad de problemas gerenciales.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### **TEMA I: INTRODUCCIÓN.**

La naturaleza de los métodos cuantitativos. El impacto de los métodos cuantitativos.  
(4hrs)

#### **TEMA II. PROGRAMACIÓN LINEAL.**

Tres aplicaciones clásicas de la programación lineal. El modelo matemático en la hoja de cálculo. Empleo de Excel para resolver problemas de programación lineal. La programación lineal desde la perspectiva administrativa. El problema de la mezcla. El problema de minimización. Representación gráfica de las aplicaciones. Problemas de asignación de recursos. Problemas de trueque entre costo y beneficio. Problemas de redes de distribución. Problemas mixtos. Uso del computador.  
(6hrs)

#### **TEMA III. ANÁLISIS DE "QUÉ PASA SI" PARA PROGRAMACIÓN LINEAL**

Importancia para los gerentes del análisis "qué pasa si". Análisis de sensibilidad del intervalo de optimalidad. Cambios simultáneos en los coeficientes de la función objetivo. Análisis de los precios sombra para los lados derechos. Análisis de sensibilidad de intervalo de factibilidad. Cambios simultáneos en los lados derechos. Aplicaciones utilizando el computador.  
(6hrs)

#### **TEMA IV. PROBLEMAS DE TRANSPORTE Y ASIGNACIÓN.**

Características de los problemas de transporte. Modelado de variables en un problema de transporte. Variantes de problemas de transporte. Características de los problemas de asignación. Modelado de variables en un problema de asignación. Aplicaciones/casos utilizando el computador.  
(6hrs)

#### **TEMA V. PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN DE REDES.**

Problemas de flujo de costo mínimo. Problemas de flujo máximo. Problemas de la ruta más corta. Problemas de árbol de expansión mínima. Aplicaciones con el computador.  
(6hrs)

#### **TEMA VI. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS CON PERT/CPM.**

Uso de una red para el despliegue visual de un proyecto. Programación de un proyecto con PERT/CPM. Estudio con duraciones inciertas de las actividades. Consideraciones de los trueques tiempo-costo. Programación y control de los costos del proyecto. Aplicaciones con el computador.  
(8hrs)

#### **TEMA VII. MÁS ALLÁ DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL.**

Introducción a la programación entera y la programación separable. Fundamentos de programación no lineal. Estudios de casos utilizando el computador.  
(6hrs)

#### **TEMA VIII. ANÁLISIS DE DECISIONES.**

Formulación del problema. Criterios de decisión que utilizan probabilidades. Decidir si se obtiene más información. Uso de nueva información para actualizar probabilidades. Árboles de decisiones para analizar secuencia de decisiones. Aplicación práctica del análisis de decisiones con el computador.  
(6hrs)

#### **TEMA IX. PRONÓSTICOS.**

Series de tiempo. Pronóstico causal con regresión lineal. Métodos de pronósticos subjetivos.

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La modalidad de presentación de la materia es a través de clases presenciales convencionales y la elaboración y exposición de un proyecto en grupo por parte de los estudiantes.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I, II y III, la segunda sobre los temas IV, V y VI la tercera sobre los temas VII, VIII y IX.

La cuarta evaluación será la elaboración de un proyecto basado en caso estudio asignado por el profesor.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Chang T.; Wysk, R. A.; y Wang, H. (1997) Computer Aided Manufacturing, Upper Saddle Creek, Prentice Hall: New Jersey, USA.
- Chase, R. B.; Aquilano, N. J. y Jacobs, R. (2001). Operations Management for Competitive Advantage, novena edición, Irwin-McGraw-Hill: Boston, USA.
- Hillier, F.; Hillier, M.; y Lieberman G. (2002). Métodos cuantitativos para la administración, 1ra. Edición, Irwin-McGraw-Hill: Boston, USA.
- Slack, N.; Chambers, S. y Johnson, R. (2001). Operations Management, Operations Management, 3ra. Edición, Prentice Hall: London.
- Morris C. (1996). Patterns of Probability: Some distributions in Quantitative Approaches in Business studies. Pitman Publishing: London.
- Morris C. (1996). Looking for connections and spotting the relationship in Quantitative Approaches in Business Studies. Pitman Publishing: London.
- Wisniewsky, M. (1996). Business Forecasting: simple linear regression in Foundation Quantitative Methods for Business. Pitman Publishing: London.
- Anuoin dai, R.; Chopra, S.; Deshmukh, J.; van Mieghem, J. ; y Zemel, E. (1999). Managing Business Process Flor, Upper Saddle River, Prentice Hall: New Jersey, USA.
- Hopp, J. W. y Spearman, M. L. (2000). Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management, Irwin/McGraw-Hill, Burr Ridge, USA.
- Skinner, C. W. (1985). Manufacturing: For Formidable Competitive Weapon, John Wiley and Sons: New York, USA.
- SLACK, N. (2000). The Manufacturing Advantage, Management Books, London.

**Fecha de elaboración del programa: :**

**Programa Elaborado por:** Dr. Horacio Soriano Meier – Prof. Marbelly Paola Dávila.

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA CLÍNICA</b>			<b>Código:</b>	IMT937
<b>Prelaciones:</b>	PRODUCCION II			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	-	-	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	-	-	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La ingeniería clínica es área multidisciplinaria que utiliza conceptos y métodos de ingeniería industrial, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, administración de empresas y otras carreras afines, para administrar la tecnología médica en los hospitales. Se fundamenta en la identificación, estudio y solución de las necesidades de planificación, control y seguimiento de actividades de adquisición, operación y mantenimiento de equipos de tecnología médica a las que diariamente se enfrenta el personal que labora en áreas de salud. Dentro de las principales actividades de competencia de la ingeniería clínica se encuentran el control de las instalaciones de salud y sus procesos, la ejecución de estudios de viabilidad técnica y financiera para la adquisición programada de equipos sofisticados, la gestión del mantenimiento del equipamiento médico y, en general, la aplicación de los últimos avances tecnológicos al servicio de la salud.

**REQUERIMIENTOS**

Se requieren conocimientos sobre la función de producción y dirección de operaciones, matemáticas y estadística básica, mantenimiento industrial e ingeniería económica.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo de esta asignatura es poner en contacto al futuro profesional de la ingeniería con el entorno tecnológico de un establecimiento de salud, para que luego sea capaz de identificar, describir y desarrollar las funciones propias de la ingeniería que son requeridas en los centros de salud para lograr alcanzar niveles óptimos de operación y mantenimiento.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:
- Describir la estructura organizacional de un hospital.
  - Describir las funciones de un ingeniero clínico.
  - Usar adecuadamente las normas de seguridad empleadas en entornos hospitalarios.
  - Especificar y seleccionar equipos requeridos en centros hospitalarios y planificar su adquisición.
  - Definir programas de mantenimiento de los equipos u activos de un hospital.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO

#### **TEMA I: INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA CLÍNICA**

Evolución del Sistema Moderno para el Cuidado de la Salud. La Ingeniería Clínica. Organización de un Hospital. Funciones del Ingeniero Clínico. Tendencias futuras de la Ingeniería Clínica.

6 horas

#### **TEMA II: SEGURIDAD EN EL AMBIENTE CLÍNICO**

Seguridad Eléctrica. Programa de Seguridad. Normas Internacionales. Ensayos de Seguridad.

8 horas

#### **TEMA III: GESTIÓN EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

Ciclo de Aplicación Tecnológica en Salud. Planificación del Recurso Tecnológico. Evaluación de Tecnologías en Salud. Sistemas de Información como herramientas de gestión.

8 horas

#### **TEMA IV: ADQUISICIÓN Y COSTOS EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

Planificación de la Adquisición de equipos. Especificaciones Técnicas y Clasificación de los Equipos. Métodos de valoración tecnológica.

8 horas

#### **TEMA V: GESTIÓN DE EQUIPO**

Codificación de equipos y sistemas. Programas de Mantenimiento. Programa de Inspección y pruebas de conformidad.

8 horas

#### **TEMA VI: LA GERENCIA EN LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO HOSPITALARIO**

El hospital como empresa. Sistema Hospitalario. Propiedad del Hospital Moderno. La atención de servicios de salud. El mantenimiento hospitalario. Objetivos del Mantenimiento hospitalario. Tipos y fases del mantenimiento hospitalario.

8 horas.

#### **TEMA VI: ASPECTOS LEGALES, PROFESIONALES Y ÉTICOS, RELACIONADOS CON LA INGENIERÍA CLÍNICA.**

Lectura, comentario e interpretación de artículos del Código de Deontología Médica. Ley de Ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y Profesionales Afines. Código de Ética Profesional del Ingeniero.

8 horas.

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se emplearán clases magistrales convencionales. Se realizarán visitas técnicas a centros hospitalarios para enriquecer la información de clases.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizan cuatro evaluaciones parciales: La primera sobre los temas I, II, la segunda sobre los temas III y IV, la tercera sobre el tema V y VI. La cuarta evaluación será un seminario que preparan los estudiantes sobre una aplicación práctica de algunos de los temas impartidos en el curso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bronzino Joseph D. "Management of Medical Technology". Editor: Butterworth – Heinemann, 1992.
- Bronzino, J.D., and Hayes, T.P. "Hospital-Based Clinical Engineering Programs". In: Handbook – for Biomedical Engineering, Academic Press, New York, 1988.
- American Hospital Assoc. "Maintenance Management for Medical Equipment", AHA, North Lake shore Drive, Chicago, IL, 1988.
- Bruner, M.J.R., and Leonard, P.F., "Electricity, Safety, and the patient", Yearbook Medical Publishers, Chicago, 1989.
- Oakes, J.B., and Gordon, D.H., "Equipment acquisition" in Clinical Engineering: Principles and Practices. J. Webster and A. Cook. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp 195-234, 1974.
- American Hospital Association, AHA, "Maintenance Management for Health Care Facilities", AHA, Chicago, 1990.
- Association for the advancement of medical instrumentation, AAMI, "Design of Clinical Engineering Quality assurance and risk management programs. 1990.
- Poluta , Mladen. Healthcare Technology Management. University of Capetown, AFTH, South Africa.
- Cram, Nicholas. Computarized Maintenance Management Systems: A Review of Available Products. Journal of clinical Engineering, USA – May/June 1998.
- Capuano, Mike. Technology Acquisition Strategies for Engineering Biomedical Instrumentation & Technology, USA – July / August 1997.

**Fecha de elaboración del programa:**

**Programa Elaborado por: Prof. Marbelly Paola Dávila.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>MICROESTRUCTURA Y DESGASTE DE MATERIALES</b>	<b>Código:</b>	IMT938		
<b>Prelaciones:</b>	MATERIALES DE INGENIERÍA.	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	TECNOLOGIA Y DISEÑO				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	4

### JUSTIFICACIÓN

El la selección de los materiales de un diseño dado, el ingeniero mecánico fundamentalmente toma en consideración las propiedades mecánicas de tracción, el comportamiento bajo cargas variables y últimamente está considerando el mecanismo de fractura de la pieza diseñada; olvidando que en los sistemas en movimiento en los que se ponen en contacto uno o más cuerpos los fenómenos de fricción y desgaste juegan un papel de gran importancia en el comportamiento de los elementos mecánicos. Por esta razón es de vital importancia que cuando en un sistema mecánico se presente contacto entre dos o mas cuerpos, el ingeniero diseñador en el momento de decidir que material usar en un diseño dado considere el comportamiento del material ante los mecanismos de fricción y desgaste.

### REQUERIMIENTOS

Tener conocimientos básicos, teóricos y prácticos de las materias relacionadas con el estudio de la microestructura de los materiales y su influencia en las propiedades mecánicas de los mismos.

### OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer la influencia de los parámetros microestructurales sobre el desgaste y los mecanismos del mismo.

Entender los procesos de desgaste para hallar soluciones de los problemas reales de desgaste, en la base de la selección de un material o/y su microestructura.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer las relaciones entre la microestructura del material y los mecanismos de fricción, desgaste abrasivo y desgaste erosivo. Dar a conocer los diferentes mecanismos de la fricción, del desgaste abrasivo y del desgaste erosivo y sus efectos en el comportamiento de los materiales en los sistemas tribológicos.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO

#### **TEMA 1. Introducción.**

Historia. Mecanismos de desgaste. Definición de desgaste.(2 horas)

#### **Tema 2. La microestructura y las propiedades mecánicas de los materiales.**

Estructura de los sólidos. Estructura de las superficies sólidas. Propiedades de volumen de los materiales. Propiedades de superficie de los materiales.(8 horas)

#### **TEMA 3. Superficies de desgaste.**

Topografía de la superficie. Mecanismos de contacto: Deformación elástica, Deformación plástica, Mecanismo de fractura en la penetración. Temperatura de la superficie. (8 horas)

#### **TEMA 4. Clasificación del proceso de desgaste**

Sistemas tribológicos. Mecanismos de desgaste: Adhesión. Abrasión, Fatiga superficial, Reacciones triboquímicas. Superficies de desgaste. Ensayos tribológicos. (8 horas)

#### **TEMA 5. Desgaste abrasivo**

Mecanismos de desgaste abrasivo. Metales. Efecto de: Propiedades físicas y Elementos microestructurales. Polímeros. Cerámicos. Materiales compuestos. (12 horas)

#### **TEMA 6. Desgaste por fricción**

Mecanismos de desgaste: Adhesión, Fatiga superficial, Reacciones triboquímicas. Progreso del desgaste. Influencia de la rugosidad superficial. Metales. Efecto de: Propiedades físicas, Elementos microestructurales, Materiales de una fase y Materiales de fase múltiple. Polímeros. Cerámicos. Materiales compuestos. (12 horas)

#### **TEMA 7. Desgaste en metales en contacto deslizante.**

Mecanismos de desgaste. Condiciones de operación. Microestructura y propiedades de los materiales: Inclusiones, Endurecimiento por segunda fase, Estructura de la matriz. (10 horas)

#### **TEMA 8. Desgaste erosivo de metales.**

Mecanismos de desgaste. Propiedades físicas. Elementos microestructurales: Endurecimiento por segunda fase, Estructura de la matriz. (12 horas)

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se dictarán clases teóricas.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán cinco evaluaciones parciales, con un valor de 15 por ciento, 15 por ciento, 20 por ciento, 20 por ciento y 30 por ciento respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

### Textos

1. Karl-Heinz, Zun Gahr, Microstructure and Wear of Materials, Elseviere Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1987.
2. J. M. Moltalvão e Silva and F. A. Pina da Silva, Vibration and Wear in High Speed Rotating Machinery, NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences Vol. 174, Kluwer Academic Publishers, London, 1990.

- 
3. G. M. Bartnev and V. V. Lavrentev, Friction and Wear of Polymers, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1981.
  4. V. Kragel'skii and N. M. Mikhin, Handbook of Friction Units of Machines, ASME Press, 1988.
  5. J. J. Caubet, Teoría y Práctica Industrial del Rozamiento, Ediciones Urmo, España, 1971.
  6. V. Kragelky and V. V. Alisin, Tribology Handbook, Mir Publishers, Moscow, 1981.
  7. D. Sarkar, Desgaste de Metales, Editorial Limusa, Noriega Editores, México, 1990.

**Revistas periódicas.**

1. Transactions of the ASME, Journal of Tribology.
2. Transactions of the ASME, Journal of Applied Mechanics
3. Transactions of the ASME, Journal of Engineering Materials and Technology.

<b>Fecha de elaboración del programa: 15 de noviembre de 2005.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Dr. Rigoberto Reinoza Contreras.</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de la Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>PLANTAS DE VAPOR.</b>	<b>Código:</b>	IMC901		
<b>Prelaciones:</b>	TRANSFERENCIA DE CALOR, TURBOMAQUINAS	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	MATERIA ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Una de las tareas de todo Ingeniero Mecánico es optimizar los procesos, una forma de lograrlo es aumentando la eficiencia de los mismos; éste aumento trae consigo ahorro de energía y por consiguiente reducción de los costos de operación y/o incremento en la producción. Otra labor importante es alargar la vida útil de los componentes de la instalación, esto se logra operándolos en condiciones adecuadas y realizando labores de mantenimiento periódicos.

Aproximadamente el 90% de la energía eléctrica consumida en el mundo, es producida empleando vapor producido en una caldera o reactor que luego al expandirse en una turbina acoplada a un generador produce la energía eléctrica necesaria para cubrir las necesidades de la población.

La asignatura Plantas de Vapor proporcionará al estudiante conocimientos generales sobre diseño, construcción y operación de una planta de vapor, así como de la función y operación de cada uno de los elementos y accesorios que la conforman, además de dar a conocer parámetros de operación que puedan variarse con el fin de hacer más eficiente la operación de la planta.

### REQUERIMIENTOS

Aparte de las prelações específicas, el aprendizaje de ésta asignatura requiere que el estudiante tenga claros los conocimientos adquiridos en Termodinámica.

### OBJETIVOS GENERALES

Obtener conocimientos generales sobre el diseño, construcción y operación de una planta de vapor.

Constatar la integración de conocimientos de Ingeniería Mecánica (termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor, resistencia de materiales, metalurgia, economía etc.) en los aspectos de diseño y operación de los componentes de una planta de vapor.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Repasar la evaluación del Ciclo Rankine y sus variaciones, con énfasis en la influencia de los parámetros de funcionamiento sobre la eficiencia.
- Estudiar los ciclos binarios y los ciclos Rankine con cogeneración.

- 
- Relacionar y observar de manera general los avances en el diseño de las plantas de vapor con los avances tecnológicos. (Metalurgia).
  - Estudiar las mejoras en la eficiencia de la planta y relacionarlas con los costos asociados.
  - Conocer los aspectos generales de construcción y operación y las limitaciones de los diferentes tipos de calderas.
  - Comprender los aspectos particulares de diseño y operación de cada uno de los subsistemas de una caldera acuatubular empleada en una planta termoeléctrica.
  - Conocer las características de los combustibles líquidos y gaseosos empleados en calderas y los factores determinantes de la calidad de combustión.
  - Evaluar el estado de funcionamiento térmico de una caldera.
  - Entender los aspectos particulares de diseño y operación de los diversos intercambiadores de calor que componen una planta de vapor.
  - Aplicar algún método para realizar una prueba de eficiencia de una planta de vapor.
  - Emplear algún método para repartir la carga entre diferentes unidades de generación eléctrica.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO

#### UNIDAD I. TERMODINAMICA DE LAS PLANTAS DE VAPOR.

##### Tema 1. CICLOS TERMODINAMICOS DE LAS PLANTAS DE VAPOR

Ciclo de Carnot. Ciclo Rankine. Métodos para aumentar la eficiencia del ciclo Rankine (sobrecalentamiento, alta presión, regeneración, ciclo binario, ciclo combinado y cogeneración). Cálculos Termodinámicos del ciclo Rankine real.  
8 Horas teóricas.

#### UNIDAD II. CALDERAS DE VAPOR

##### Tema 2. GENERALIDADES SOBRE CALDERAS DE VAPOR

Clasificación. Calderas Piro-tubulares. Calderas acuatubulares de tubos rectos y de tubos doblados. Calderas especiales de alta presión. Calderas de recuperación. Aplicación de Calderas.  
12 Horas teóricas.

##### Tema 3. ELEMENTOS DE CALDERAS ACUATUBULARES DE TUBOS DOBLADOS

Mecanismo de circulación natural. Tambor de separación. Sobrecalentadores y recalentadores. Equipo de recuperación de calor. Equipo de combustión.  
16 Horas teóricas.

##### Tema 4. COMBUSTIBLES Y COMBUSTION EN CALDERAS

Tipos y características de combustibles de calderas. Reacciones y formas de combustión. Requerimientos de aire y análisis de productos de combustión. Balance térmico de una caldera.  
12 Horas teóricas.

#### UNIDAD III. INTERCAMBIADORES DE CALOR

##### Tema 5. INTERCAMBIADORES DE CALOR DE LA PLANTA

Tipos generales. Evaporadores. Calentadores cerrados. Condensadores de superficie y de mezcla. Sistemas auxiliares. Desgasificadores ó calentadores abiertos. Acumuladores.  
8 Horas Teóricas.

---

## **UNIDAD IV. TURBINAS DE VAPOR**

### **Tema 6. GENERALIDADES SOBRE TURBINAS DE VAPOR**

Turbinas de impulso, disposiciones Curtis y Rateau. Turbinas de reacción. Características de operación. Control de velocidad. Extracciones de vapor.  
8 Horas Teóricas.

## **UNIDAD V. PRUEBAS DE EFICIENCIA Y ECONOMIA.**

### **Tema 7. PRUEBAS DE EFICIENCIA Y ECONOMIA DE GENERACION DE LA PLANTA**

Datos, cálculos y resultados de una prueba de eficiencia de una planta de vapor. Características de operación de la planta, la caldera y el turbo generador. Operación económica de centrales.  
8 Horas Teóricas.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Clases magistrales en aula con la ayuda de transparencias, presentaciones en video beam. Clases de resolución de problemas y visita guiada a una planta de vapor o instalación de generación de vapor.

El curso dispone de guías (apunte – texto) para las tres primeras unidades y la unidad cuatro es uno de los objetivos de la asignatura Turbomáquinas, por estas razones, puede confiarse en la capacidad de estudio de los alumnos para asignar temas de clase que puedan ser discutidos o ampliados en las horas de clase.

La unidad cinco es de exposición convencional.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Se sugiere evaluar el curso con cuatro exámenes parciales y una exposición además de tareas para ser realizadas en casa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Avila M., "Plantas de Vapor", Apuntes texto, ULA., Mérida 1980.
- Potter, P.J. "Power Plant Theory and Design", 2ª Ed., Ronald Press, N.Y. 1959.
- Gaffert, G., "Steam Power Plants", 4ª. Ed., Mc Graw-Hill, N.Y., 1952.
- Power (Editor), "Power Generation Systems", Mc Graw-Hill, N.Y. 1973.
- Babcock & Wilcox. "Steam" 40ª Ed., 1992.
- MM El Walkil., "Powerplant Technology", Mc Graw-Hill, 1985.
- T.C Elliot., "Standard Handbook of Powerplant" , Mc Graw-Hill, 1989.
- Herbert Lammers., Thomas Lammers., Everett Woodruff., "Steam Plant Operation", Mc Graw-Hill, 1998.

**Fecha de elaboración del programa: 14 de Junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Prof. Carlos G. Villamar L, Manuel Avila y María G. Bracho**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>MOTORES DIESEL</b>			<b>Código:</b>	IMC902
<b>Prelaciones:</b>	MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	<b>4</b>

### OBJETIVOS GENERALES

- Especializar al estudiante en el campo de los motores de encendido por compresión.
- Reforzar los conocimientos impartidos en la materias como motores de combustión interna.
- Impartir al estudiante los conocimientos básicos sobre las condiciones de funcionamiento de los motores de encendido por compresión, enfatizando en las características de trabajo de las piezas principales del motor.
- Reforzar los conocimientos sobre el proceso de aprovechamiento de la energía en el cilindro, el balance térmico, la formación de contaminantes, condiciones de lubricación y fricción y empleo de la sobrealimentación.
- Instruir al estudiante en el manejo de aspectos técnicos relacionados con la selección de equipo de sobrealimentación.
- Instruir sobre técnicas de control de formación de NO empleando recirculación de gases.
- Introducir al estudiante en el estudio realista del proceso de combustión de MEC a través del herramientas como paquetes de computación junto con la ayuda de los conocimientos de Termodinámica, Transferencia de Calor y Mecánica de los Fluidos.

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

##### Tema 1. Generalidades sobre MEC.

Definiciones básicas: relación de compresión, volumen desplazado, carrera, PMI, PMS. Transformación de energía. Proceso de formación de mezcla. Conceptos importantes: autoencendido, golpeo metálico, No. de Cetano. Características de regulación de la carga. Sistemas del motor: alimentación, escape, lubricación, enfriamiento y encendido. Piezas principales del MEC: pistón, cilindro, camisas, bielas, árbol de levas, sistema de distribución. Aprovechamiento de la energía del combustible: potencias en el combustible, efectiva e indicada, rendimientos efectivo, indicado y mecánico. Diagrama indicador: con y sin combustión, retardo a la inflamación, fases de la combustión. Distribución de la energía contenida en el combustible: gases de escape, refrigerante, combustión incompleta, pérdida de calor por conducción, convección y radiación, lubricante. Fracción de combustible inyectado y liberación de energía: inyección y presión en función del ángulo de giro.  
 6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

---

## **Tema 2. Sistema de Lubricación.**

Introducción. Pérdidas mecánicas en MCI. Potencia indicada y efectiva. Potencia consumida por fricción: trabajo de bombeo, resistencia entre piezas en movimiento, accionamiento de accesorios. Clasificación general de las pérdidas por fricción: entre superficies con lubricante intermedio, formación de la película entre superficies planas y en un muñón, turbulenta debido al flujo a través de orificios. Diagrama de Stribeck. Tipos de lubricación: de borde, intermedia e hidrodinámica. Lubricantes usados en MCI: función, propiedades deseables, aditivos, relación de desgaste, intervalos de cambio, análisis de aceite. Sistemas de Lubricación en MEC: componentes básicos, depósito, bomba, filtro, regulador, acondicionadores, intercambiador de calor, tubería. 4 horas (4 teóricas).

## **Tema 3. Sistema de Enfriamiento.**

Calentamiento del Motor: temperatura máxima del ciclo, vida útil del motor, temperaturas de pared. Diagrama de flujo de calor. Tipos de refrigeración: directa, indirecta, termosifón. Componentes del sistema de enfriamiento: tuberías, radiador, bomba, termostato, ventilador. Control de temperatura del MCI: temperatura óptima de funcionamiento. Métodos de control: regulación del paso de fluido entre el motor y el radiador, termostatos, ventilador embragable, persianas obturadas, sistemas mixtos. Características técnicas de los fluidos refrigerantes. Dimensiones y cálculo del radiador. Motores enfriados por aire. 4 horas (3 teóricas y 1 práctica).

## **Tema 4. Sistema de Alimentación de Aire y de Combustible.**

Características de los combustibles: calidad y propiedades del combustible. Componentes básicos del sistema de suministro de combustible. Filtros: características, función y clasificación. Tuberías: alta y baja presión. Bombas de alimentación: membrana, pistones, engranajes y paletas. Suministro de aire a los cilindros del motor: generalidades, temperatura, requerimientos, limpieza, filtros. 4 horas (4 teóricas).

## **Tema 5. Características Reales de Trabajo en MCI.**

Características reales de trabajo: fluido de trabajo, variación de  $p$  y  $T$ , transferencia de calor. Variación entre la riqueza y la potencia exigida: el proceso de formación de mezcla, el proceso de combustión, el régimen de trabajo. El ciclo de trabajo. Admisión: características, rendimiento volumétrico. Compresión: transferencia de calor, exponente politrópico. Combustión: inyección, turbulencia, retraso al encendido, inicio de la combustión, periodos de calentamiento, evaporación y difusión. Expansión: transferencia de calor, exponente politrópico. Escape: características. Parámetros efectivos del motor. Funcionamiento y estabilidad del motor. 6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

## **Tema 6. Sistema de Inyección en MEC.**

Los sistemas de suministro de combustible diesel: función, componentes básicos: bomba de inyección e inyectores. El proceso de liberación de calor: retardo a la inflación, fases de combustión premezclada, mezclada y retardada. Bombas de inyección en MEC: equipo de inyección diesel. Bombas en Línea: elementos principales, funcionamiento, cremallera. Bombas rotativas: elementos principales, proceso de admisión y descarga, circuito de suministro. Inyector bomba: funcionamiento, circuito de trabajo, características de regulación. Inyección con control electrónico. Regulación de la inyección durante condiciones de trabajo. Necesidad de regulación. Tipos de reguladores: mecánico, centrífugo, neumáticos e hidráulicos. Avance de la inyección: presión máxima en función del ángulo de la inyección, ángulos de avance. Variador del avance de la inyección: características, variador BOSCH. Bancos de ensayo para bombas de inyección: finalidad de la calibración, componentes, sincronización de la inyección: prueba estática y dinámica, determinación del punto de inyección, calado de la bomba: características, bombas de inyección en línea: tipos de pistón utilizados. 8 horas (8 teóricas).

---



---

### **Tema 7. Inyectores de MEC.**

Inyectores. Finalidad. Partes del inyector: porta-inyector, aguja y cuerpo. Funcionamiento de los inyectores: parámetros característicos, esquema de trabajo bajo condiciones de operación. Tipos de inyectores: efectos del combustible y tipo de cámara de combustión, tipo DN, tipo DL, PINTAUX, Inyector-Bomba. Mantenimiento de los inyectores: presión de calibración, limpieza, verificación de estanqueidad y pulverización y reparación. Desarrollo del cono de inyección: características, efecto de las propiedades del combustible en la temperatura de autoencendido. Impacto del atomizado del combustible: variación de presión en la línea de suministro en función del tiempo, inyecciones posteriores. Características del proceso de inyección. Factores que influyen en el proceso de inyección: bomba de inyección, tubería de impulsión e inyectores, suministro cíclico de combustible. Problemas.  
6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

### **Tema 8. Cámaras de Combustión de MEC.**

Proceso de combustión en MEC: aspectos resaltantes del proceso, características básicas para su desarrollo, consecuencias del proceso de combustión. Diseño de la cámara de combustión: tiempo requerido para completar la combustión, condiciones para mezclado rápido y adecuado. Tipos generales de cámara de combustión: MEC con inyección directa (DI), MEC con inyección indirecta (IDI). Procesos de preparación de la mezcla: movimiento de torbellino y turbulencia. Cámaras de combustión: Abierta: aire en reposo o bajo torbellino, aire con medio torbellino, aire con alto torbellino, Dividida: precámara, cámara de turbulencia, celda de aire, celda de energía. Características del proceso de combustión: diagramas p-V en MEC DI y MEC IDI, comparaciones entre condiciones de trabajo en MEC.  
6 horas (6 teóricas).

### **Tema 9. Modelo del Proceso de Liberación de Calor.**

Ecuaciones básicas y modelo para las especies: primera Ley de la Termodinámica, ecuación de estado, energía interna, riqueza de la mezcla, composición de las especies. El proceso de liberación de energía en el cilindro de MEC: modelo, limitaciones para la aplicación de la Primera Ley de la Termodinámica, eficiencia de la combustión, MEC DI: proceso de liberación de calor y fracción de masa quemada, MEC IDI: fracción de calor liberado. Análisis del proceso de liberación de calor: fases, combustión, diagrama de liberación de calor en MEC.  
8 horas (4 teóricas y 4 prácticas).

### **Tema 10. Formación y Control de Contaminantes**

Contaminantes en MCIA. Condiciones de trabajo que propician su formación: altas temperaturas, riqueza de la mezcla, apagado de la llama, combustión incompleta. Características de formación de contaminantes en MCIA. Factores que afectan y controlan la formación de contaminantes en el cilindro del MCIA: variación de la riqueza de la mezcla, empleo de técnicas de recirculación, modificación del avance de la chispa. Productos de combustión en MEC: factores que afectan la formación de NO, teoría cinética para el estudio de formación de los NO. Técnicas de recirculación de gases en MEC: EGR internos y EGR externos. Emisión de partículas en MEC: técnicas de medición, composición y estructura, distribución en el cilindro. Bases de la formación de las partículas de carbonilla: formación, crecimiento, oxidación, adsorción y condensación. Trampas para partículas.  
8 horas (4 teóricas y 4 prácticas).

### **Tema 11. Sobrealimentación en MEC.**

Aspectos generales de la sobrealimentación: potencia de sobrealimentación, limitaciones, componentes básicos del sistema de sobrealimentación. Compresores: centrífugo, volumétrico, alternativo. Condiciones del aire aspirado. Turbinas: transformación de la energía de los gases de escape: admisión total y parcial. Acople entre el compresor y la turbina: índice del turboalimentador, selección gráfica basada en el incremento de potencia efectivo deseado. Grupo turbocompresor. Curvas características del MCIA y del compresor: zona del trabajo. Sistemas de sobrealimentación: con presión constante y variable, por compresor accionado mecánicamente.  
6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

---

---

## Tema 12. Búsqueda de Fallas del Motor.

Consejos para buscar las fallas. Motor en marcha lenta. Pasos consecutivos para buscar las fallas. Procedimiento general para buscar las fallas en el motor. Color del humo de escape. Detectar el humo del escape. Revisión del sistema de combustible. Pruebas principales del motor. Tablas para búsqueda de fallas.

6 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

### BIBLIOGRAFIA

- Araque, J. O., *Apuntes Motores Diesel*. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Arias-Paz., *Manual de Automóviles*. Editorial Dossat. 1981.
- Benson, R.S., *Advanced Engineering Thermodynamics*. 1977.
- Boles, C., *Termodinámica*. Mc GrawHill. 1996.
- Brady, R. N., *Manual Moderno de Tecnología Diesel*. 1997.
- De Imperial, J. M., *Sobrealimentación de Motores*. 1979.
- Desantes, J. M. y Lapuerta, M., *Fundamentos de Combustión*. Universidad Politécnica de Valencia., 1991.
- Heywood, J. B., *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Mc. GrawHill 1988.
- Jovaj, M. S., *Motores de Automóvil*. Editorial MIR. 1982.
- Kuo, K.K., *Principles of Combustion*. John Wiley & Sons. 1986.
- La Forá J. M., *Motores Diesel*. Editorial BLUME. 1973.
- Lilly L. R., *Diesel Engine Reference Book*. 1985.
- Lukanin, V. N., *Motores de Combustión Interna*. Editorial MIR 1982.
- Obert, E. F., *Internal Combustion Engines*. 1980.
- Salvi, G., *La Combustión Teoría y Aplicaciones*. Editorial Dossat. 1984.
- Taylor, C. F., *The internal Combustion Engine in Theory and Practice*. The MIT Press. 1985.
- Vsórov, B. A., *Manual de Motores Diesel para Tractores*. 1986.

**Fecha de elaboración del programa: 14 de Junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: Jesús O. Araque y Simón Fygueroa**

Firma y Sello del Departamento.

Firma y sello de Escuela.

<b>Asignatura:</b>	<b>FUNDAMENTOS DE COMBUSTION</b>			<b>Código:</b>	IMC903
<b>Prelaciones:</b>	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECANICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

### OBJETIVOS GENERALES

- Dominar los términos relacionados con propiedades de los combustibles.
- Dominar los términos y definiciones empleados en reacciones químicas.
- Manejar los conceptos básicos de transferencia de masa.
- Conocer y manejar los mecanismos de reacción elementales y globales.
- Manejar y aplicar las ecuaciones para conservación de flujos reactantes.
- Conocer y aplicar la teoría de los diversos tipos de llamas.
- Dominar y aplicar los conceptos de combustión con llamas premezcladas y difusivas.

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRACTICO

##### Tema 1. Teoría sobre Combustibles.

Combustibles gaseosos. Propiedades de los combustibles gaseosos: análisis volumétrico, densidad, poder calorífico. Combustibles líquidos. Propiedades de los combustibles líquidos: poder calorífico, gravedad específica, viscosidad, punto de evaporación, temperatura de autoencendido, número de Octano, retardo a la inflamación, número de Cetano. Tipos de combustible líquido. Calidad de la gasolina. Emisiones de la gasolina. Calidad del combustible diesel. Emisiones del combustible diesel. Combustibles sólidos: biomasa, carbón, residuos.  
 8 horas (4 teóricas y 4 prácticas).

##### Tema 2. Termodinámica de la Combustión.

Repaso de relación entre propiedades: extensivas e intensivas, ecuación de estado, ecuaciones energía interna y entalpía, mezcla de gases ideales, calor latente de vaporización. Usos de la primera ley para sistemas a volumen y presión constante. Estequiometría de la combustión. Entalpía de formación. Entalpía de combustión y poder calorífico. Temperatura de llama adiabática. Equilibrio químico: función de Gibbs, sistemas complejos. Productos de combustión en equilibrio: equilibrio total, reacción agua-gas, efectos de presión. Aplicaciones.  
 10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

##### Tema 3. Transferencia de Masa.

Herramientas de transferencia de masa: Ley de difusión de Fick: condiciones de restricción, coeficiente de difusión. Conservación de especies: para un volumen de control, condiciones iniciales y de borde. Comparaciones con el proceso de transferencia de calor por conducción.

---

Aplicaciones de transferencia de masa: condiciones de frontera liquido-vapor, evaporación de una gota.

8 horas (4 teóricas y 4 prácticas).

#### **Tema 4. La Cinética Química de la Combustión.**

Razón de formación de especies químicas. Ley de Acción de Masa. Ecuación de Arrhenius. Razón de reacción. Reacciones elementales de combustión: reacción de primer orden, reacción bimolecular, reacción de tercer orden. Reacciones consecutivas. Razón de reacción para mecanismos multietápicos: producción neta, relación entre las constantes de reacción y de equilibrio químico, aproximación de estado estable. Reacciones globales de combustión: un paso y dos pasos. Oxidación del monóxido de carbono. Cinemática de los óxidos de nitrógeno: mecanismos de Zeldovich.

10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

#### **Tema 5. Relación Química Termodinámica de los Sistemas Reactantes.**

Reactor con masa fija y presión constante: aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor con masa fija y volumen constante: aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor ideal (Well-Stirred): aplicación de la Ley de Conservación de Masa. Reactor de flujo: aplicación de la Ley de Conservación de Masa.

8 horas (4 teóricas y 2 prácticas).

#### **Tema 6. Ecuaciones de Conservación para Flujos Reactantes.**

Ecuación de conservación de masa. Ecuación de conservación de especies. Ecuaciones de conservación de momento: unidimensional y bidimensional. Ecuación de conservación de energía: forma general unidimensional, formas de Shvad-Zeldovich. Propiedad escalar: fracción de mezcla, conservación de fracción de mezcla, ecuación de energía escalar.

10 horas (10 teóricas).

#### **Tema 7. Teoría sobre Llamas Laminas Premezcladas.**

Descripción física: definición, características principales, llamas de laboratorio. Análisis simplificado sobre la teoría de llamas laminas: suposiciones, leyes de conservación (masa, especies y energía). Factores que afectan la velocidad y espesor de las llamas laminas: temperatura, presión, riqueza, combustible. Correlaciones de velocidad de llama laminar. Apagado de llama. Límites de inflamabilidad. Encendido: análisis simplificado, efectos de la presión y temperatura.

10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

#### **Tema 8. Teoría sobre Llamas Laminas Difusivas.**

Jet de densidad constante no reaccionante: descripción física, suposiciones, leyes de conservación (masa, especies y energía), condiciones de borde. Descripción física del jet. Suposiciones iniciales, leyes de conservación (masa, especies y energía), relaciones adicionales, intento de solución empleando el método escalar: fracción de mezcla, entalpía absoluta, ecuaciones adimensionales, suposiciones adicionales, relaciones de estado. Métodos de solución. Longitud de la llama. Factores que afectan la longitud de la llama: geométricos, razón de flujo, Estequiometría de la mezcla.

10 horas (6 teóricas y 4 prácticas).

### **BIBLIOGRAFIA**

- Desantes, J. M. y Lapuerta, M., *Fundamentos de Combustión*. Universidad Politécnica de Valencia., 1991.
- Gary L. B. and Kenneth W. R., *Combustion Engineering*. 1998.
- Heywood, J. B., *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Mc. GrawHill 1988.
- Jovaj, M. S., *Motores de Automóvil*. Editorial MIR. 1982.
- Kuo, K. K., *Principles of Combustion*. John Wiley & Sons. 1986.

- 
- Lapuerta, M. A. y Hernández J. J., *Tecnologías de la Combustión*. Universidad Castilla de la Mancha. 1998.
  - L. R. Lilly., *Diesel Engine Reference Book*. 1985.
  - Obert, E. F., *Internal Combustion Engines*. 1980.
  - Salvi, G., *La Combustión Teoría y Aplicaciones*. Editorial Dossat. 1984.
  - Stephen R. Turns., *An Introduction to Combustion Concepts and Applications*. 1996.
  - Taylor, C. F., *The internal Combustion Engine*. 1961.
  - Wark, K., *Termodinámica*. Mc GrawHill. 1984.

<b>Fecha de elaboración del programa: 14 de Junio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Jesús O. Araque</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>TECNOLOGÍA ENERGÉTICA</b>			<b>Código:</b>	IMC904
<b>Prelaciones:</b>	TERMODINAMICA II Y PRODUCCIÓN I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	Ciencias Térmicas				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	1	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

El Ingeniero Mecánico tiene a su cargo en muchas ocasiones la gerencia y la administración energética de industrias o procesos. Es importante que el Ingeniero encargado de ésta función conozca los conceptos fundamentales relacionados con la energía, no sólo los conceptos técnicos, sino la parte política, humana y medio ambiental, inherente a los mismos.

### REQUERIMIENTOS

Conocer los fundamentos relacionados con las transformaciones energéticas y con el aprovechamiento de la energía. Sumado a éste conocimiento requiere conocer fundamentos de gerencia y economía, para aplicarlos a los conceptos energéticos.

### OBJETIVOS GENERALES

Hacer que el estudiante tenga una visión global y conjunta sobre las transformaciones energéticas y sobre la administración de la misma.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso, el estudiante dispondrá de información básica que le permitirá discernir principalmente a nivel nacional sobre:

- Fuentes energéticas.
- Consumo energético sectorizado.
- Transformaciones energéticas posibles.
- Disponibilidad energética.
- Política sobre administración energética.

### CONTENIDOS

#### UNIDAD I: CONCEPTOS GENERALES.

##### Tema 1. Definiciones y conceptos.

Introducción. Definiciones y conceptos: Visión global, consumo, generación, orden de magnitud,

---

sectores, eficiencia, costos de la energía.

Duración: 4 horas.

**Tema 2. Industria y Energía.**

Uso de la energía en la Industria. Uso de la energía en el campo. Uso doméstico de la energía. Energía y bienes de servicio.

Duración: 4 horas.

**Tema 3. Energía Térmica.**

Introducción. Fundamentos de calderas, Quemadores, Hornos, Cámaras de combustión. Secadores, intercambiadores de calor. Máquinas térmicas generadoras. Máquinas térmicas motoras. Máquinas refrigeradoras.

Duración: 4 horas.

**Tema 4. Energía Hidráulica.**

Introducción. Máquinas hidráulicas generadoras. Máquinas hidráulicas motoras. Transmisión de energía eléctrica.

Duración: 4 horas.

**Tema 5. Energía Eléctrica.**

Introducción. Motores Eléctricos. Generadores eléctricos. Transformadores eléctricos. Iluminación. Transmisión de energía eléctrica.

Duración: 4 horas.

**Tema 6. Cogeneración.**

Introducción. Aspectos Generales. Instalaciones de cogeneración.

Duración: 6 horas.

**Tema 7. Energía asociada al Transporte de personas y mercancías.**

Introducción. Transporte aéreo. Transporte terrestre. Transporte marítimo.

Duración: 6 horas.

**Tema 8. Energía Eólica.**

Introducción. Disponibilidad. Aprovechamiento. Utilización. Generadores Eólicos.

Duración: 8 horas.

**Tema 9. Energía Solar.**

Introducción. Disponibilidad. Aprovechamiento. Colectores solares, planos y concentradores. Conversión directa: celdas fotovoltaicas.

Duración: 8 horas.

**Tema 10. Pilas de Combustible.**

Introducción. Conceptos fundamentales. Aprovechamiento.

Duración: 4 horas.

**Tema 11: Energía y medio ambiente.**

Introducción. Impacto Ambiental. Contaminación. Desarrollo sostenible.

Duración: 4 horas.

**Tema 12. Plan Energético Nacional.**

Objetivos de la Planificación. Antecedentes del sector energético. Características del sector energético. Bases fundamentales.

Duración: 4 horas

**Tema 13. La Energía en el mundo.**

---

---

Antecedentes. Características.  
Duración: 2 horas.

**Tema 14. Perspectivas futuras.**

Energía y crecimiento. Tecnologías futuras.  
Duración: 4 horas.

<b>ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Se realizarán clases teórica – prácticas con ayudas audiovisuales. Cada 4 semanas, los estudiantes presentarán seminarios cortos de 15 minutos de duración sobre tópicos actualizados relacionados con la asignatura.

<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
----------------------------------

Se realizarán exámenes teórico-prácticos sobre las unidades I y II respectivamente. Cada examen aportará el 25% de la calificación final. El 50% restante de la nota se tiene de un proyecto final sobre propuestas de utilización energética y/o aprovechamiento energético en Venezuela (30%) y el (20%) faltante se evaluará en base a una ponencia del estudiante sobre un tópico de tecnología y gerencia energética.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

- Tecnología Energética. Universidad Politécnica de Valencia. SPUPV-97.080.1995.
- Instalaciones de Energía Solar. CENSOLAR.
- Manual de Energía Eólica. Ramón Loreto. Universidad de los Andes. 1995.

<b>Fecha de elaboración del programa: 2005</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Rafael Santos</b>
--

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b> BOMBAS	<b>Código:</b> IMC905				
<b>Prelaciones:</b> TURBOMÁQUINAS	<b>Período:</b> NOVENO				
<b>Tipo:</b> ELECTIVA					
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> CIENCIAS TERMICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	6	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	4

**JUSTIFICACIÓN**

Todos los procesos industriales requieren el trasegado de fluidos para diferentes fines. Los Ingenieros Mecánicos se encontrarán con sistemas de bombeo es más del 90% de los procesos industriales. Es necesario que el Ingeniero Mecánico tenga conocimiento de los procesos y fundamentos que se involucran en el manejo de fluidos por medio de bombas y los sistemas de bombeo.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos básicos de mecánica de los fluidos y turbomáquinas hidráulicas.

**OBJETIVO GENERAL**

Enseñar al estudiante la selección, colocación, diseño y mantenimiento de bombas centrífugas, rotodinámicas y de desplazamiento positivo.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Enseñar al estudiante:

- La clasificación de las bombas.
- Los fenómenos que influyen en el funcionamiento de las Bombas y los Sistemas de Bombeo.

Las Técnicas para la selección, prediseño y mantenimiento de bombas y los diferentes elementos que conforman los sistemas de bombeo.

**CONTENIDOS**

**TEMA I: INTRODUCCION.**

Introducción. Comparación de turbomáquinas con máquinas rotodinámicas y de desplazamiento positivo. Punto de funcionamiento, casos particulares en detalle. Acoplamiento en serie y paralelo, análisis de situaciones de inestabilidad en el funcionamiento, diagramas de rendimiento. Curvas de explotación. Repaso de triángulos de velocidad, máquinas axiales y centrífugas.  
Duración: 4 horas.

---

**TEMA II: TURBOBOMBAS.**

Clasificación y diseño para turbobombas. Clasificación según los elementos de construcción. Cálculo de los tamaños principales. Diseño de rodetes radiales, semiradiales y axiales con sus álabes. Diseño mecánico. Coronas de difusores y directrices. Cálculo del diámetro óptimo de la toma. Cálculo del diámetro de salida y de la componente tangencial de la velocidad absoluta. Cálculo del ancho de salida. Materiales de construcción según el tipo de aplicación y el fluido impulsado.

Duración: 12 horas.

**TEMA III: CAVITACION.**

Fenómenos de cavitación y bamboleo. Características del fenómeno de cavitación en bombas. Sus efectos sobre el material. Definición de carga neta positiva de succión (NPSN) altura crítica y su determinación. Factores que influyen en la colocación. Fenómeno de bamboleo en ventiladores. Influencia del ángulo de descarga.

Duración: 8 horas.

**TEMA IV: BOMBAS ROTODINAMICAS.**

Bombas de desplazamiento positivo. Reciprocantes y rotativas. Tipos. Características y principios básicos de funcionamiento. Clasificación. Materiales. Aplicaciones.

Duración: 12 horas.

**TEMA V: SELECCIÓN.**

Bombas y su selección. Normas. Selección de velocidad. Posición óptima del punto de trabajo. Influencia de la forma de la curva característica sobre la selección. Especificaciones. Estimación de costos. Cálculo de rendimiento del sistema.

Duración: 12 horas.

**TEMA VI: APLICACIÓN.**

Aplicación de bombas. Bombas. Aplicaciones industriales: industria química, plantas termoeléctricas y sistemas de suministro, agua potable, etc. Bancos de pruebas.

Duración: 8 horas.

**TEMA VII: EQUIPOS Y AUXILIARES.**

Accesorios y equipos para bombas. Tipos de sellados. Tuberías auxiliares. Tipo de acoplamiento. Regulación de caudal y controles. Válvulas. Modo de accionamiento de motores. Arrancadores y su escogencia.

**TEMA VIII: MANTENIMIENTO.**

Aplicación de ideas básicas de mantenimiento en bombas. Ampliar y concretar.

---

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se dictarán clases teórico prácticas ayudadas con métodos audiovisuales.  
El sistema de enseñanza se puede combinar a visitas de instalaciones.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará 2 exámenes parciales y un proyecto, éste último consistirá en un diseño y construcción o un diseño para una instalación de equipo.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- 
- Manuel Viejo Zubicaray. BOMBAS TEORIA, DISEÑO Y APLICACIONES. Limusa. 1977.
  - L. Wantz. BOMBAS CENTRÍFUGAS. Labor. 1954.
  - Claudio Mataix. TURBOMÁQUINAS HIDRAULICAS. ICAI. 1980.
  - Tyler y G. Hicks. BOMBAS SU SELECCIÓN Y APLICACIÓN. 1975.
  - Igor J. Karassik. BOMBAS CENTRÍFUGAS.
  - A. J. Stepanoff. CENTRIFUGAL AND AXIAL FLOW. Wiley.
  - William C. Osborne. FANS. Press. 1977.
  - Gabriel Alarcón. BOMBAS CENTRIFUGAS. ULA. 1999.

<b>Fecha de elaboración del programa:</b> 08 de marzo de 2004.
--

<b>Programa Elaborado por:</b> Rafael Santos, con la colaboración de los profesores: Carlos Torres, Manuel Avila, Nellyana Gonzalo y Jesús Muñoz.
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>VENTILACION</b>			<b>Código:</b>	IMC906
<b>Prelaciones:</b>	TURBOMÁQUINAS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

El ambiente donde se desarrollan los procesos industriales normalmente está contaminado, bien sea por contaminación química, humos (gases), contaminantes físicos (polvos) o contaminantes térmicos (fuentes de calor). Para hacer estos ambientes propicios para el trabajo, tanto de máquinas como de trabajadores, es necesario remover esos elementos contaminantes. La ventilación es el medio por el cual se realiza éste acondicionamiento de dichos ambientes.

### REQUERIMIENTOS

Conocimientos fundamentales de mecánica de los fluidos y turbomáquinas.

### OBJETIVO GENERAL

Que el estudiante conozca los principios fundamentales del diseño y mantenimiento de los sistemas de ventilación.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Al finalizar la asignatura, el estudiante conocerá:

- Los principios generales de la ventilación.
- Los fundamentos para el diseño de ductos y accesorios de los sistemas de ventilación.
- Las bases para el prediseño y selección; y mantenimiento de ventiladores.

## CONTENIDOS

### UNIDAD I: CONCEPTOS GENERALES.

#### TEMA I: Principios Generales de Ventilación.

Introducción. Definiciones Básicas. Principios de flujo de aire. Sistemas de Impulsión. Sistemas de Expulsión.

Duración: 8 horas.

#### TEMA II: Principios Generales de Dilución.

Principios de ventilación por dilución. Dilución para protección de la salud. Dilución para prevenir incendios. Dilución para control térmico. Renovación y Recirculación.

Duración: 4 horas.

### UNIDAD II: ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

#### TEMA III: Ventiladores.

Introducción.

Definiciones básicas.

Clasificación.

Fundamentos teóricos de funcionamiento de ventiladores.

Prediseño de ventiladores.

Curvas características de ventiladores.

Duración: 18 horas.

#### TEMA IV: Equipos de depuración de aire.

Equipos de captación de polvo. Depuración de niebla, gases y vapores.

Duración: 8 horas.

#### TEMA V: Equipos de Transporte de Aire.

Diseño, selección y cálculos de ductos.

Diseño y selección de rejillas y difusores.

Aislamiento de ductos.

Anclaje de ductos.

Diseño y selección de campanas de extracción.

Equipos auxiliares.

Duración: 18 horas.

### UNIDAD III: INSTALACIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

#### Tema VI: Instalación.

Fundamento de instalación de ductos. Ventiladores y equipos auxiliares.

Duración: 4 horas.

#### Tema VII: Mantenimiento.

Fundamentos de mantenimiento de ductos, ventiladores y equipos auxiliares.

Duración: 4 horas.

#### Tema VIII: Pruebas.

Fundamentos de pruebas y medidas.

Instrumentos requeridos para pruebas.

Duración: 2 horas.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se dictarán clases teórico-práctico, ayudadas con métodos audiovisuales.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación consta de dos partes. La primera, formada por 2 exámenes teórico práctico que evaluarán los fundamentos teóricos impartidos y la segunda parte se evalúa con la realización y exposición de un proyecto de ventilación. Cada una de las partes evaluadas aporta el 50% de la calificación total.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ventilación Industrial. Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de Riesgos Profesionales. 1ra Edición en Español. Generalitat. Valenciana. 1992.
- Cálculos de Ventilación, según gaceta oficial de la República de Venezuela. Washington Méndez. Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes. 1988.
- Industrial Ventilation. Committee on Industrial Ventilation. PO. Box 16153. Lansing Michigan 48901 USA. 1980.
- Turbomáquinas Hidráulicas. Claudio Mataix. ICAI. 1980.
- Fans. William C. Osborne. Pergamon Press. 1977.

**Fecha de elaboración del programa:** Mayo 2005

**Programa Elaborado por:** Rafael Santos

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>COMPRESORES</b>			<b>Código:</b>	IMC907
<b>Prelaciones:</b>	TURBOMÁQUINAS, ELEMENTOS DE MAQUINAS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	Ciencias Térmicas				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Existen muchos procesos industriales y de uso general que involucran un diferencial de presión en un gas o vapor para establecer tal condición termodinámica, es necesario el uso del componente mecánico denominado Compresor.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos de las Leyes de Termodinámica, de Gases y Vapores, de Mezcla de Gases, Compresibilidad.  
 Conocimientos de Elementos de máquinas: Mecanismos biela – manivela, transmisión helicoidal, seguidores, etc.

**OBJETIVOS GENERALES**

Conocer los diferentes tipos de compresores que se fabrican actualmente. Procedimientos de selección en función de su aplicación. Procedimientos de Instalación. Operación y Mantenimiento.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que el estudiante conozca los diferentes tipos de compresores en su funcionamiento básico, tanto los de desplazamiento positivo, como los dinámicos.
- Que el estudiante a través de la teoría conozca como las características de diseño de los elementos de compresor y el tipo de gas, influencia la capacidad y la eficiencia de compresores.
- Que el estudiante conozca las características v específicos de compresores: Reciprocantes, Rotativas (Vano y lóbulos) Dinámicos y Térmicos (Eyectores).
- Que el estudiante conozca los procedimientos para seleccionar, instalar, operar y mantener compresores.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

#### **Tema 1. Introducción a Compresores.**

Propósitos y Métodos de compresión, Tipos de Compresores, Principios de operación.

#### **Tema 2. Aplicación de Teoría.**

El uso de la teoría en la solución de problemas prácticas usando los principales tipos de compresores. Influencia de las variables sobre el diseño de la máquina y las características de gas.

#### **Tema 3. Compresores Reciprocantes.**

Clasificación y arreglos, fundamentos de diseño y materiales y construcción, control de capacidad, tuberías.

#### **Tema 4. Compresores Rotativos. Vano Deslizante.**

Tipos. Unidades enfriadas de agua. Detalles de diseño. Accesorios. Diseño por inundación de aceite.

#### **Tema 5. Compresores Rotativos. Vano Deslizante.**

Características. Capacidades y limitaciones. Detalles de diseño. Control de Capacidad. Tuberías y accesorios.

#### **Tema 6. Compresores Dinámicos.**

Definiciones. Tipos. Aplicaciones. Detalles de diseño centrífugo. Regulación y Control. Unidades de flujo axial.

#### **Tema 7. Compresores Térmicos.**

Características y aplicaciones.

#### **Tema 8. Selección de Compresores.**

Tipos de aplicaciones. Factores involucrados en la potencia y tipo de gas y condiciones. Tipos de conductores.

#### **Tema 9. Instalación, Operación y Mantenimiento de Compresores.**

Ubicación. Fundaciones. Limpieza de tuberías. Accesorios. Arranques. Tablas de fallas. Paradas largas. Registros.

## EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Entrega del tema específico en inglés técnico para su previa traducción y lectura (obligando al estudiante a manejar la terminología específica en inglés técnico).
- Lectura del material entregado en el salón de clases, estableciendo consultas, preguntas y respuestas.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- 20% Asistencia y participación en el salón de clase.
- 80% Tres (03) exámenes parciales teóricos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- CHARLES W., Gibbs. "Compressed Air and Gas Data".
- Ingersoll – Rand Company. Woodchiff Lake. New Jersey.1977.

**Fecha de elaboración del programa:** Marzo 2004

**Programa Elaborado por:** Prof. Rafael Santos, Prof. Jesús Muñoz, Prof. Nellyana Gonzalo

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b> TURBINAS HIDRÁULICAS	<b>Código:</b> IMC908				
<b>Prelaciones:</b> TURBOMÁQUINAS	<b>Período:</b> NOVENO				
<b>Tipo:</b> ELECTIVA					
<b>Carrera:</b> INGENIERIA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b> Ciencias Térmicas					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	18	0	72	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

Se pretende dar al estudiante, las bases fundamentales sobre la teoría y características de operación de las turbinas hidráulicas rotativas que se emplean hoy en día en la transferencia de energía entre el agua y el rotor. Se estudian con relativo cuidado las tres turbinas hidráulicas fundamentales: Francis, Kaplan y Pelton y se presenta información sobre los recursos hidráulicos naturales. La importancia de esta materia reside en la notable proyección que tienen las obras hidroeléctricas en el mundo, contribuyendo en el desenvolvimiento económico. El aprovechamiento de la energía hidráulica en Venezuela permite generar el 60% del total de la energía eléctrica que se consume y se exporta a países vecinos, constituyendo estas empresas una fuente potencial de empleo para los ingenieros.

**REQUERIMIENTOS**

Fundamentos básicos de Mecánica de fluidos y Turbomaquinas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Estudiar la teoría fundamental sobre las características de operación de las turbinas hidráulicas rotativas, los mecanismos físicos que sustentan el fenómeno de transferencia de energía y las relaciones matemáticas que permiten llevar a cabo los cálculos inherentes a los procesos involucrados. También se pretende que el estudiante conozca aplicaciones específicas de estos tipos de turbinas y la relación existente entre éstas y los recursos hidráulicos naturales.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- El estudiante debe internalizar el significado de la terminología y los principios físicos asociados con el proceso de transferencia de energía.
- Conocer las características de funcionamiento de las turbinas hidráulicas.
- Conocer los fundamentos de diseño y selección.
- Adquirir información fundamental sobre la instalación de las mismas.
- El estudiante debe ser capaz de delinear los fenómenos pertinentes a los procesos de cada tipo de turbina hidráulico: Francis, Kaplan y Pelton.
- El estudiante debe ser capaz de identificar aprovechamientos energéticos en los recursos

---

hidráulicos naturales.

- Desarrollar modelos representativos de procesos y sistemas reales y obtener conclusiones acerca del diseño y funcionamiento de dichos procesos y sistemas a partir de análisis sistemático y metódico basado en un pensamiento crítico y creativo.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

#### **Capítulo 1 TURBINAS HIDRAULICAS DE REACCIÓN DE FLUJO RADIAL. TURBINA FRANCIS (12 horas)**

Definición y características generales de las turbinas hidráulicas. Coeficiente de utilización. La turbina Francis. Órganos principales de una turbina Francis. Expresión de la energía transferida. Grado de reacción. Variación de la presión y de la velocidad del agua en una turbina de reacción. Análisis de los diagramas de velocidades a la entrada y a la salida del rotor. Proporción en las dimensiones en una turbina Francis en relación con la velocidad específica. Regulación de la potencia. El distribuidor. Alimentación de las turbinas de reacción. El caracol. Tubo de desfogue: función, forma, altura de aspiración y rendimiento. Parámetro de cavitación y posición de las turbinas de reacción respecto al nivel de aguas abajo. Ensayos sobre modelos. Diagramas topográficos. Transposición de rendimientos. Determinación del tipo y características de las turbinas de un aprovechamiento hidráulico.

#### **Capítulo 2 TURBINAS HIDRÁULICAS DE REACCIÓN DE FLUJO AXIAL. TURBINA KAPLAN (12 horas)**

Características generales de la turbina Kaplan. Órganos principales de una turbina Kaplan. Expresiones de la energía transferida, del grado de reacción y del factor de utilización. Diagramas de velocidades a la entrada y a la salida de los alabes del rotor. Proporción en las dimensiones en las turbinas Kaplan y de Hélice. Alimentación, regulación y desfogue en la turbina Kaplan. Valores del parámetro de cavitación en la turbina Kaplan. Diagrama topográfico de la turbina Kaplan. Turbinas BULBO, TUBULARES y de POZO, para cargas mínimas y grandes caudales.

#### **Capitulo 3 TURBINAS HIDRÁULICAS DE IMPULSO. TURBINA PELTON. (12 horas)**

Peculiaridad de las turbinas de impulso. La turbina Pelton. Turbinas Pelton de eje horizontal y eje vertical. Características constructivas del rodete Pelton. Número de alabes. Forma y dimensiones de los alabes. Diagramas vectoriales y expresión de la energía transferida en función del ángulo  $\beta$ . Condición para la máxima utilización de la energía del agua. Conjugación del diámetro de la rueda y de la velocidad de giro. Coeficientes de velocidad. El inyector: órgano de alimentación, de regulación y de conversión de energía. El deflector. Número de chorros por rueda en función de la carga y de la velocidad específica. Diagrama topográfico del modelo reducido que permite deducir las características de operación de la turbina Pelton prototipo.

#### **Capitulo 4 ACOPLAMIENTOS FLUIDOS. (8 horas)**

El sistema bomba-turbina como base del acoplamiento fluido en la transmisión de un momento de giro. Características de operación. El convertidor de par. Combinación del acoplamiento fluido y del convertidor de par.

#### **Capitulo 5 APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS. SALTOS DE AGUA. (10 horas)**

El aprovechamiento de la energía del agua. Los saltos de agua. Previsión de caudales. Aforos. Tipos de saltos de agua. Azud o presa derivadora. Canales. Toma de agua. Bocal y regulador. Tuberías de presión. Golpe de ariete. Dispositivos de cierre de las tuberías. Válvulas. Rejillas. Presas de embalse. Tipos de presas de embalse. Presas de tierra. Presas de enrocamiento y escollera. Presas de gravedad. Presas-bóveda. Planta o casa de máquinas. Plantas maremotrices. Esquema de una planta hidroeléctrica.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se pretende enfatizar más en la comprensión física de los procesos involucrados. Se emplean conceptos y aplicaciones técnicas relacionadas con los problemas que deben resolver los estudiantes.

Se enseñan métodos sistemáticos de resolución de problemas y se sugiere el uso de las bibliografías recomendadas por la necesidad de disponer de material de consulta de ecuaciones, tablas y gráficas de propiedades y de problemas resueltos y por resolver.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se enmarca dentro de una estrategia de evaluación integral, continua, acumulativa, sistemática y científica. Se recomiendan tres exámenes teórico prácticos, cada uno correspondiente a cada tipo de turbina (temas I, II y III) y un trabajo-exposición sobre los dos últimos temas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Mataix Claudio. "Mecánica de los Fluidos y Maquinarias Hidráulicas". Segunda Edición. Ediciones del Castillo S.A. HARLA S.A. 1982.
- Polo Encinas, Manuel. "Turbomáquinas Hidráulicas". Primera Edición. Editorial LIMUSA. Mexico 1976.
- Alarcón Gabriel. "Turbomáquinas". Servicio de Publicaciones, Facultad de Ingeniería Universidad de Los Andes. Referencia 10-98-31-100. Código M-39 Kreith F. y Bohn M. S.
- Dixon, S. "Thermodynamics of Turbomachinery". Pergamon Press 1979.
- Golden, F.M.; Batres, L. y Terrones, G. "Termofluidos, Turbomáquinas y Máquinas Térmicas" Compañía Editorial Continental S.A. México 1991.

**Fecha de elaboración del programa:** Marzo 2004

**Programa Elaborado por:** Prof. Rafael Santos, Prof. Jesús Muñoz, Prof. Nellyana Gonzalo

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>TURBINAS DE GAS</b>			<b>Código:</b>	IMC909
<b>Prelaciones:</b>	TURBOMÁQUINAS			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	Ciencias Térmicas				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

**JUSTIFICACIÓN**

El Ingeniero Mecánico, durante la práctica de la Ingeniería necesita conocer los equipos y sistemas que se utilizan en la generación de energía. Las turbinas de gas son el equipo generador de energía eléctrica que se encuentra entre los más populares para pequeños y medianas tasas de generación. Además, las turbinas de gas son los motores que impulsan la aeronáutica en la actualidad. Sumado a los anteriores las turbinas de gas son utilizadas en muchos otros procesos industriales como elemento para obtener energía mecánica.

**REQUERIMIENTOS**

El estudiante debe conocer los fundamentos de termodinámica y Mecánica de Fluidos. Además se requiere que tenga conocimientos de los principios de funcionamiento de las turbomáquinas en general, especialmente las turbomáquinas térmicas.

**OBJETIVOS GENERALES**

Comprender el diseño, operación. Funcionamiento y mantenimiento de las turbinas de gas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Aspectos termodinámicos y específicos del diseño del compresor, de la cámara de combustión, de la turbina y del ciclo.

**CONTENIDOS**

**CONTENIDO PROGRAMATICO:**

**Tema 1. INTRODUCCIÓN.**

Ciclos abiertos de turbinas de simple y de doble eje. Componentes de los ciclos de turbinas de gas. Ciclos cerrados. Turbinas de propulsión. Aplicaciones. Procedimientos de diseño.  
 Duración: 6 horas.

**Tema 2. TERMODINÁMICA DE FLUJO COMPRESIBLE.**

Tratamiento cualitativo de los efectos de compresibilidad. Ecuaciones de un gas perfecto en

---

tuberías de área constante con roce despreciable y con transferencia de calor. Flujo adiabático en tuberías de área constante y con roce. Ondas de choque normal y oblicuo.  
Duración: 10 horas.

**Tema 3. CICLO BRYTON.**

Ciclo Bryton real. Parámetros de rendimiento. Ciclos reales con refrigeración intermedia. Rendimiento. Ciclos reales con calentamientos intermedios. Rendimientos. Ciclos regenerativos.  
Duración: 6 horas.

**Tema 4. COMPRESORES CENTRÍFUGOS.**

Descripción. Trabajo y aumento de presión. El difusor. Efectos de compresibilidad. Parámetros adimensionales. Características del compresor. Rendimientos.  
Duración: 8 horas.

**Tema 5. COMPRESORES AXIALES.**

Descripción. Teoría. Grado de reacción. Comparación con turbinas axiales. Flujo tridimensional. Método simple de diseño de álabes. Cálculo del rendimiento por etapas. Rendimiento total. Efectos de compresibilidad. Características del compresor axial. Enfriadores intermedios. Compresión húmeda.  
Duración: 8 horas.

**Tema 6. CAMARA DE COMBUSTIÓN.**

Descripción. Geometría de los sistemas de combustión, factores que afectan su diseño. Procesos de combustión. Características de operación.  
Duración: 6 horas.

**Tema 7. TURBINAS AXIALES.**

Descripción. Funcionamiento de turbinas axiales. Teoría de vórtice. Diseño de vórtice libre. Diseño de toberas de ángulo constante. Ecuaciones de perfil de alabes y cuerdas. Alabes convencionales. Aproximación teórica en la determinación de perfiles de alabes y la relación parocuerda. Estimación de rendimiento por etapas. Rendimiento total. Enfriamiento. Análisis de esfuerzos en los alabes del rotor.  
Duración: 10 horas.

**Tema 8. TURBINAS RADIALES.**

Descripción. Generalidades. Turbinas de flujo mixto. El caracol. Efecto de la relación de los radios. Turbinas radiales con rotor en cantiliver. Admisión parcial. Características de comportamiento. Efectos de las variables geométricas.  
Duración: 8 horas.

**TEMA 9. TURBINAS DE AVIACIÓN.**

Descripción. Reactores. Impulso. Rendimiento. Consumo específico de combustible. Difusor. Estado reactor. (ranjet). Pulso reactor. Endoreactor. Turbo reactores, simples y compuestos. Comportamiento de turborreactores de acuerdo a su uso.  
Duración: 6 horas.

**TEMA 10. SELECCIÓN, INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO.**

Criterios de selección, instalación y mantenimiento de los equipos de turbinas de gas.  
Duración: 4 horas.

<b>ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
----------------------------------

Se dictarán clases teórico prácticas, ayudadas con métodos audiovisuales.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

- Se deben realizar como mínimo 2 parciales y una evaluación final recuperativa con toda la materia.
- Se deben enviar trabajos de investigación para la casa o proyectos pequeños.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- H. Cohen, G. F. C. Rogers y H.I.H. Saravanamuttoo. "Teoría de las Turbinas de Gas". Ediciones Marcombo. 1982.
- Meherwan P. Boyce. "Gas Turbine Engineering Handbook". Gula Publishing Company. 1982.
- William W. Batlle. "Fundamentos de Turbinas de Gas". Editorial Limusa. 1987.
- International Gas Turbina Institute (IGTI). "Basic Gas Turbina Engine Technology". 1974.
- W. A. Woods, P. J. Beyan y D. I. Bevan "Output and Efficiency of the Closed-Cycle Gas Turbine". Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers. Journal of Power and Energy. Vol. 205 NA1 part A, 1991.
- W. R. Hawthorne and G.V. Davis. "Calculating Gas-Turbine Performance". Engineering. May 18 1956.
- David Gordon Wilson. "Design of High – Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines". MIT. Prentice may, the, 2/e. 1998.
- Angel Luis Miranda Barreras. "Turbinas de Gas". Ediciones CEAC, 1998, Barcelona, España.

**Fecha de elaboración del programa: año 2004**

**Programa Elaborado por: Ramón Loreto**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE CRUDO Y GAS</b>	<b>Código:</b>	IMC910		
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE FLUIDOS II Y TERMODINÁMICA II	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TÉRMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Esta área del conocimiento es de gran importancia para el país pues está directamente relacionada con la conversión de energía y todos sus procesos asociados. Específicamente, la industria petrolera venezolana necesita Ingenieros Mecánicos con una sólida formación en la producción, manejo y transporte de fluidos en múltiples fases (crudo y gas), que permita su desempeño en las diferentes áreas de esta compleja industria. Este curso está dirigido a suministrar las bases técnicas necesarias para que nuestros egresados se desempeñen con fluidez en el área de producción de crudo y gas.

### REQUERIMIENTOS

Manejo de las ecuaciones de transporte (masa, momento) en su forma diferencial para fluidos incompresibles. Manejo de conceptos básicos de flujo en medios porosos. Manejo de conceptos termodinámicos tales como: postulado de estado, ecuación de estado para gases reales, diagramas de fases, mezclas de gases reales, etc.

### OBJETIVOS GENERALES

Enseñar los aspectos básicos de las ecuaciones de transporte de masa y momento que gobiernan los fenómenos de flujo en medios poroso y producción petróleo y gas. Comprender los fundamentos de la producción de crudo-gas en la industria petrolera.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Transmitir los aspectos fundamentales del flujo de dos fases. Ecuaciones básicas que gobiernan el flujo de dos fases adiabático. Fundamentos de Ingeniería de yacimientos. Enseñar los diferentes modelos para el cálculo de la caída de presión en tuberías verticales, horizontales e inclinadas. Conocer las bases del Análisis Nodal. Introducción a los métodos de levantamiento artificial y a los procesos de separación de fases.



## CONTENIDOS

### **TEMA I: Fundamentos de Flujo de Dos Fases.**

Introducción. Métodos de análisis. Patrones de flujo.  
(8 horas).

### **TEMA II: Ecuaciones Básicas del Flujo de Dos Fases.**

Introducción. El modelo homogéneo. El modelo de flujo separado. El modelo de Lagrange.  
(12 horas).

### **TEMA III: Introducción a la Ingeniería de Yacimientos.**

Introducción. Permeabilidad. Saturación. Diagrama de fase de los yacimientos. Comportamiento del flujo de entrada. Índice de productividad.  
(8 horas).

### **TEMA IV: Gradiente de Presión en Flujo de Dos Fases.**

Introducción. Correlaciones de flujo vertical: Poettman y Carpenter, Hagedorn y Brown, Duns y Ros. Correlaciones de flujo horizontal: Dukler, Eaton, Beggs y Brill. Modelos mecánicos.  
(12 horas)

### **TEMA V: Análisis del Sistema de Producción.**

Introducción. Flujo a través de restricciones y componentes de tubería. Análisis Nodal del sistema de producción.  
(12 horas).

### **TEMA VI: Métodos de Levantamiento Artificial.**

Introducción. Bombeo mecánico. Levantamiento con gas. Bombeo centrífugo electrosumergible.  
(12 horas).

### **TEMA VII: Procesos de Separación.**

Introducción. Separadores convencionales y compactos. Criterios de diseño, selección y operación.  
(8 horas).

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases magistrales con ayudas audiovisuales en los tres últimos temas.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Dos parciales. El primero al concluir el tema III y el segundo al concluir el tema V. Los temas VI y VII serán evaluados mediante la asignación de un trabajo. Adicionalmente, el curso tendrá un proyecto final que deberá ser acordado con el Profesor del curso y desarrollado a lo largo de semestre. El promedio final será calculado en base a dos porcentajes: el 70% será el promedio de tres notas (1ro y 2do parcial mas el trabajo de los temas VI y VII), y el trabajo final será el 30% restante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Flujo de dos Fases., G. Alarcón. USTED FI. ULA (2000).
- Multiphase Flow in Wells., J. P. Brill. SPE Publications (1999, 164 pp. hardcover).

- 
- Two Phase Flow Modeling.,O. Shoham. SPE Publications (2005, 415 pp. hardcover).
  - One Dimensional Two-Phase Flow., Wallis, G. B. . Mc Graw Hill. 1969

<b>Fecha de elaboración del programa: 4 de abril del 2005</b>
---

<b>Programa Elaborado por: Prof. Carlos F. Torres</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INSTALACIONES TERMICAS</b>			<b>Código:</b>	IMC911
<b>Prelaciones:</b>	MECÁNICA DE FLUIDOS II, TERMODINÁMICA II, TRANSFERENCIA DE CALOR			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	MATERIA ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

Las plantas de generación de potencia, producción de bienes así como las instalaciones en donde se necesita refrigeración o calefacción, requieren el transporte de diferentes tipos de fluidos a través de tuberías o redes de distribución. La materia Instalaciones Térmicas proveerá al estudiante de las herramientas necesarias para el diseño de redes de tuberías de distribución de diferentes tipos de fluidos y de las instalaciones complementarias de producción, distribución y acondicionamiento.

### REQUERIMIENTOS

Aparte de las prelações específicas, el aprendizaje de ésta asignatura requiere que el estudiante tenga conocimiento operativo de dibujo mecánico (AutoCad) y computación (procesador de palabras y hojas de cálculo).

### OBJETIVOS GENERALES

Conocer los componentes de varios tipos de instalaciones térmicas. Conocer normas y métodos de diseño de las instalaciones de gas, aire comprimido, vacío, vapor y ventilación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Que el estudiante conozca las normas que rigen la presentación formal de un proyecto de instalaciones térmicas.
- Que el estudiante conozca el procedimiento general de diseño de instalaciones de gases combustibles y medicinales.
- Que el estudiante conozca el procedimiento general de diseño de instalaciones de aire comprimido y vacío.
- Que el estudiante conozca el procedimiento general de diseño de una instalación de vapor.

## CONTENIDO

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO

#### UNIDAD I. PRESENTACION DE PROYECTOS

##### Tema 1. Presentación de proyectos

Componentes del informe final de un proyecto. Memoria descriptiva, cálculos de apoyo, especificaciones técnicas, cómputo de materiales y planos de construcción.

8 horas teóricas

#### UNIDAD II. DISEÑO DE INSTALACIONES

##### Tema 1. Instalaciones de gases combustibles y medicinales

Características de los gases particulares. Envases y accesorios de almacenamiento. Totalización de consumos. Diseño de sistemas de distribución (trazado y dimensionamiento). Accesorios de distribución y suministros.

16 horas teóricas

##### Tema 2. INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO Y VACÍO

Componentes de la instalación. Definición y totalización de consumos. Determinación del equipo de compresión y vacío y sus accesorios. Diseño del sistema de conducción (trazado y dimensionamiento). Accesorios de distribución y suministros.

16 horas teóricas

##### Tema 3. INSTALACIONES DE VAPOR

Componentes de la instalación. Definición y totalización de consumos. Selección de calderas y equipo auxiliar. Diseño del sistema de distribución de vapor y drenaje de condensado. Accesorios (Aislamientos, trampas de vapor, válvulas, etc.)

20 horas teóricas

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Clases magistrales en aula y visitas guiadas a instalaciones industriales y de servicio de la localidad.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Exámenes escritos de conceptos de diseño y problemas simplificados de cálculo.

Realización de un proyecto de instalaciones con todas las características reglamentarias de diseño y presentación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ávila M., *“Instalaciones Térmicas”*, U.L.A, Mérida, 1980.
- Rase H. F., *“Diseño de Tuberías para Plantas de Proceso”*, Ed. Blume, Madrid, 1973.
- CRANE CO., *“Flow of Fluids”*, Technical Paper 410, N.Y., 1976.
- ATLAS COPCO, *“Manual de Aire Comprimido”*, Madrid, 1973.
- Gaceta Oficial No. 538, *Normas de Transporte, Almacenamiento e instalación de Sistemas de GLP*, Caracas 1958.
- F. Castilla, R. Diaz, *“Manual de Instalaciones de GLP”*, Industrias Ventane, 1982
- Carmona P., Rafael *“Diseño de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones”*, ECOE Ediciones, 2001

- 
- Harper, Enriquez, *“El ABC de las Instalaciones de Gas, Hidráulicas y Sanitarias”*, Limusa, 2002
  - Zepeda, S., *“Manual de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Gas, Aire Comprimido y Vapor”*, 2° Edición, Limusa 2001

<b>Fecha de elaboración del programa: 15 de Junio de 2004.</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Prof. Manuel Avila y Carlos Villamar</b>
---

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>SISTEMAS TERMICOS</b>			<b>Código:</b>	IMC912
<b>Prelaciones:</b>	TRANSFERENCIA DE CALOR, PROGRAMACIÓN DIGITAL I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERIA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	Ciencias Térmicas				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>

### JUSTIFICACIÓN

### REQUERIMIENTOS

### OBJETIVOS GENERALES

Simulación y optimización de sistemas térmicos. Implementación, diseño, desarrollo e implementación de programas computacionales para simular y optimizar sistemas térmicos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentación de un sistema térmico.
- Modelaje de componentes de un sistema térmico.
- Modelaje y simulación de sistemas térmicos.
- Optimización de sistemas térmicos.

### CONTENIDOS

#### CONTENIDO PROGRAMATICO

##### **TEMA I: GENERALIDADES DEL DISEÑO EN INGENIERÍA.**

Diseño de Ingeniería. Introducción. Decisiones. Necesidad y oportunidad. Criterio de éxito. Probabilidad de éxito. Análisis de mercado. Factibilidad. Investigación y desarrollo. Iteraciones. Optimización de la operación. Diseño Técnico. Sumario.  
 Duración: 4 horas.

##### **TEMA II: SISTEMAS FACTIBLES VS. SISTEMAS IDEALES.**

Diseño de un sistema factible. Introducción. Sistema factible. Pasos para obtener un sistema factible. Creatividad en el concepto de selección. Sistema factible y sistema óptimo. Preliminares al estudio de optimización.  
 Duración: 4 horas.

##### **TEMA III: AJUSTE DE ECUACIONES.**

---

Introducción. Componente de simulación. Representaciones por Polinomios. Polinomios de una variable en función de otra variable y  $n+1$  puntos de datos. Resolución de ecuaciones lineales simultáneas. Simplificaciones cuando la variable independiente esté uniformemente espaciada. Interpolación de Lagrange. Método de los mínimos cuadrados.  
Duración 10 horas.

#### **TEMA IV: MODELAJE DE EQUIPOS TÉRMICOS.**

Intercambiadores de calor. Evaporadores. Condensadores. Bombas. Ventiladores. Turbomáquinas. Mezclas binarias. Condensación.  
Duración 10 horas.

#### **TEMA V: SIMULACIÓN DE SISTEMAS TÉRMICOS.**

Introducción. Clases de sistemas. Información en diagrama de flujo. Cálculos simultáneos y secuenciales. Sustitución sucesiva. Solución de ecuaciones simultáneas no lineales. Newton-Raphson con una ecuación y una incógnita. Newton-Raphson con varias variables. Conjunto de ecuaciones simultáneas. Sumario.  
Duración 10 horas.

#### **TEMA VI: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS TÉRMICOS.**

Introducción. Niveles de optimización. Representación matemática de problemas de optimización. Sistema de agua fría. Procedimientos de optimización. Métodos de análisis. Multiplicadores de Lagrange. Métodos de búsqueda. Programación dinámica., geométrica y lineal. Ejemplos.  
Duración: 02 horas

#### **TEMA VII: MULTIPLICADORES DE LAGRANGE.**

Introducción. Optimización sin y con restricciones. Método de multiplicadores de Lagrange. Vector gradiente. Mecanismos de optimización utilizando los multiplicadores de Lagrange. Visualización del método de multiplicadores de Lagrange. Máximo ó mínimo.  
Duración: 03 horas.

#### **TEMA VIII: MÉTODOS DE BÚSQUEDA.**

Introducción. Funciones unimodales. Intervalo de incertidumbre. Búsqueda exhaustiva, dicotómica. Fibo Nacci y de sección dorada. Búsqueda con varias variables. Líneas de contorno. Búsqueda retardada y univariable. Métodos del más grande ascenso (descenso). Otros.  
Duración: 02 horas.

#### **TEMA IX: PROGRAMACIÓN DINÁMICA.**

Introducción. Problemas de Sistemas térmicos con programación dinámica.  
Duración: 03 horas.

#### **TEMA X: PROGRAMACIÓN GEOMÉTRICA.**

Introducción. Tipos de problemas que pueden ser resueltos con programación geométrica. Grados de dificultad. Optimización con y sin restricciones. Optimización condicionada con cero grado de dificultad.  
Duración 03 horas.

#### **TEMA XI: PROGRAMACIÓN LINEAL**

Introducción. Algunos ejemplos de programación lineal. Expresión matemática del problema en programación lineal. Desarrollo de la expresión matemática. Visualización geométrica del problema en programación lineal. Introducción de variables falsas. Determinación de los valores óptimos resolviendo ecuaciones simultáneas. Introducción del método simplex para un problema de maximización con restricciones. Presentación de las ecuaciones en tablas. El algoritmo simplex. Introducción de función objetivo en la tabla. Interpretación geométrica de la tabla.

---

---

Número de variables y condiciones. Minimización con varios tipos de restricciones.  
Duración: 03 horas.

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

- 3 Parciales 25% c/u: 75%
- Tareas: 10%
- Proyecto especial: 15%

**BIBLIOGRAFÍA**

- W. F. STOECKER "Desing of Thermal Systems". 3er Ed. Mc. Graw Hill Book Co. 1989.

**Fecha de elaboración del programa:** Marzo 2004

**Programa Elaborado por:**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y Sello de Escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>AIRE ACONDICIONADO</b>				<b>Código:</b>	IMC913
<b>Prelaciones:</b>	TERMODINAMICA I I				<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>		<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5		
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90		4

**JUSTIFICACIÓN**

Venezuela es un país tropical en el que la mayoría de sus ciudades están ubicadas en zonas cálidas que requieren el uso obligado de instalaciones de acondicionamiento de aire por razones básicamente de confort humano. El diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado es campo exclusivo del ingeniero mecánico.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos básicos del ciclo de refrigeración por compresión de vapor y transferencia de calor.

**OBJETIVOS GENERALES**

Conocer aspectos sobre los componentes y el diseño de sistemas de aire acondicionado para confort humano.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cálculo de carga térmica para aire acondicionado.
- Diseño de sistemas de distribución de aire acondicionado
- Diseño de un sistema de expansión directa
- Diseño de un sistema de agua helada
- Diseño de sistemas de tubería de agua helada
- Componentes de sistemas de aire acondicionado

**CONTENIDOS**

**UNIDAD I. CARGA TERMICA**

**Tema 1. Introducción**

Procesos del ciclo de refrigeración, componentes, diagramas, coeficiente de funcionamiento. Equipo de aire acondicionado, de expansión directa, por agua helada, monozona, multizona  
2 horas de teoría.

**Tema 2. Psicrometría**

Aire. Aire atmosférico. Temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo, de punto de rocío, de saturación adiabática. Humedad específica. Granos de humedad. Humedad relativa. Carta psicrométrica, variables, construcción. Calor sensible. Calor latente. Enfriamiento o

---

calentamiento sensible, humidificación, deshumidificación, mezcla de dos cantidades de aire. Enfriamiento en serpentín. Secado químico. Factores de calor sensible y latente. 6 horas de teoría y 4 horas de práctica.

### **Tema 3. Condiciones de Diseño**

Confort. Índices de confort. Condiciones interiores de diseño. Temperaturas, humedades. Criterios térmicos y económicos. Condiciones exteriores de diseño, mes y día de diseño. Influencia de las variaciones climáticas, vientos y su origen. Variaciones estacionales y diarias de la temperatura y la humedad. 2 horas de teoría.

### **Tema 4. Carga Térmica.**

Carga de aire acondicionado. Calor sensible. Calor Latente. Índices para el primer estimado de cargas. Cálculo de calores usando Excel. Calor por radiación. Calor por conducción en paredes exteriores. Calor por conducción en vidrio. Calor por conducción en paredes interiores. Calor por aire introducido, infiltración, ventilación. Calor por ocupantes. Calor por iluminación artificial. RSH. RLH. BF. OAH. ERH, EHF. TADP. Calor por equipos. Calor por el equipo de AA. Calor por ductos. Calor por la bomba de agua fría. Factores de seguridad. Factor de simultaneidad. Carga conjunta y particular del diseño. CFM del aparato. CFM de aire exterior. CFM aire de retorno. TM. TSS. GRH. Diagrama psicrométrico de la instalación. Ejemplo de cálculo.

10 horas de teoría y 8 horas de práctica

### **Tema 5. Ductos**

Ductos de suministro y de retorno. Materiales constructivos. Rejillas, difusores y rejillas de retorno. Consideraciones para el trazado de ductos. Requerimientos de una buena distribución de aire. Diseño de ductos de suministro y de retorno por el método de igual fricción usando Excel. Cálculo de la caída de presión en los ductos. Selección de rejillas de suministro y retorno. Selección del ventilador. Ejemplo de cálculo.

5 horas de teoría y 3 horas de práctica

### **Tema 6. Presentación de Proyectos**

Introducción. Normas para presentación de proyectos ante organismos del estado. Normas para el informe, memoria descriptiva, muestra de cálculos, base teórica para los cálculos, tablas resumen de cálculos y parámetros usados, cómputos métricos, presentación de planos, especificaciones generales y de los equipos, conclusiones. Criterios para establecer los honorarios profesionales.

2 horas de teoría.

## **UNIDAD I I. DISEÑO DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO**

### **Tema 7. Aire Acondicionado por Expansión Directa.**

Definición. Esquema básico de componentes. Equipo de AA de ventana. Equipo de AA compacto. Equipo de AA split. Equipo de AA multisplit. Unidad evaporadora. Unidad condensadora. Aplicaciones y procedimiento de selección de equipos.

3 horas de teoría y 2 horas de práctica

### **Tema 8. Proyecto de Sistema de Expansión Directa.**

Cálculo de carga térmica para equipos de expansión directa. Zonificación. Trazado y dimensionamiento de ductos. Selección del equipo, de la unidad evaporadora, de la unidad condensadora de los ventiladores. El estudiante debe realizar todas las actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de aire acondicionado por expansión directa. El informe debe cumplir con las normas de presentación de proyectos ante organismos del estado, realizarse en computadora, entregarse encuadernado, contener planos en Autocad y simplificación de cálculos usando Excel.

2 horas de teoría y 1 horas de práctica

---

**Tema 9. Aire Acondicionado por Agua Helada.**

Definición. Esquema básico de componentes. Características del agua de enfriamiento. Chiller. Fan-coil. Unidad manejadora de aire. Tanque de expansión. Torre de enfriamiento. Sistema de flujo variable. Sistema de flujo constante. Sistema de retorno directo. Sistema de retorno inverso. Diferentes arreglos para compensar las variaciones de carga usando varios evaporadores, varias bombas, derivaciones, arreglos en el condensador. Aplicaciones y procedimiento de selección de equipos.

3 horas de teoría y 2 horas de práctica

**Tema 10. Tuberías**

Diseño de tuberías de agua fría. Materiales y especificaciones. Válvulas y aplicación. Aislamiento, fijación, expansores. Sistemas abiertos y cerrados. Aliviadores y tanques de expansión. Altura de bombeo. Longitudes equivalentes de accesorio. Velocidades y caídas de fricción recomendables. Trazado y dimensionamiento de la tubería. Selección de la bomba. Ejemplo de cálculo.

5 horas de teoría y 3 hora de práctica

**Tema 11. Proyecto de Sistema de Agua Helada.**

Cálculo de carga térmica para equipos de agua helada. Zonificación, Trazado y dimensionamiento de ductos. Selección del Chiller, UMAS, fancoil, torre de enfriamiento. Trazado y dimensionamiento de tuberías. Selección de las bombas, del tanque de expansión. El estudiante debe realizar todas las actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de aire acondicionado por agua helada. El informe debe cumplir con las normas de presentación de proyectos ante organismos del estado, realizarse en computadora, entregarse encuadernado, contener planos en Autocad y simplificación de cálculos usando Excel.

2 horas de teoría y 1 hora de práctica

**UNIDAD I I I. COMPONENTES DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO****Tema 12. Componentes de Equipos de Aire Acondicionado**

Compresor centrífugo, rotativo, alternativo, hermético, abierto, semihermético. Evaporador de aleta y tubo, de carcaza y tubo. Condensador de aleta y tubo, de carcaza y tubo. Tubo capilar, selección. Válvula de expansión termostática, con igualador interno, con igualador externo, con distribuidor, selección.

4 horas de teoría y 2 horas de práctica

**Tema 13. Refrigerantes**

Definición. Nomenclatura. Propiedades termodinámicas y otras propiedades importantes de R12, R134a, R22, R502 y R717. Rango de aplicación. Consideraciones para la selección de un refrigerante. Criterios para determinar la cantidad de refrigerante que debe poseer un equipo, Técnicas para detectar fugas de refrigerantes. Influencia de los refrigerantes sobre la capa de ozono. Comparación entre el R12 y el R134a.

2 horas de teoría y 1 hora de práctica.

**Tema 14. Aislantes y Tubería de Refrigerante.**

Aislantes. Definición. Características de los principales aislantes. Aislantes usados en ductos de aire y tubería de refrigerante. Factores a tomar en cuenta para la selección del aislante. Espesor óptimo de aislante. Espesores comunes. Procedimiento de selección del espesor de aislante. Tubería. Materiales mas usados en tubería de refrigerante. Tuberías de succión, de líquido, Tablas de dimensionamiento. Tabla de longitudes equivalentes. Tablas de corrección por velocidad y capacidad. Procedimiento para dimensionar la tubería.

2 horas de teoría y 1 hora de práctica.

**Tema 15. Ventiladores.**

Centrífugos, axiales de hélice, vena-axiales, vena-axiales con aletas directrices. Curvas de

funcionamiento, presión estática, caudal, RPM, potencia, eficiencia. Tabla de capacidad.  
Selección del ventilador  
2 horas de teoría y 1 hora de práctica.

**Tema 16. Accesorios.**

Presostato de alta. Presostato de baja. Termostato. Trampa de aceite. Visor. Amortiguador.  
Filtro. Filtro secador. Depósito de refrigerante.  
2 horas de teoría y 1 hora de práctica.

**Tema 17. Visitas.**

Visita a una instalación de aire acondicionado por expansión directa y a otra por agua helada.  
6 horas de práctica.

<b>EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS</b>
Clases presenciales con ayuda pizarrón y equipos de proyección. Apoyo de las instalaciones de aire acondicionado de la zona.
<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
Un examen parcial de cálculo de carga ( 20 % ) Un examen parcial de cálculo de ductos ( 15 % ) Un examen parcial de cálculo de tuberías ( 15 % ) Un examen parcial de componentes ( 10 % ) Nota del Proyecto de expansión directa ( 20 % ) Nota del Proyecto de agua helada ( 20 % )
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• ASHRAE – Manuales de la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. <b>Fundamentals</b>. 1997. <b>HVAC Systems and equipment</b>. 1996. <b>Applications</b>. 1995.</li><li>• W. F. Stoecker y J. W. Jones. <b>Refrigeración y Acondicionamiento de Aire</b>. Mc Graw Hill. 2da. Ed. 1986.</li><li>• CARRIER. Air Conditioning Handbook System Design.</li><li>• Rosario L. <b>Aire Avanzado</b>. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.</li><li>• Morillo R.. <b>Tablas para Aire Acondicionado</b>. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.</li></ul>
<b>Fecha de elaboración del programa: 10 de mayo de 2005.</b>
<b>Programa Elaborado por: Prof. Rolando Rodríguez</b>

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>REFRIGERACION</b>			<b>Código:</b>	IMC914
<b>Prelaciones:</b>	TERMODINÁMICA I I			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades Crédito</b>
<b>Horas / semana</b>	3	1	1	5	
<b>Horas / semestre</b>	54	18	18	90	4

**JUSTIFICACIÓN**

Uno de los campos de acción exclusivos del Ingeniero Mecánico es la Refrigeración. La humanidad requiere de la Refrigeración para conservación y preparación de alimentos, industria farmacéutica, licuado de gases, fabricación de hielo, etc.

**REQUERIMIENTOS**

Conocimientos básicos de Termodinámica, Transferencia de Calor y del ciclo estándar de refrigeración por compresión de vapor.

**OBJETIVOS GENERALES**

Conocer aspectos sobre refrigeración y cálculo de instalaciones frigoríficas.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ciclo de refrigeración por compresión de vapor
- Otros ciclos de refrigeración
- Componentes de los equipos de refrigeración
- Cavas de refrigeración

**CONTENIDOS**

**UNIDAD I. CICLOS DE REFRIGERACION**

**Tema 1. Ciclo por Compresión de vapor.**

Ciclo de Carnot. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo estándar. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo Real. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. 6 horas de teoría y 2 horas de práctica.

**Tema 2. Otros Ciclos.**

Ciclo de Absorción. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento Ciclo en Cascada. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento Ciclo de Aire. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento. Ciclo Claude. Procesos,

---

componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento Ciclo Linde. Procesos, componentes, diagramas. Coeficiente de funcionamiento.  
9 horas de teoría y 3 horas de práctica.

## **UNIDAD II. COMPONENTES DEL CICLO DE REFRIGERACION**

### **Tema 3. Compresor.**

Aerodinámicos. Centrifugo. Axial. Desplazamiento positivo. Rotativo de excéntrica. Rotativo de paletas. De tornillo. De engranajes. Alternativos. Hermético. Abierto. Semihermético.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 4. Evaporador.**

Para enfriar líquidos. Para enfriar gases. Para congelar. De aleta y tubo . De placa. De carcaza y tubo. Multitubulares. Descarche por resistencia eléctrica. Descarche por inversión. Selección del evaporador.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 5. Condensador.**

De calor sensible. De calor latente. De aire con convección natural. De aire con convección forzada. De agua con carcaza y tubo. De agua multitubulares. Evaporativos atmosféricos. Evaporativos forzados. Torre de enfriamiento.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 6. Dispositivo de Expansión.**

Tubo capilar. Selección. Válvula de expansión. Termostática. Con igualador interno. Con igualador externo. Con distribuidor. Selección  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 7. Refrigerantes**

Tubo d Definición. Nomenclatura. Propiedades termodinámicas y otras propiedades importantes de R12, R134a, R22, R502 y R717. Rango de aplicación. Consideraciones para la selección de un refrigerante. Criterios para determinar la cantidad de refrigerante que debe poseer un equipo, Técnicas para detectar fugas de refrigerantes. Influencia de los refrigerantes sobre la capa de ozono. Comparación entre el R12 y el R134a.  
e cobre. Tubo de acero.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 8. Aislantes y Tubería.**

Aislantes. Definición. Características de los principales aislantes. Aislantes usados en cavas y tubería de refrigerante. Barrera de vapor. Materiales usados. Factores a tomar en cuenta para la selección del aislante. Espesor óptimo de aislante. Espesores comunes. Procedimiento de selección del espesor de aislante. Tubería. Características de los materiales mas usados en tubería de refrigerante. Tuberías de descarga, de líquido, Tablas de dimensionamiento. Tabla de longitudes equivalentes. Tablas de corrección por velocidad y capacidad. Procedimiento para dimensionar la tubería.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

### **Tema 9. Accesorios.**

Presostato de alta. Presostato de baja. Termostato. Trampa de aceite. Visor. Amortiguador. Filtro. Filtro secador. Depósito de refrigerante.  
3 horas de teoría y 1 hora de práctica

## **UNIDAD III. CUARTOS FRIOS**

### **Tema 10. Cavas.**

Cavas de enfriamiento. Cavas de congelamiento. Cavas fijas. Detalles de paredes, techos y pisos, desagües, instalaciones eléctricas. Cavas prefabricadas.  
6 horas de teoría y 2 horas de práctica

---

---

**Tema 11. Carga Térmica.**

Introducción. Criterios para decidir las dimensiones y el tipo de cava Distribución de la carga. Carga por paredes, por aire exterior, por iluminación, por ocupantes, por productos, equipos, etc. Especificación de los equipos. Uso de hoja de cálculo para la carga térmica.  
6 horas de teoría y 2 horas de práctica

**Tema 12. Proyecto.**

Introducción. Presentación de proyectos ante organismos del estado. Normas para el informe, memoria descriptiva, cómputos métricos, presentación de planos, especificaciones generales y de los equipos. Criterios para establecer los honorarios profesionales. El estudiante debe realizar todas la actividades necesarias para la presentación de un diseño completo de una instalación de cuarto frío de magnitud mediana, utilizando equipos de expansión directa.  
6 horas de teoría y 2 horas de práctica

**UNIDAD IV. LABORATORIO****PRACTICA 1. Ciclo de Refrigeración**

Conocimiento y familiarización con equipo didáctico de refrigeración.  
2 horas de laboratorio.

**PRACTICA 2. Análisis de Fallas. Parte 1.**

Respuesta de tubo capilar a los cambios de carga. Respuesta de válvula de expansión a los cambios de carga. Síntomas por falta de refrigerante. Síntomas por exceso de refrigerante.  
2 horas de laboratorio.

**PRACTICA 3. Análisis de Fallas. Parte 2.**

Simulación de evaporador defectuoso. Simulación de condensador defectuoso. Falla en componentes eléctricos del motor. Proceso de carga y descarga de refrigerante.  
2 horas de laboratorio

**PRACTICA 4. Equipo combinado.**

Estudio de un equipo didáctico combinado de aire acondicionado y calefacción  
2 horas de laboratorio.

**PRACTICA 5. Visita a Instalación**

Visita a una instalación de cavas de refrigeración de tamaño mediano.  
2 horas de laboratorio.

**PRACTICA 6. Visita a Instalación**

Visita a una fabrica de hielo.  
2 horas de laboratorio.

---

**EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

---

Clases presenciales con ayuda pizarrón y equipos de proyección, Apoyo de los equipos del Laboratorio y de las instalaciones frigoríficas de la zona.

---

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

---

Un examen parcial de cada unidad ( 20 % cada uno)  
Nota del Proyecto. ( 20 % )  
Nota del Laboratorio. ( 20 % )

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ASHRAE – Manuales de la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. **Fundamentals**. 1997. HVAC Systems and equipment. 1996. **Applications**. 1995. **Refrigeration**. 1994.
- Roy J. Dossat. **Principios de Refrigeración**. Editorial Continental, S.A. México. 1985.
- W. F. Stoecker y J. W. Jones. **Refrigeración y Acondicionamiento de Aire**. Mc Graw Hill. 2da. Ed. 1986.
- J. Alarcón Creus. **Tratado Práctico de Refrigeración Automática**. Alfaomega Grupo Editor, S.A. 1992.
- Morillo R.. **Tablas para Aire Acondicionado**. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Ramirez Juan A. **Refrigeración**. Ediciones CEAC. 1994

**Fecha de elaboración del programa: 10 de mayo de 2005.**

**Programa Elaborado por: Prof. Rolando Rodríguez**

**Firma y Sello del Departamento**

**Firma y sello de la Escuela.**





<b>Asignatura:</b>	<b>OLEOHIDRAULICA</b>	<b>Código:</b>	IMC915		
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE FLUIDOS I ELEMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRICA	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

La Oleohidráulica es una disciplina muy importante para el Ingeniero Mecánico ya que es una de las formas más comunes para realizar transmisión de potencia, y que forma parte de las actividades principales incluidas dentro del perfil del Ingeniero Mecánico.

### REQUERIMIENTOS

Son necesarios para la correcta comprensión de esta asignatura conocimientos básicos del manejo de fluidos incompresibles así como conocimientos básicos de electricidad.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de esta asignatura es impartir los conocimientos fundamentales para que el Ingeniero Mecánico pueda diseñar y manejar, sistemas de transmisión de potencia de tipo oleohidráulico.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Introducir al estudiante en las técnicas de los sistemas Oleohidráulicos.
- Que el estudiante conozca los fluidos de trabajo utilizados para los sistemas oleohidráulicos y sus propiedades.
- Que el estudiante aprenda las técnicas de generación y acondicionamiento de los fluidos de trabajo, que conozca los equipos necesarios para ello y aprenda a dimensionarlos.
- Que el estudiante aprenda las técnicas para utilizar la potencia que suministra el fluido, que conozca los tipos de actuadores existentes y aprenda a dimensionarlos.
- Que el estudiante conozca los tipos de válvulas y accesorios necesarios en los sistemas oleohidráulicos.
- Que el estudiante aprenda a analizar, mantener y diseñar circuitos de sistemas oleohidráulicos.

### **UNIDAD I. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA OLEOHIDRÁULICA Y LA NEUMÁTICA**

#### **Tema 1. Introducción a la oleohidráulica**

Introducción. Pequeña reseña histórica. Importancia de la Oleohidráulica. Aplicaciones de la Oleohidráulica. Diferencias y similitudes entre los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Ventajas y desventajas de los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Componentes de los sistemas oleohidráulicos. Criterios para la selección del tipo de sistema.

2 horas teóricas.

#### **Tema 2. Principios básicos**

Leyes y principios fundamentales que rigen los sistemas oleohidráulicos. Fluidos de trabajo. Compresibilidad e incompresibilidad. Presión. Principio de Pascal. Flujo de los fluidos. Generación de la fuente de energía.

2 horas teóricas.

### **UNIDAD II. GENERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL FLUIDO DE TRABAJO**

#### **Tema 3. El fluido de trabajo**

Introducción. Características deseables del fluido de trabajo. Propiedades de aceites: Densidad, compresibilidad, peso específico, viscosidad. Formas de generar el fluido de trabajo. Historia. Tipos de fluidos hidráulicos, selección del fluido: según su misión, según sus características y según otras propiedades.

4 horas teóricas.

#### **Tema 4. Bombas**

Generalidades. Bombas de desplazamiento no positivo. Bombas de desplazamiento positivo. Características de las bombas: Caudal, presión, vida útil. Bombas hidrostáticas: oscilantes, rotativas: engranajes externos, lóbulos, husillos, engranajes internos, semiluna, gerotor, paletas, bombas de pistones. Bombas de caudal variable. Cálculo del caudal teórico de las bombas. Criterios para la selección de bombas. Cálculo de bombas de engranaje. La selección del perfil de diente y el diseño de las bombas de engranaje.

6 horas teóricas.

#### **Tema 5. Acondicionamiento del fluido hidráulico**

Elementos de regulación: válvulas de relajación de presión, válvulas de reducción de presión, válvulas de secuencia, válvulas de contrapresión y válvulas de descarga. Acumuladores, depósitos. Sistemas de filtrado: filtro de aspiración, filtro de precarga, filtro de presión, filtro de derivación, filtro de aire, filtro de retorno, filtro de llenado. Reciclado. Vida útil del fluido.

4 horas teóricas.

### **UNIDAD III. ACTUADORES**

#### **Tema 6. Generalidades sobre actuadores**

Función del actuador. Tipos de actuadores: Motores y cilindros. Diferencias y semejanzas entre motores y los cilindros.

2 horas teóricas.

#### **Tema 7. Cilindros**

Cilindros hidráulicos: simple efecto, doble efecto, doble vástago, cilindro ciego, cilindros telescópicos, cilindros de cable, cilindros multiplicadores de presión, cilindros rotativos. El conjunto amortiguador. Tipos de montaje. Materiales utilizados para la construcción de cilindros. Velocidad del pistón. Fuerza del pistón. Consumo de aceite. Cálculo de capacidad, presiones, velocidad, potencia y eficiencia para un cilindro con pistón o émbolo. Diseño de pistones y émbolos. Dimensionamiento del cilindro. Instalación y mantenimiento.

8 horas teóricas.

---

## **Tema 8. Motores.**

Tipos de motores, diferencia y similitud entre motores hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Motores hidráulicos: Motor deslizante, motor de engranajes, motor de paletas, motor de pistones axiales, motor de pistones radiales. Accionadores rotativos, pinzas hidráulicas. Diseño y cálculo de motores rotativos. Cinemática de los conductores hidráulicos tipo vano y tipo pistón. El caudal en máquinas tipo vano y pistón y la uniformidad de su descarga. Cálculo de fuerza y potencia. La eliminación de compresión y el balanceo de presiones en bombas y motores tipo vano y tipo pistón. Regulación automática de bombas y motores hidráulicos. Unidades bomba motor. Eficiencia de bombas y motores.  
8 horas teóricas.

## **UNIDAD IV. VALVULAS Y ACCESORIOS**

### **Tema 9. Válvulas**

Funciones de las válvulas. Clasificación general de las válvulas. Válvulas de control de presión y alivio. Válvulas controladas y de retención. Válvulas diferenciales. Válvulas secuenciales. Válvulas de descarga. Válvulas de control para bombas de 2 etapas. Obtención del movimiento requerido con el control automático de la relación de presiones y contra presión. Intensificadores. Válvulas reductoras de presión. Válvulas para aceleración y desaceleración de movimientos. Mecanismos para el control direccional de movimiento. Control de velocidad. Obtención de velocidades uniformes y control programado de movimiento, mediante bombas de caudal variable. Mecanismos para el control remoto. Elementos temporizadores. Sistemas de montaje de válvulas.  
4 horas teóricas.

### **Tema 10. Accesorios**

Acumuladores y tanques de almacenamiento. Aplicaciones de los acumuladores. Tipos de acumuladores y criterios de selección. Refrigeradores o intercambiadores de calor. Tipos de refrigeradores y selección. Amortiguadores de impactos. Detectores de señal. Microrruptores eléctricos. Detectores de proximidad. Células fotoeléctricas. Presostatos y termostatos. Sellos hidráulicos. Componentes hidromecánicos. Componentes neumático-hidromecánicos y electro-hidromecánicos. Paneles de Control.  
4 horas teóricas.

### **Tema 11. Tubos y racores**

Introducción. Clases de tubos según su función. Cálculo de tuberías hidráulicas. Tuberías rígidas. Racores para tuberías rígidas. Tubería flexible. Racores para tuberías flexibles. Componentes auxiliares diversos.  
2 horas teóricas.

## **UNIDAD V. CIRCUITOS HIDRÁULICOS**

### **Tema 12. Simbología, diagramas y esquemas**

Introducción. Simbología de los sistemas hidráulicos. Representación esquemática de los elementos. Diagramas de movimientos. El circuito hidráulico. Tipos de circuitos hidráulicos.  
4 horas teóricas.

### **Tema 13. Circuitos básicos**

Introducción. Circuitos oleohidráulicos elementales. Circuitos con una bomba y un motor. Circuitos con varias bombas y un motor, o con una bomba y varios motores. Circuitos con varios motores para la operación en serie o paralelo de varios mecanismos. Circuitos con cilindros y pistón vertical. Descarga de la bomba al depósito. Regulación de velocidad. Control de presión. Circuitos con válvulas antiretorno. Circuito diferencial. Accionamiento de motores hidráulicos. Sincronización de movimientos. Circuitos con acumuladores. Circuitos con enfriadores. Ejemplos de circuitos oleohidráulicos de algunas máquinas.  
8 horas teóricas.

### **Tema 14. Cálculo de circuitos hidráulicos**

Pérdidas hidráulicas. Fugacidad. Analogía entre cálculos hidráulicos y eléctricos. Cartas para el

---

cálculo de pérdidas de presión y condiciones de operación de sistemas hidráulicos. Cálculo de la presión ejercida por el flujo. Cambios en el volumen de sistemas hidráulicos, martillo hidráulico (golpe de ariete). Velocidad de acción y cilindrada de mecanismos hidráulicos. Cálculos analíticos y gráficos de aceleraciones velocidades, desplazamientos y tiempos acción de componentes hidráulicos. Cálculo de los transistores hidráulicos para movimientos rectilíneos y rotatorios. Amortiguadores y rompedores de velocidad. Cálculo termodinámico de sistemas hidráulicos. 8 horas teóricas.

+6 horas para evaluaciones

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La enseñanza de la asignatura se realizará mediante clases teóricas ilustradas con esquemas, figuras y simulaciones mediante medios informáticos.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será mediante evaluaciones parciales y la presentación de un proyecto final consistente en el diseño de un circuito completo para un sistema hidráulico.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Antonio Serrano N. *Oleohidráulica*. McGraw Hill / Interamericana de España. 2002.
- Felip Roca Ravell. *Oleohidráulica Básica*. Alfaomega Grupo Editor. 1999.
- Luis M. Jiménez C. *Manual de Oleohidráulica*. Editorial Blume. 1975.

**Fecha de elaboración del programa: 26 de marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Jean-François DULHOSTE, Roy DYER**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>NEUMÁTICA</b>			<b>Código:</b>	IMC916
<b>Prelaciones:</b>	MECANICA DE FLUIDOS I, TEORÍA DE CONTROL			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	0	0	3	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	0	0	54	<b>3</b>

**JUSTIFICACIÓN**

La Neumática es una disciplina muy importante para el Ingeniero Mecánico ya que es una de las formas más comunes para realizar transmisión de potencia y automatización de procesos, y forma parte de las actividades principales incluidas dentro del perfil del Ingeniero Mecánico.

**REQUERIMIENTOS**

Son necesarios para la correcta comprensión de esta asignatura conocimientos básicos del manejo de fluidos compresibles e incompresibles así como conocimientos básicos de automatización de procesos.

**OBJETIVOS GENERALES**

El objetivo general de esta asignatura es el impartir los conocimientos fundamentales para que el Ingeniero Mecánico pueda diseñar y manejar, sistemas de transmisión de potencia y de control de tipo neumático.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Introducir al estudiante en las técnicas de los sistemas Neumáticos.
- Que el estudiante conozca las propiedades que requiere el aire que se utiliza en los sistemas neumáticos.
- Que el estudiante aprenda las técnicas de generación y acondicionamiento del aire comprimido, que conozca los equipos necesarios para ello y aprenda a dimensionarlos.
- Que el estudiante aprenda las técnicas para utilizar la potencia que suministra el aire, que conozca los tipos de actuadores existentes y aprenda a dimensionarlos.
- Que el estudiante conozca los tipos de válvulas y accesorios necesarios en los sistemas neumáticos.
- Que el estudiante aprenda a analizar, mantener y diseñar circuitos de sistemas neumáticos.

### UNIDAD I. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA NEUMÁTICA

#### Tema 1. Introducción a la neumática

Introducción. Pequeña reseña histórica. Importancia de la neumática. Aplicaciones de la neumática. Diferencias y similitudes entre los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Ventajas y desventajas de los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Componentes de los sistemas neumáticos. Criterios para la selección del tipo de sistema.

1.5 horas teóricas.

#### Tema 2. Principios básicos

Leyes y principios fundamentales que rigen los sistemas neumáticos. Compresibilidad. Presión. Principio de Pascal. Leyes de los gases: Ley de Boyle, Ley de Charles, Leyes combinadas de los gases. Flujo de los fluidos. Y generación de la fuente de energía.

1.5 horas teóricas.

### UNIDAD II. GENERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

#### Tema 3. Introducción

Introducción. Características deseables del aire comprimido. Compresores. El aire como fluido de trabajo en los sistemas neumáticos. Características del aire como fluido de trabajo. Condiciones de trabajo necesarias para el aire. Humedad del aire.

3 horas teóricas.

#### Tema 4. Compresores

Generalidades. Tipos de compresores: dinámicos y de desplazamiento positivo. Clasificación: simple acción y doble acción. Compresores de desplazamiento positivo: reciprocante de pistón, diafragma, paletas rotatorias, de anillo de líquido, lóbulos gemelos, de espirales. Compresores centrífugos. Criterios para la selección de compresores. Accesorios de los compresores: válvulas, tanques de almacenamiento.

3 horas teóricas.

#### Tema 5. Acondicionamiento del aire comprimido

Unidad FRL (filtro, regulación y lubricación). Filtro de aire, regulación de presión, lubricación. Humedad. Secado del aire comprimido. Secadores refrigerados. Secadores químicos. Supresión del punto de rocío. Secadores de absorción. Métodos de regeneración. Regeneración sin calor. Selección de secadores. Enfriamiento debido a la expansión del aire.

3 horas teóricas.

### UNIDAD III. ACTUADORES

#### Tema 6. Generalidades sobre actuadores

Función del actuador. Tipos de actuadores: motores y cilindros. Diferencias y semejanzas entre motores y los cilindros.

1.5 horas teóricas.

#### Tema 7. Cilindros

Cilindros neumáticos: Simple acción, doble acción. Otros tipos varios. Clasificación según la construcción. El conjunto amortiguador. Tipos de montaje. Materiales utilizados para la construcción de cilindros. Velocidad del pistón. Fuerza del pistón. Consumo de aire y aceite. Dimensionamiento del cilindro. Instalación, mantenimiento y lubricación.

4.5 horas teóricas.

#### Tema 8. Motores.

Tipos de motores, diferencia y similitud entre motores hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Tipos de motores neumáticos. Par y potencia de un motor neumático. Aplicación de la neumática a herramientas manuales.

---

4.5 horas teóricas.

## **UNIDAD IV. VALVULAS Y ACCESORIOS**

### **Tema 9. Válvulas**

Funciones de las válvulas. Clasificación general de las válvulas: válvulas de regulación, válvulas de control, válvulas direccionales, servo válvulas, válvulas proporcionales, válvulas de cartucho, válvulas de purga, válvulas de aislamiento de instrumentos, válvulas de selección y pilotaje, válvulas reguladoras de velocidad, válvulas de escape rápido, válvulas de retraso de tiempo.

3 horas teóricas.

### **Tema 10. Accesorios**

Acumuladores y tanques de almacenamiento. Aplicaciones de los acumuladores. Tipos de acumuladores y criterios de selección. Refrigeradores o intercambiadores de calor. Tipos de refrigeradores y selección. Amortiguadores de impactos. Detectores de señal. Microrruptores eléctricos. Detectores de proximidad. Células fotoeléctricas. Presostatos y termostatos.

1.5 horas teóricas.

### **Tema 11. Tubos y racores**

Introducción. Clases de tubos según su función. Cálculo de tuberías hidráulicas y neumáticas. Tuberías rígidas. Racores para tuberías rígidas. Tubería flexible. Racores para tuberías flexibles. Componentes auxiliares diversos.

1.5 horas teóricas.

## **UNIDAD V. CIRCUITOS NEUMÁTICOS**

### **Tema 12. Simbología, diagramas y esquemas**

Introducción. Simbología de los sistemas neumáticos. Representación esquemática de los elementos. Diagramas de movimientos. Tipos de circuitos neumáticos.

4.5 horas teóricas.

### **Tema 13. Circuitos básicos**

Introducción. Circuitos neumáticos básicos. Operación por impulsos. Control de velocidad. Escalonamiento del movimiento. Manejo por vacío. Ejemplos de circuitos neumáticos de máquinas comunes.

7.5 horas teóricas.

### **Tema 14. Circuitos de automatización y control**

Circuitos neumáticos de control. Controles neumáticos. Diagrama funcional en el circuito de control neumático. Sistema en cascada del diseño de un circuito neumático. Lógica del diseño de un circuito de control neumático. Ejemplos de sistemas de control neumáticos.

7.5 horas teóricas.

6 horas para evaluaciones

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La enseñanza de la asignatura se realizará mediante clases teóricas ilustradas con esquemas, figuras y simulaciones mediante medios informáticos.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será mediante evaluaciones parciales y la presentación de un proyecto final consistente en el diseño de un circuito completo para un sistema neumático.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- S.R. Mandujar. *Sistemas Neumáticos, Principios y Mantenimiento*. McGraw Hill Interamericana Editores. 1998.
- Salvador Millan. *Automatización Neumática y electrónica*. Alfaomega Grupo Editor. 1996.
- Luis M. Jiménez C. *Manual de Neumática*. Editorial Blume. 1979.

**Fecha de elaboración del programa: 26 de marzo de 2004.**

**Programa Elaborado por: Jean-François DULHOSTE**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN AVANZADA</b>			<b>Código:</b>	IMC918
<b>Prelaciones:</b>	INSTRUMENTACIÓN			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TÉRMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	4	0	0	4	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	72	0	0	72	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

En la práctica de la Ingeniería Mecánica se requiere de la utilización de un gran número de instrumentos de medición y control, para ayudar a realizar tareas de supervisión, manejo, control y mantenimiento de procesos y equipos. De igual manera es importante que el ingeniero mecánico esté en la posibilidad de entender y elaborar proyectos de instrumentación, lo cual beneficia su competitividad en el mercado laboral venezolana.

### REQUERIMIENTOS

Se requiere para la correcta comprensión de esta asignatura conocimientos de los fundamentos de mecánica de fluidos, electricidad e instrumentación básica.

### OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de esta asignatura es la enseñanza de las actividades básicas para la elaboración de un proyecto en instrumentación, así como los métodos e instrumentos tales como válvulas, controladores, transmisores y analizadores que no son estudiados en la asignatura obligatoria Instrumentación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el curso el estudiante deberá:

- Saber realizar un proyecto de ingeniería básica y en detalle.
- Conocer el funcionamiento de los instrumentos de control: válvulas de control, transmisores y controladores.
- Conocer el funcionamiento de un analizador, y saber medir las diversas variables para los que se usan.
- Conocer los instrumentos de medición de algunas variables físicas no estudiadas en la asignatura instrumentación tales como: tiempo, velocidad y vibración.

## **UNIDAD 1. ACTIVIDADES DE INGENIERÍA BÁSICA Y EN DETALLE**

### **Tema 1. Simbología e Identificación de Instrumentos.**

Generalidades Símbolos e identificación de de instrumentos. Norma ISA S5.1. Símbolos e identificación de instrumentos para sistemas de control distribuido, lógicos y computarizados. Norma ISA S5.3.  
(4 horas teóricas).

### **Tema 2. Actividades de Ingeniería Básica**

Introducción. Actividades de Ingeniería Básica. Especificaciones generales de Instrumentación. Diagramas de tuberías e instrumentos. Especificaciones de la sala de control. Hojas de especificaciones de instrumentos  
(4 horas teóricas).

### **Tema 3. Actividades de Ingeniería en Detalle.**

Introducción. Actualización de los diagramas de tuberías e Instrumentos. Actualización del listado de Instrumentos. Diagramas de Lazo. Esquemáticos de Control. Planos de Ubicación de los Instrumentos. Planos de Ruta de Señales de Instrumentación. Detalles en Instalación de Instrumentos. Planos de Ruta de Señales de Instrumentación. Lista de cables y conductos de instrumentación. Planos de Alimentación de Aire a Instrumentos. Plano de arreglo de equipos en la Sala de Control. Lista de Materiales para Instalación de Instrumento. Especificaciones de Construcción y Descripción de Partidas  
(4 horas teóricas).

### **Tema 4. Seguridad en Instrumentación y Sistemas de Control.**

Clasificación de Área y Material Técnicas usadas para reducir peligros de explosión. Técnicas básicas de protección utilizadas por fabricantes Certificación de un aparato con seguridad intrínseca. Diseño de sistemas que utilizan aparatos disponibles de seguridad intrínseca. Instalación de sistemas de seguridad intrínseca. Ignición por fuentes ópticas.  
(4 horas teóricas)

## **UNIDAD 2. LA VÁLVULA DE CONTROL**

### **Tema 5. El cuerpo de la Válvula.**

Tipos de válvulas de control: vástago deslizante, bola, conexión excéntrica. Mariposa. Características de funcionamiento de la válvula: tiempo muerto, tiempo de respuesta, tipo de válvula y característica de instalación. Selección de la válvula: criterios generales, rangos de presión, temperatura de operación. Selección del material de construcción.  
(2 horas teóricas).

### **Tema 6. El Actuador de la Válvula.**

Tipos de Actuadores: Diafragma neumático, pistón, actuador electrohidráulico y electromecánico. Fuente de poder. Modo de falla. Capacidad del actuador.  
(2 horas teóricas).

### **Tema 7. Accesorios de la Válvula de Control.**

Posicionadores y Controladores. Posicionadores Digitales. Transductores electroneumáticos.  
(2 horas teóricas).

### **Tema 8. Consideraciones Adicionales.**

Correcciones por viscosidad. Evaporación, cavitación, y ruido en la válvula de control.  
(2 horas teóricas).

---

**Tema 9. Dimensionamiento de la Válvula de Control y del Actuador.**

Procedimientos básicos de dimensionamiento. Consideraciones de la tubería. Dimensionamiento para servicios de gas y vapor. Dimensionamiento del actuador.  
(4 horas teóricas).

**UNIDAD 3. TRANSMISORES****Tema 10. Principios Básicos de Transmisión de Datos.**

Introducción. Sistemas de transmisión de datos. Tipos de señales.  
(2 horas teóricas)

**Tema 11. Transmisores Neumáticos.**

Introducción. Principios sobre instrumentación neumática. Elementos neumáticos. El sistema tobera obturador. El amplificador neumático. Relevador neumático. Transmisor de equilibrio de momentos. Transmisor de equilibrio de fuerzas. Transmisor de equilibrio de movimientos.  
(2 horas teóricas)

**Tema 12. Transmisores Electrónicos.**

Introducción. Principios sobre instrumentación electrónica. Transmisores de equilibrio de fuerzas. Transmisores de puente de Wheatstone.  
(2 horas teóricas)

**Tema 13. Transmisores Digitales.**

Introducción. Principios sobre instrumentación digital. Métodos de transmisión digital. Equipamiento requerido para la transmisión digital de datos.  
(2 horas teóricas)

**UNIDAD 4. CONTROLADORES****Tema 14. Controladores Neumáticos.**

Introducción. Controlador proporcional. Controlador proporcional más integral. Controlador proporcional más derivativo. Controlador proporcional más integral más derivativo.  
(2 horas teóricas)

**Tema 15. Controladores Electrónicos.**

Introducción. Elementos básicos del control electrónico. Controlador ON-OFF. El controlador proporcional. Control proporcional más integral. Controlador PID.  
(2 horas teóricas)

**Tema 16. Controladores Digitales.**

Introducción. Principios básicos del control digital. Elementos básicos del control digital. Implementación de un sistema de control digital con PC.  
(6 horas teóricas)

**UNIDAD 5. ANALIZADORES****Tema 17. Analizadores de Composición.**

Introducción. Especificaciones. Características de funcionamiento. Tipos de analizadores. Analizadores electroquímicos. Cromatógrafos. Espectrómetros. Analizadores de conductividad. Analizadores de presión de vapor. Analizadores de destilación y punto de ebullición. Analizadores de combustión. Analizadores ópticos y sónicos.  
(4 horas teóricas)

**Tema 18. Medidas de Concentración.**

Transductores mecánicos. Transductores de concentración térmica. Conductividad eléctrica.

---

---

Resistencia Eléctrica.  
(2 horas teóricas)

**Tema 19. Medidas de pH.**

Introducción. Electrodo de Referencia. Métodos de Limpieza. Errores en la medición de pH. Selección, instalación y mantenimiento.  
(2 horas teóricas)

**Tema 20. Medidas de Turbidez.**

Dispersión de luz. Métodos de Medida. Unidades de Medida. Aplicaciones. Especificaciones. Calibración y mantenimiento.  
(2 horas teóricas)

**Tema 21. Humedad.**

Introducción. Fundamentos de humedad. Parámetros comunes de humedad. Cartas psicrométricas. Humedad relativa. Punto de rocío. Medidas directas contra sistemas de muestreo: líquidos, gases y sólidos Métodos de medida en gases: eléctricos, mecánicos, químicos, ópticos, temperatura. Métodos de medición en líquidos  
(2 horas teóricas)

**Tema 22. Extracción de la Muestra, Acondicionamiento y Preparación para un Análisis en Tiempo Real.**

Muestreo continuo. Muestreo discreto  
(2 horas teóricas)

**UNIDAD 6. MEDICIONES VARIAS**

**TEMA 23. Medición de Tiempo.**

Medición de Tiempo, frecuencia y ángulo de fase.  
(2 horas teóricas)

**TEMA 24. Medición De Velocidad.**

Tacómetros AC y DC. Sensores magnéticos. Tacómetros de impulso, tacómetros estroboscópicos, fotoeléctricos Ópticos. Reluctancias variables Anemómetros.  
(2 horas teóricas)

**TEMA 25. Medición De Vibración.**

Medidas de vibración. Medidas de movimiento inercial Acelerómetros piezoeléctricos, piezoresistivos. capacitancia variable servo-acelerómetros. Acondicionamiento de señales. Transductores de velocidad. Sensores de no contacto.  
(2 horas teóricas)

+6 horas evaluaciones

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La enseñanza de la asignatura se llevará a cabo mediante el dictado de clases teóricas, la elaboración de trabajos de investigación y la realización de un proyecto final de instrumentación, basado en la práctica de las actividades de ingeniería básica y en detalle para la instrumentación de un proceso automatizado.

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

---

La evaluación de la asignatura constará de 2 evaluaciones teóricas o parciales, un trabajo de

---

investigación con exposición y la presentación de un proyecto final de ingeniería de detalle.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Amaya, E., Goitia A. *Instrumentación Industrial*. PCI Entrenamiento. Maracaibo. 1997
- Considine, D. *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*, 5ta edición, McGraw-Hill, 1999.
- Considine, D. *Manual de instrumentación aplicada*. México. Continental. 1972
- Cooper, W. *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición*. México. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1991.
- Creus, A. *Instrumentación Industrial*. 4ta edición, Marcombo, España, 1992.
- Creus, A. *Instrumentos industriales*. México. Alfaomega. 1995
- Creus, A. *Fiabilidad y seguridad de procesos industriales*. Barcelona, España. Marcombo. 1991.
- Doebelin, E. *Diseño y aplicación de sistemas de medición*. Diana, México, 1980.
- Soisson, H. *Instrumentación industrial*. México. Limusa. 1980

**Fecha de elaboración del programa: 17 de Junio de 2004.**

**Programa Elaborado por: C. Jerez y J-F. Dulhoste**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>CONTROL AVANZADO</b>			<b>Código:</b>	IMC919
<b>Prelaciones:</b>	TEORÍA DE CONTROL			<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TÉRMICAS				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	3	2	0	5	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	54	36	0	90	<b>4</b>

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la mayoría de los procesos industriales funcionan con la asistencia de controles automáticos de diversos tipos, esto hace que el Ingeniero Mecánico requiera de conocimientos básicos para la correcta comprensión del funcionamiento de estos sistemas. Esta asignatura es un complemento de la asignatura Teoría de Control, en la cual se enseñan técnicas avanzadas de control, que pueden ser útiles para el ejercicio de la Ingeniería Mecánica.

### REQUERIMIENTOS

Se deben tener conocimientos de:

- Teoría de control clásica.
- Sistemas de ecuaciones lineales.
- Ecuaciones diferenciales.

### OBJETIVOS GENERALES

Este curso provee al estudiante las bases necesarias que le permiten comprender el diseño y funcionamiento de las técnicas avanzadas de control. El estudiante al final del curso deberá tener las nociones fundamentales sobre las principales técnicas de control avanzado y saber aplicar a sistemas simples las técnicas más importantes.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar este curso el estudiante deberá:

- Conocer y estar en la capacidad de aplicar a sistemas simples las técnicas siguientes:
  - Análisis temporal y frecuencial clásico.
  - Técnicas de compensación convencionales.
  - Análisis y diseño de sistemas de control en el espacio de estado.
  - Técnicas de diseño y compensación en espacio de estado.
- Tener las siguientes nociones fundamentales en referencia a la utilización de las técnicas de control avanzado:
  - Control en cascada.
  - Control override y selectivo.

- 
- Control de rango partido y preadelanto.
  - Control multivariable lineal.
  - Control robusto y adaptativo.

## CONTENIDOS

### CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO

#### UNIDAD I. DISEÑO DE CONTROLADORES CONVENCIONALES

##### TEMA 1. ANÁLISIS DE LA RESPUESTA TEMPORAL Y FRECUENCIAL

Introducción. Análisis del lugar de las raíces. Análisis del diagrama de bode. Análisis de estabilidad. Ejemplos  
(6 horas teóricas, 4 prácticas).

##### TEMA 2. TÉCNICAS DE DISEÑO Y COMPENSACIÓN CONVENCIONALES.

Introducción. Técnicas de diseño y compensación por adelanto, atraso y adelanto- atraso. Ejemplos.  
(6 horas teóricas, 4 prácticas).

##### TEMA 3. ANÁLISIS DE DISEÑO EN EL ESPACIO DE ESTADO.

Introducción. Tópicos básicos del análisis en el espacio de estado. Matriz de transferencia. Controlabilidad. Observabilidad. Análisis de estabilidad de Lyapunov. Ejemplos  
(8 horas teóricas, 6 prácticas).

##### TEMA 4 TÉCNICAS DE DISEÑO Y COMPENSACIÓN EN EL ESPACIO DE ESTADO.

Introducción. Diseño a través de la ubicación del polo. Diseño de observadores. Sistemas de control adaptativos. Ejemplos.  
(6 horas teóricas, 4 prácticas).

#### UNIDAD 2: TÉCNICAS AVANZADAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL

##### TEMA 5. CONTROL EN CASCADA.

Introducción. Implementación y sintonización: Sistemas de control de 2 y 3 niveles. Ejemplos.  
(4 horas teóricas, 2 prácticas).

##### TEMA 6. CONTROL OVERRIDE Y SELECTIVO.

Introducción. Algoritmos de cálculo. Control Override. Control Selectivo. Ejemplos.  
(4 horas teóricas, 2 prácticas).

##### TEMA 7. CONTROL DE RANGO PARTIDO Y EN PRADELANTO.

Introducción. Control de rango partido. Control en preadelanto. Diseño de controladores lineales en preadelanto. Términos de adelanto/atraso. Diseño de controladores en preadelanto no lineales. Ejemplos.  
(4 horas teóricas, 2 prácticas).

##### TEMA 8. CONTROL MULTIVARIABLE LINEAL.

Introducción. Interacciones en el lazo de control. Soluciones a los problemas de la interacción del lazo. Análisis dinámico de sistemas multivariables. Ejemplo.  
(4 horas teóricas, 2 prácticas).

##### TEMA 9. CONTROL ROBUSTO Y ADAPTATIVO.

Introducción. Nociones de control robusto. Aplicaciones y usos del control robusto. Nociones de control adaptativo. Aplicaciones del control adaptativo. Ejemplos.

---

---

(4 horas teóricas, 2 prácticas).

**TEMA 10. NUEVAS TÉCNICAS DE CONTROL.**

Introducción. Ilustración sobre técnicas de control novedosas. Ejemplos.  
(6 horas teóricas).

+ 10 horas de evaluaciones

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La asignatura se impartirá mediante clases teóricas para la enseñanza de los conceptos básicos y se realizarán ejercicios prácticos tanto en forma manual como con la ayuda de un computador para ayudar a la comprensión aplicada de las técnicas de control.

Para el último tema en referencia a técnicas novedosas de control, se podrán realizar seminarios invitando a personalidades conocedoras del tema y exposiciones de trabajos realizados por los estudiantes.

**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación de la asignatura se realizarán dos exámenes de tipo práctico con la resolución de un problema de control en el computador en la primera unidad. Se aconseja una evaluación teórica y un trabajo con exposición final para la segunda unidad.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Dorf, Richard C. *Sistemas automáticos de control*. Bogotá. Fondo Educativo Interamericano. 1978
- Harrison, H. y Bollinger J. *Controles automáticos*. México. Trillas. 1974.
- Kuo, B. *Control automático*. 7ma Edición, John Willey and Sons, 1995.
- Ogata, K. *Ingeniería de control moderna*. 2da Edición, Prentice Hall, 1994.
- Ogata, K. *State space analysis of control systems*. Englewood Prentice-Hall
- Ogata, K. *Dinámica de sistemas*. México. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1987 .
- Ogata, K. *Problemas de ingeniería de control utilizando Matlab*. Madrid. Prentice Hall. 1999
- Smiths, C. *Principles and practice of automatic process control*. New York. John Wiley & sons. 1985.
- Smith y Corripio. *Control Automático de Procesos*. Limusa, México, 1994.

**Fecha de elaboración del programa: 17 de JUNIO de 2004.**

**Programa Elaborado por: Carlos Jerez y J-F. Dulhoste**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**



<b>Asignatura:</b>	<b>TOPICOS ESPECIALES</b>				<b>Código:</b>	IMM901
<b>Prelaciones:</b>	VARIABLE				<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA					
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE		3 ó 4

### JUSTIFICACIÓN

La Ingeniería Mecánica es una disciplina que esta en continuo cambio y progreso, generándose muchos nuevas técnicas y conocimientos que son difíciles de incorporar en asignaturas convencionales ya sean obligatorias o electivas. Adicionalmente en muchas ocasiones estas nuevas técnicas y conocimientos son dominados por pocas personas, por lo cual deja pocas posibilidades a los estudiantes a tener acceso a estos.

Es por ello que se incluye la asignatura Tópicos Especiales, dentro del plan de estudios, con la cual se crea una estructura flexible que permite dar a conocer técnicas y conocimientos de punta en múltiples áreas afines a la carrera de Ingeniería Mecánica, en momentos específicos y a través de especialistas del área de la propuesta específica que se haga en cada caso.

### REQUERIMIENTOS

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

### OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son crear una estructura flexible que permita dar a conocer técnicas y conocimientos de punta en múltiples áreas afines a la carrera de Ingeniería Mecánica, en momentos específicos y a través de especialistas del área de la propuesta específica que se haga en cada caso.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

### CONTENIDOS

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

Estos deberán estar estructurados en temas y los tópicos a incluir en cada tema, junto a las horas de dedicación teórica, práctica y de laboratorio que estos requieran para su correcta comprensión.

## **EXTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

## **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Serán definidos por el profesor que realice la propuesta específica.

## **NORMAS BÁSICAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA**

El profesor que desee dictar la asignatura u organizar su dictado a través de un profesor invitado, deberá preparar el programa a ser dictado siguiendo este formato. Es este deberá definir: el título, los objetivos específicos del curso, el temario detallado, el número y tipo de horas de permanencia requeridas, las unidades crédito, las prelacións, las estrategias metodológicas y de evaluación, y la bibliografía del tema.

La propuesta deberá ser presentada ante el departamento de adscripción del profesor que realice la propuesta. El departamento decidirá si le otorga o no el aval al profesor para la propuesta presentada. En el caso que la decisión del Departamento sea favorable a otorgar el aval, éste tramitará la solicitud ante el Consejo de Escuela, quien tomará la decisión de autorizar o no el dictado del curso para un solo período académico.

El Director de la Escuela será el encargado de gestionar la apertura de la asignatura a través del Coordinador de Inscripciones de la Escuela. La asignatura será abierta para inscripciones con la denominación Tópicos Especiales y un subtítulo adicional que ilustre el curso específico.

En el caso de que el curso sea dictado por un profesor invitado, deberá existir un profesor de la escuela que se haga responsable de la asignatura y de las tareas administrativas que esta genere, entre las que se tienen, asentar las calificaciones obtenidas.

**Fecha de elaboración del programa: 10 de Mayo de 2005.**

**Programa Elaborado por: Prof. Rolando Rodríguez. y Jean F. Dulhoste.**

**Firma y Sello del Departamento.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PASANTIA INDUSTRIAL</b>	<b>Código:</b>	IMM902		
<b>Prelaciones:</b>	PROCESOS DE MANUFACTURA I, INSTRUMENTACIÓN	<b>Período:</b>	NOVENO		
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA				
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA				
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.				
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Horas / semana</b>	--	--	--	--	<b>Crédito</b>
<b>Horas / semestre</b>	--	--	--	--	4

### JUSTIFICACIÓN

La Escuela de Ingeniería Mecánica, consciente de su papel en la formación de ingenieros, ha creído conveniente integrar armoniosamente la enseñanza impartida en las aulas con la realidad del país.

A tal efecto, la Escuela de Ingeniería Mecánica ha programado períodos de por lo menos siete (7) semanas de duración, durante los cuales, un estudiante de la Escuela, realiza una visita o práctica en una Empresa, con la finalidad de conocer su operación y/o colaborar en la realización de algún proyecto o actividad tendiente a completar su formación profesional.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe haber asimilado la mayor parte de los conocimientos de los dos primeros semestres del ciclo profesional.  
 Adicionalmente deberá cumplir con los requisitos adicionales exigidos por la empresa.

### OBJETIVOS GENERALES

Mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica mediante una estadía temporal en algún ambiente profesional.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Referentes a la Escuela:

- a) Proyectar la Escuela de Ingeniería Mecánica.
- b) Mantener información actualizada, a través de los informes de pasantías, sobre los procesos y productos empleados o desarrollados por la Industria Nacional.
- c) Favorecer la enseñanza mediante la incorporación temporal del estudiante a la vida profesional.

Referente al Pasante:

- a) Completar el aprendizaje recibido en la Escuela, con el trabajo directo en una empresa o institución.
- b) Familiarizarlo con el ambiente de trabajo.
- c) Proporcionar experiencia de trabajo.
- d) Contribuir a que el estudiante adquiera la disciplina y responsabilidad necesaria que exige el desempeño del trabajo.
- e) Actualizar la formación profesional de los estudiantes y facilitar su ingreso al mercado de trabajo.

Referente a la Empresa:

- a) Reconocer la conveniencia de emplear ingenieros mecánicos.
- b) Permitir la formación previa de sus futuros profesionales.
- c) Darse a conocer a los profesionales en formación.
- d) Desarrollar proyectos de su interés.

## CONTENIDOS

### FASE I: PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO

#### Etapa 1. Elaboración del Plan de Trabajo

El plan de trabajo consiste en la definición de las actividades a desarrollar durante la pasantía, estableciendo el planteamiento propuesto por la empresa o institución, los objetivos generales y específicos de la pasantía. En éste se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar.

#### Etapa 2. Presentación del Plan de Trabajo

El plan de trabajo debe ser presentado de forma escrita ante un jurado calificador, con el fin de evaluar la propuesta presentada. Ésta será aceptada en su estado original, modificada o rechazada por el jurado calificador.

### FASE II: PASANTIA

#### Etapa 1. Inducción en la Empresa

En esta etapa el estudiante conoce la estructura organizativa, los procesos, los procedimientos, los productos generados, los servicios que presta, las normas que rigen y las áreas de competencia de la empresa o institución.

#### Etapa 2. Desarrollo de la Pasantía

En esta etapa se desarrollan las actividades propuestas en el plan de trabajo. De igual manera se deben asimilar los procedimientos, normas y técnicas a utilizar en su desarrollo, en un todo de acuerdo con los utilizados en la empresa o institución.

#### Etapa 3. Informe Escrito

Una vez finalizada la etapa de desarrollo de la pasantía, debe elaborarse un informe escrito en el que se manifiesten todos los aspectos referentes al trabajo desarrollado. La elaboración de este informe deberá regirse por las Normas de Elaboración de Informes de Pasantías y Proyectos de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

## ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación será realizada por un jurado, el cual se encargará de valorar la realización de la

---

pasantía y el informe escrito presentado. La normativa y detalles de la evaluación se especifican en el reglamento de Pasantías Industriales.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Reglamento de Pasantías Industriales. Escuela de Ingeniería Mecánica.</li><li>• Normas de Elaboración de Informes de Proyectos y Pasantías. Escuela de Ingeniería Mecánica.</li></ul> |
|---|

<b>Fecha de elaboración del programa:</b> abril 2005
--

<b>Programa Elaborado por:</b> Jean F. Dulhoste
---

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b>	<b>PASANTIA ACADÉMICA</b>	<b>Código:</b>	IMM903
<b>Prelaciones:</b>	ELEMENTOS DE MÁQUINAS I, MECÁNICA DE FLUIDOS II	<b>Período:</b>	NOVENO
<b>Tipo:</b>	ELECTIVA		
<b>Carrera:</b>	INGENIERÍA MECÁNICA		
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.		
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>
<b>Horas / semana</b>	--	--	--
<b>Horas / semestre</b>	--	--	--
			<b>Total</b>
			<b>Unidades</b>
			<b>Crédito</b>
			4

### JUSTIFICACIÓN

La Escuela de Ingeniería Mecánica, consciente de su papel en la formación de ingenieros, en las diversas áreas de actividad profesional, considera conveniente permitir que los futuros ingenieros interesados por desarrollar una profesión en el ámbito académico, puedan realizar dentro de la escuela una actividad académica, realizando algunas tareas, tendientes a formarse en docencia o investigación, bajo la tutoría de un profesor. A tal efecto, se ha incluido dentro del Plan de Estudios la asignatura Pasantía Académica.

### REQUERIMIENTOS

El estudiante debe haber asimilado la mayor parte de los conocimientos de los dos primeros semestres del ciclo profesional.

### OBJETIVOS GENERALES

Mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica que deseen desarrollar su actividad profesional en el ámbito académico.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Completar el aprendizaje recibido, con el trabajo directo con un profesor de la Escuela.
- Familiarizarlo con el ambiente de trabajo académico.
- Contribuir a que el estudiante adquiera la disciplina y responsabilidad necesaria que exige el desempeño del trabajo académico.

### CONTENIDOS

#### FASE I: PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO

##### Etapa 1. Elaboración del Plan de Trabajo

El plan de trabajo consiste en la definición de las actividades a desarrollar durante la

---

pasantía, estableciendo el planteamiento propuesto por el profesor tutor, que incluye los objetivos generales y específicos de la pasantía. En éste se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar.

**Etapa 2. Presentación del Plan de Trabajo**

El plan de trabajo debe ser presentado de forma escrita ante un jurado calificador, con el fin de evaluar la propuesta presentada. Ésta será aceptada en su estado original, modificada o rechazada por el jurado calificador.

**FASE II: PASANTIA**

**Etapa 1. Desarrollo de la Pasantía**

En esta etapa se desarrollan las actividades propuestas en el plan de trabajo. De igual manera se deben asimilar los procedimientos, normas y técnicas a utilizar en su desarrollo.

**Etapa 2. Informe Escrito**

Una vez finalizada la etapa de desarrollo de la pasantía, debe elaborarse un informe escrito en el que se manifiesten todos los aspectos referentes al trabajo desarrollado. La elaboración de este informe deberá regirse por las Normas de Elaboración de Informes de Pasantías y Proyectos de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
----------------------------------

La evaluación será realizada por un jurado, el cual se encargará de valorar la realización de la pasantía y el informe escrito presentado. La normativa y detalles de la evaluación se especifican en el reglamento de Pasantías Industriales.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

- Reglamento de Pasantías Académicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Normas de Elaboración de Informes de Proyectos y Pasantías. Escuela de Ingeniería Mecánica.

<b>Fecha de elaboración del programa: abril 2005</b>
--

<b>Programa Elaborado por: Jean F. Dulhoste</b>
---

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

<b>Asignatura:</b> SEMINARIO						<b>Código:</b> IMM904
<b>Prelaciones:</b>						<b>Período:</b> TODOS
<b>Tipo:</b> ELECTIVA						
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA MECÁNICA						
<b>Departamento de adscripción de asignatura:</b>	CIENCIAS TERM. Y TECNOLOGÍA Y DIS.					
	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Horas / semana</b>	--	--	--	--	<b>Crédito</b>	
<b>Horas / semestre</b>	--	--	--	--		1 ó 2

**JUSTIFICACIÓN**

La Escuela de Ingeniería Mecánica, consciente de su papel en la formación de ingenieros, en las diversas áreas de actividad profesional, ha incluido dentro del Plan de Estudios la asignatura seminario, la cual consistirá en charlas, foros y conferencias, actividad que el estudiante podrá realizar en todo el transcurso de su carrera, con el fin de ilustrar al futuro profesional en las actividades del ingeniero, así como sensibilizarlos a los problemas de la profesión y del país.

**REQUERIMIENTOS**

Interés en los temas propuestos.

**OBJETIVOS GENERALES**

Formación de actitudes críticas del estudiante ante los problemas nacionales y de la profesión del Ingeniero Mecánico, así como un interés por las diversas actividades que puede desarrollar un Ingeniero Mecánico y áreas novedosas afines a la profesión .

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Completar la formación integral del estudiante a través de charlas, foros y conferencias.
- Familiarizarlo con las actividades del Ingeniero Mecánico.
- Ilustrar al estudiante en técnicas y tecnologías novedosas afines a la Ingeniería Mecánica.
- Sensibilizar al estudiante ante los problemas de la profesión y el país.

**ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

El objetivo anterior puede cumplirse a través de:

- Discusiones en Grupos.
- Charlas y Conferencias.
- Exposiciones de trabajos en equipos.

Para cumplir el objetivo anterior deben seleccionarse temas de acuerdo a su actualidad e



---

influencia sobre la formación integral del Ingeniero.

Se proponen temas en referencia a:

- Historia de la Tecnología.
- Educación Superior en Venezuela.
- Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Investigación en Ingeniería Mecánica.
- Dependencia Tecnológica.
- Modelos de Desarrollo Económico Social.
- Evaluación de la Educación en Venezuela, y su Influencia dentro de la Producción.
- Impacto Ecológico y Social del Desarrollo Industrial en Venezuela.
- Metodología en el Proceso Enseñanza-aprendizaje en las carreras técnicas.
- Evaluación de Proyectos en Ingeniería Mecánica.
- Tópicos referentes a nuevas técnicas y tecnologías afines a la Ingeniería Mecánica.
- Tópicos referentes a la ética en el ejercicio de la profesión.
- Cualquier otro tema considerado de actualidad al momento de realizar la actividad propuesta.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será asistencial, es decir esta asignatura no recibe calificación. Solo se justifica un cierto número de unidades crédito integrales en función del tiempo dedicado a la actividad. La normativa específica de esta actividad se establece en El Reglamento de Créditos de Formación Integral de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Reglamento de Créditos de Formación Integral. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Fecha de elaboración del programa:** abril 2005

**Programa Elaborado por:** Jean F. Dulhoste

**Firma y Sello de los Departamentos.**

**Firma y sello de escuela.**

**ANEXO III**

**REGLAMENTOS**

## PROYECTO DE GRADO

### EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

La Asignatura proyecto de Grado de la Escuela de Ingeniería Mecánica es una asignatura especial de la escuela con objetivos y un funcionamiento que se diferencia de las otras asignaturas de la carrera. Es por ello que en este reglamento se incluyen todas las normas que rigen el funcionamiento de esta asignatura especial en cuanto al proyecto en sí, su inscripción, los actores que se involucran en él, la presentación de este, su evaluación y algunas disposiciones finales y transitorias. Este documento complementa el programa de la asignatura en el cual se incluyen las prelacións, unidades crédito, los objetivos, requerimientos, etapas, bibliografía de la asignatura.

### CONTENIDO REGLAMENTARIO

#### TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

##### CAPÍTULO ÚNICO.

**Artículo 1.** El presente reglamento establece las normas básicas que regirán en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes para la realización del Proyecto de Grado, de obligatorio cumplimiento para toda la comunidad de la Escuela.

**Artículo 2.** Este reglamento tiene por objetivo establecer las normas básicas en materia de la elaboración del Proyecto de Grado y que deberán observarse en:

- a) La determinación de tipos de Proyecto de Grado y sus características más generales.
- b) La elaboración del Proyecto de Grado y todo lo conducente al trabajo en sí, a su formato y presentación.
- c) Las formalidades y papeles desempeñados por los diferentes participantes en el desarrollo del proyecto, o sea estudiantes, tutores de Proyecto de Grado, cotutores, asesores, jurados, autoridades académicas y administrativas.
- d) El manejo institucional del Proyecto de Grado y sus aportaciones derivadas así como sus productos, pecuniarios o no.

**Artículo 3.** La materia Proyecto de Grado, esta adscrita a los dos departamentos de la Escuela de Ingeniería Mecánica: El de Ciencias Térmicas y el de Tecnología y Diseño.

#### TÍTULO II. DEL PROYECTO

##### CAPÍTULO I. Definiciones generales.

---

---

**Artículo 4.** El Proyecto de Grado constituye un trabajo en el cual el estudiante pone en práctica los diversos conocimientos adquiridos en su formación universitaria, así como su capacidad innovadora, sinóptica, analítica y evaluadora, solucionando un problema del campo de ingeniería mecánica con la realización de un proyecto de aplicación tecnológica, monográfico, o de investigación

**Artículo 5.** Para los efectos del presente reglamento se consideran los siguientes tipos principales de Proyecto de Grado:

- a) De Aplicación tecnológica. Es un proyecto cuyo propósito es resolver un problema real, proponer acciones alternativas de solución a un problema, diseñar y en algunos casos construir una máquina o explicar un fenómeno, mediante la aplicación de técnicas y/o metodología específicas.
- b) Monográfico. Es un proyecto cuyo propósito es analizar y sintetizar un área específica del conocimiento, aportando, en algunas ocasiones, nuevas líneas de investigación.
- c) De investigación. Es un proyecto cuyo propósito consiste en el desarrollo de una línea de investigación.

**Artículo 6.** El propósito del Proyecto de Grado es buscar que el estudiante desarrolle las habilidades y capacidades académicas siguientes:

- a) Identificar y diagnosticar problemas específicos dentro de su área de competencia.
- b) Proponer soluciones viables, a través de la sistematización y aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios.
- c) Analizar críticamente y ponderar tanto la información a su alcance, como los recursos, métodos, técnicas y/o modelos para llegar creativamente a la mejor solución de un problema o reto en su área específica de conocimiento.
- d) Ser capaz de consignar su estudio o investigación por escrito con la claridad y requerimientos formales propios del área investigada.

**Artículo 7.** Se buscará que los Proyectos de Grado contengan elementos o aspectos como los que se enuncian en las siguientes fracciones:

- a) Hechos objetivos, suprimiendo en lo posible los juicios de valor personales o las proposiciones no sustentadas ni demostradas.
- b) Manejo adecuado de la metodología de cada área del conocimiento, ubicando los hechos y sistematizándolos dentro de su contexto lógico.
- c) Uso apropiado de técnicas, que sean las más aceptadas para el método seleccionado.
- d) Resultados en términos de un área específica del conocimiento.

**Artículo 8.** El Proyecto de Grado se estructura en dos fases: un anteproyecto y el proyecto propiamente dicho.

## CAPÍTULO II. El anteproyecto.

**Artículo 9.** El anteproyecto consiste en la definición del tema del proyecto, estableciendo el planteamiento del problema a investigar, sus antecedentes, los objetivos generales y específicos, igualmente se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar en el proyecto, la bibliografía consultada y demás aspectos que el tutor considere convenientes.

**Artículo 10.** Cada departamento pondrá a disposición de la comisión de proyectos una lista o banco de temas que se ofertan cada semestre.

**Parágrafo único.** Es obligación de todos los profesores ordinarios, activos, a dedicación exclusiva o tiempo completo de la escuela, proponer al menos un tema de proyecto por cada semestre lectivo, independientemente del cargo administrativo u ocupación que este ejerza.

---

---

**Artículo 11.** Adicionalmente a los temas propuestos por los profesores de la escuela podrán también considerarse para el proyecto temas propuestos por:

- a) Cualquier miembro del personal docente de la Universidad.
- b) El estudiante que aspira cursar la materia.
- c) Un ente o especialista externo a la escuela.

**Artículo 12.** La elaboración del anteproyecto debe realizarse en el semestre anterior a la elaboración del proyecto en sí, su presentación y aprobación es un requisito indispensable para la inscripción del proyecto.

**Artículo 13.** El estudiante deberá someter su anteproyecto a la Comisión de Proyectos para su aceptación. Este será evaluado por un jurado mediante un informe escrito y una presentación oral.

**Artículo 14.** El informe escrito del anteproyecto debe ser presentado a la Comisión de Proyectos a más tardar en la semana 15 del semestre anterior a la inscripción de proyecto. La comisión de proyectos establecerá con precisión la fecha tope de presentación del anteproyecto al inicio de cada semestre.

**Artículo 15.** El informe escrito del anteproyecto deberá seguir un formato elaborado por la comisión de proyectos que incluye al menos las siguientes partes:

- Portada: Tema del proyecto, Nombre y datos del estudiante, Fecha de presentación del proyecto, Tutor y Cotutor.
- Resumen.
- Justificación.
- Objetivos generales y específicos.
- Plan de trabajo.
- Alcances y limitaciones.
- Programa o cronograma de actividades.
- Material y equipo.
- Aval del ente financiador, si se requiere.
- Bibliografía inicial.
- Hoja de firmas.

**Artículo 16.** La presentación oral del anteproyecto se realizará ante un jurado y en una fecha y hora fijada por la comisión de proyectos entre la última semana del semestre anterior y la semana anterior al inicio del semestre de ejecución del proyecto.

**Artículo 17.** La Exposición Oral tendrá una duración máxima de 15 minutos, en ésta el alumno deberán demostrar un conocimiento básico sobre el tópico a desarrollar, sus limitaciones y alcance que se pretende.

**Artículo 18.** Durante la exposición, el jurado podrá hacer observaciones y acotaciones que el estudiante y tutor deberán considerar en la realización del proyecto. El jurado si así lo considera podrá solicitar una nueva exposición del anteproyecto donde se refleje las modificaciones a que hubiere lugar, esta nueva exposición se dará a lugar como máximo en la primera semana del semestre de inscripción formal del proyecto.

**Artículo 19.** El jurado por unanimidad podrá:

- a) Aprobar el anteproyecto y aceptarlo para su inscripción sin modificaciones.
  - b) Aprobar el anteproyecto y aceptarlo para su inscripción con las modificaciones que crean convenientes.
-

---

c) Rechazar el anteproyecto.

**Parágrafo único:** Si un Anteproyecto es rechazado, el estudiante tendrán un plazo de dos semanas (contadas a partir de la fecha de la presentación) para introducir y defender otro anteproyecto, caso contrario, o en el caso de que el nuevo anteproyecto sea rechazado, deberá esperar hasta el siguiente período lectivo para solicitar nuevamente la inscripción del proyecto.

### CAPÍTULO III. El desarrollo del proyecto.

**Artículo 20.** Para que pueda darse curso a la inscripción de proyecto, previamente debe ser aprobado el anteproyecto del mismo. Una vez aprobado el anteproyecto la inscripción del Proyecto de Grado se realizara de manera análoga a la inscripción de cualquier materia.

**Artículo 22.** Todo Proyecto de Grado será realizado individualmente.

**Artículo 23.** El proyecto tendrá una duración de un semestre. La fecha de culminación del proyecto será el último día de clases del semestre, fecha establecida por el Consejo de la Facultad.

**Parágrafo único.** En caso de considerar que el proyecto no puede ser terminado en la fecha establecida, por motivos no imputables al alumno y plenamente justificados, el alumno con el aval del tutor podrá solicitar por vía de excepción una prórroga adicional de hasta un semestre, que la Comisión de Proyectos podrá conceder en común acuerdo con el jurado del proyecto, según se especifica en el título IV del presente reglamento.

**Artículo 24.** La adecuada asesoría académica del estudiante, será responsabilidad del Tutor del Proyecto bajo la supervisión de la Comisión de Proyectos, para ello:

- a) Se debe asegurar que el alumno siempre cuente con el apoyo del Tutor y de los miembros de la comisión de Proyectos de Grado.
- b) En caso de que el tutor o el Cotutor no pueda seguir con la función asignada, La comisión de Proyectos de Grado será responsable de la sustitución de este a la brevedad posible.
- c) En cualquier caso de incumplimiento del Tutor del proyecto, La Comisión de Proyectos tendrá la responsabilidad de buscar una solución adecuada para el estudiante.
- d) En cualquier caso la designación como tutor por la comisión de proyectos es de obligatoria aceptación por parte del profesor y el estudiante.

**Artículo 25.** Todo estudiante que se encuentre desarrollando su Proyecto de grado, deberá apegarse al programa de actividades generales que el Tutor de Proyecto de Grado le indique dentro del programa establecido en el anteproyecto.

**Parágrafo único.** Las actividades que el tutor indique fuera del plan establecido en el anteproyecto deberán ser aprobadas por La Comisión de Proyectos de Grado.

**Artículo 26.** Durante el desarrollo del proyecto y hasta antes de la presentación del reporte final escrito al jurado examinador, el estudiante con el visto bueno del Tutor podrá plantear correcciones a los alcances del proyecto ante el jurado del Proyecto con las debidas justificaciones; quien de manera razonada aprobará o no parcial o totalmente las correcciones solicitadas y contestará en forma escrita al estudiante informándole del resultado de su solicitud, en un plazo de diez (10) días hábiles.

**Artículo 27.** En aquellos casos en que habiendo pasado el período de retiro de materias el alumno decida unilateralmente cambiar de tema, por causas no imputables al Tutor o la Escuela, todas las consecuencias que de este hecho se deriven serán de su total incumbencia. Por lo tanto, se le asentarán la nota de cero uno (01) y deberá inscribir un proyecto nuevo en el semestre siguiente.

---

## TÍTULO III. DE LOS ACTORES

### CAPÍTULO I. La comisión de proyectos

**Artículo 28.** La Comisión de Proyecto de Grado es un grupo de tres profesores, que se integra por el Coordinador de proyecto y los dos jefes de Departamento, o representantes nombrados por ellos.

**Artículo 29.** Las funciones de la comisión de proyecto son:

- a) Definir el cronograma de actividades relativas al proyecto: Entrega de lista de temas de proyecto por los departamentos, Entrega de anteproyectos, fecha y hora exposiciones orales de anteproyectos, fecha de finalización de proyectos y fechas y horas de exposiciones orales de presentación de proyectos.
- b) Diseñar o modificar los formatos necesarios para los procedimientos administrativos involucrados en el proyecto.
- c) Recopilar las propuestas de temas de proyectos presentadas por los departamentos, analizarlas para su aprobación o devolución.
- d) Nombrar y coordinar los jurados de los proyectos.
- e) Dar el visto bueno administrativo para la inscripción de un proyecto de grado.
- f) Estudiar y decidir sobre las solicitudes de los estudiantes y tutores referentes a la realización del proyecto.
- g) Supervisar el buen funcionamiento de los proyectos.
- h) Estudiar y proponer soluciones a los estudiantes que presenten problemas administrativos en la realización de su proyecto de grado.
- i) Nombrar un reemplazo para el tutor en caso de la imposibilidad de este de continuar con la tutoría.
- j) Todos los otros asuntos administrativos concernientes al Proyecto de grado, que requieran del estudio de la comisión.

### CAPÍTULO II. El coordinador de la comisión de proyectos

**Artículo 30.** El Coordinador de la Comisión de Proyecto de Grado es el Profesor responsable de administrar el proceso del Proyecto de Grado para los alumnos inscritos.

**Artículo 31.** El Coordinador de la Comisión de Proyecto de Grado será designado por el consejo de escuela, a proposición del director de la escuela, seleccionándolo preferentemente del profesorado a dedicación exclusiva o tiempo completo.

**Artículo 32.** El coordinador de Proyecto de Grado tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:

- a) Publicar, informar y/o oficiar sobre todas las decisiones de la comisión de proyectos, entre las que se cuentan: Cronograma de actividades, composición de jurados, decisiones sobre la aceptación o no anteproyectos, respuesta a solicitudes de tutores y estudiantes, etc.
  - b) Al inicio de cada semestre organizará una reunión de información para los estudiantes que planean empezar su Anteproyecto.
  - c) Vigilará que una copia del reglamento de Proyecto de Grado vigente esté disponible públicamente en la Escuela de Ingeniería Mecánica.
  - d) Convocará a la Comisión de Proyectos a las juntas regulares de revisión de los anteproyectos.
  - e) Llevará un archivo o registro de todo lo concerniente a los proyectos de Grado.
  - f) Exigirá una carta de compromiso, cuando el proyecto implique ayuda financiera o técnica de organismos externos para que el proyecto sea aprobado.
  - g) Verificará que se presenten los ejemplares en su versión definitiva que satisfagan los
-

---

requerimientos fijados por este reglamento.

- h) Será el responsable administrativo de la materia Proyecto de Grado y por ende de la verificación de que los estudiantes cumplen con los requisitos de inscripción, de la elaboración de las planillas de notas, y todos los trámites correspondientes.

### CAPÍTULO III. Los alumnos

**Artículo 33.** Los estudiantes que vayan a cursar Proyecto de Grado deberán tener aprobadas todas las asignaturas obligatorias del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 34.** Las responsabilidades y obligaciones del estudiante en realización de proyecto de grado son:

- a) Realizar las actividades propuestas en el plan de trabajo presentado, bajo la asesoría y supervisión del tutor, en el tiempo convenido en el cronograma de actividades.
- b) Proponer e implementar ideas para la resolución de los problemas planteados en el proyecto.
- c) La obtención de resultados satisfactorios.
- d) Elaborar un informe final de proyecto de la calidad cumpliendo con la normativa de presentación establecida para tal fin.
- e) Realizar la presentación del proyecto de grado en forma oral.
- f) Informarse debidamente del cronograma de actividades establecido por la comisión de proyectos.
- g) Informarse oportunamente de la fecha y hora asignada para la exposición.
- h) El alumno es responsable de todo lo escrito o dicho en su informe y presentación oral.
- i) Entregar a su Tutor de Proyecto de Grado las correcciones solicitadas por el jurado, en la fecha indicada.

### CAPÍTULO IV. El Tutor

**Artículo 35.** El Tutor del Proyecto de Grado será un profesor de la Escuela de Ingeniería mecánica Escogido libremente por el estudiante y nombrado por la Comisión de Proyectos, cuya función será la de conducir el desarrollo general y específico del proyecto.

**Artículo 36.** Cuando un estudiante no consiga un Tutor, la Comisión de proyecto le asignará un Tutor dentro de la plantilla profesoral, seleccionando un tema de proyecto dentro de las propuestas de temas presentadas por los departamentos que no haya sido presentados como anteproyecto, al momento de vencerse el plazo de presentación.

**Parágrafo único:** La designación de Tutor por la comisión de proyectos es de obligatoria aceptación por parte del profesor y del estudiante.

**Artículo 37.** El Tutor de Proyecto de Grado será el único responsable para solicitar modificaciones a los objetivos y alcances del proyecto. Esto implica la exigencia, para los estudiantes, de que cualquier modificación al anteproyecto debe ser avalada por el Tutor y aprobada por la Comisión de Proyectos.

**Artículo 38.** Las funciones del Tutor de Proyecto de Grado son:

- a) Orientar al estudiante a fuentes de información adecuadas.
  - b) Establecer con el estudiante las fechas y horas de asesoría, entrega de reportes de avance, revisión del reporte escrito y otros. Además controlará el cumplimiento del programa de actividades.
  - c) Supervisar que el proyecto se esté desarrollando con la calidad esperada.
  - d) Discutir y en su caso sugerir de común acuerdo con el estudiante las modificaciones al proyecto, debiendo presentar por escrito la solicitud de modificación a la Comisión de
-



- 
- Proyectos a la brevedad posible; esto se deberá hacer antes de la presentación del reporte final.
- e) Será responsable de respetar los horarios y calendario de trabajo comprometidos con el estudiante, incluyendo la revisión detallada del texto del Proyecto de Grado y la coordinación de la Exposición Oral.
  - f) En caso de incumplimiento por parte del estudiante en las tareas asignadas, deberá enviar un reporte a la Comisión de Proyectos para definir responsabilidades.
  - g) Decidir si el alcance y los objetivos del Proyecto han quedado satisfechos para dar curso a la presentación del Reporte Final y la Exposición Oral, lo cual se reflejará en un documento de autorización. De no ser así, el tutor tiene la potestad de negar la presentación del reporte final.
  - h) El Tutor de Proyecto de Grado verificará que el alumno realice las modificaciones propuestas por el jurado tras la evaluación del reporte final y la exposición Oral y verificará que éstas se realicen en el documento en su versión final.
  - i) Firmar la "planilla de finalización", para hacer constar que el alumno ha cumplido con el requisito de hacer las correcciones requeridas durante la exposición oral y las ha incluido en el documento final.

**Artículo 39.** El Tutor de Proyecto de Grado formará parte del jurado examinador.

#### **CAPÍTULO V. El cotutor**

**Artículo 40.** En el caso de que se haga necesario que un especialista participe en la codirección del Proyecto de Grado, el tutor estudiará, y en su caso aprobará, la participación del mismo. Su participación será considerada como de "codirección" del Proyecto de Grado.

**Artículo 41.** Para ser cotutor se requiere ser ingeniero o profesional calificado en el área de elaboración del proyecto de grado. En el caso de no ser ingeniero, la evaluación de la calificación deberá ser avalada por la comisión de proyectos a solicitud del tutor.

**Artículo 42.** En caso de la existencia de un Cotutor de Proyecto de Grado, éste podrá sustituir al tutor en todas sus funciones, a solicitud de este último y con la aprobación de la Comisión de Proyectos.

**Artículo 43.** Las funciones del Cotutor de Proyecto de Grado son:

- a) Orientar al estudiante a fuentes de información adecuadas.
- b) Establecer con el estudiante y el tutor las fechas y horas de asesoría, entrega de reportes de avance, revisión del reporte escrito y otros. Además controlará el cumplimiento del programa de actividades.
- c) Supervisar que el proyecto se esté desarrollando con la calidad esperada.
- d) Discutir y en su caso sugerir al tutor de común acuerdo con el estudiante las modificaciones al proyecto que fuesen necesarias.

#### **CAPÍTULO VI. El Jurado**

**Artículo 44.** Se entiende como Jurado de Proyecto de Grado al grupo de tres Profesores y un suplente, dentro de los cuales se encuentra el Tutor.

**Parágrafo único.** En el caso de que un miembro del jurado por razones de causa mayor se ausente, o no pueda asistir a las diferentes evaluaciones, la ausencia de éste será cubierta por el miembro suplente del jurado.

**Artículo 45.** La función del Jurado es evaluar el anteproyecto, su exposición oral, el Reporte Final del Proyecto de Grado y la Exposición Oral final.

---

---

**Artículo 46.** El jurado se escogerá preferentemente entre los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica o de Universidades o institutos reconocidos, por el área de conocimiento y desarrollo logrado por estos a lo largo de su carrera.

**Artículo 47.** La designación de los miembros del Jurado de Proyecto de Grado se establece por decisión de la Comisión de Proyectos y el nombramiento se lleva a cabo cuando el estudiante, introduce el anteproyecto.

**Artículo 48.** Las labores secretariales del jurado, como el llenado de formularios y planillas, entrega de notas a la comisión, organización de las reuniones, y otros que se requieran, serán responsabilidad del tutor del proyecto de grado.

## **TÍTULO IV. De la Presentación y Evaluación**

### **CAPÍTULO I. La presentación del proyecto.**

**Artículo 49.** La presentación final del proyecto consta de dos partes:

- a) Un informe escrito, elaborado según las normas de presentación de proyectos y pasantías.
- b) Una exposición oral y pública. Cuando el proyecto incluya la construcción de prototipos, modelos, 'software', u otros, la presentación deberá realizarse con la presencia del mismo.

**Parágrafo único.** Si por sus dimensiones físicas o requerimientos particulares no se pueda tenerlos disponibles en el lugar en donde se lleva a cabo la presentación, los miembros del jurado se pondrán previamente de acuerdo para la evaluación de este concepto tomando como base los objetivos y alcances del proyecto.

**Artículo 50.** El estudiante entregará tres ejemplares del reporte final del proyecto sin empastar y con el documento de autorización, que seguirá el modelo establecido por la comisión de proyectos.

**Parágrafo primero.** Si por alguna razón de causa mayor el estudiante no puede entregar el proyecto en el lapso establecido, la comisión de proyecto podrá establecer condiciones para una entrega tardía del informe.

**Parágrafo segundo.** Si el estudiante no entrega el informe en el lapso establecido, sin justificación o si no cumple con las condiciones establecidas por la comisión para una entrega tardía, el estudiante se considerará ausente a la presentación, se le colocará una calificación de cero uno (01), y no se le permitirá inscribir nuevamente el mismo proyecto.

**Artículo 51.** El formato del informe final de proyecto será establecido por la comisión de proyectos, e incluido en la normativa de presentación de informes de proyectos y pasantías. Este informe podrá adoptar el capitulado que se considere más adecuado para la temática cubierta, pero en todo caso, seguirá el criterio de garantizar que el Proyecto de Grado contenga al menos, cuatro capítulos o bloques de conceptos que cubran:

- a) Una introducción general que, entre otros aspectos, deberá plantear el problema o propósito del trabajo.
- b) Una revisión de la literatura que incluya: análisis de los antecedentes, trabajos previos, teorías relevantes o investigaciones relacionadas.
- c) Una exposición detallada de lo realizado durante el proyecto.
- d) Conclusiones del trabajo en términos del objetivo o los propósitos originales.

**Artículo 52.** En caso de considerar que el proyecto no puede ser terminado en la fecha establecida, por motivos no imputables al alumno y plenamente justificados, el alumno con el aval del tutor podrá solicitar por vía de excepción una prórroga adicional de hasta un semestre. Esta prórroga deberá ser solicitada a la comisión de proyectos mediante una carta de

---

---

justificación al menos una semana antes de la fecha estipulada para la culminación del proyecto. La comisión estudiará la solicitud y si lo considera suficientemente justificado enviará la solicitud al jurado, quien será el responsable de decidir al respecto.

**Parágrafo primero.** En este caso el estudiante deberá realizar una presentación escrita y oral en las mismas condiciones que la entrega final del proyecto, y de ser aprobada la prórroga será considerada como un informe de avance.

**Parágrafo segundo.** La notificación de aceptación o no de la prórroga será hecha por el jurado al final de la exposición oral. De ser aprobada la prórroga el jurado junto con el tutor establecerán una nueva fecha de entrega del proyecto. La nueva fecha de entrega será improrrogable y deberá ser anterior a la culminación del semestre siguiente.

**Artículo 53.** El coordinador de proyectos dispondrá de dos (02) días hábiles para despachar el reporte final a los jurados y notificarle las fechas entre las cuales deberá fijarse la exposición oral del mismo, la cual debe realizarse entre la segunda y tercera semana hábil posterior a la presentación del informe final escrito.

**Artículo 54.** El jurado dispondrá de cinco (5) días hábiles para fijar el día de la exposición oral y notificarlo a la comisión de proyectos. La comisión publicará en cartelera la fecha de presentación al menos dos (2) días hábiles antes de ésta.

**Artículo 55.** La Exposición Oral se llevará a cabo ante el jurado examinador designado por la Comisión de Proyectos y será de carácter público.

**Parágrafo único.** En el caso de que por razones de confidencialidad de los resultados presentes en el proyecto se deba realizar una exposición con la presencia de jurado exclusivamente, se deberá realizar una solicitud por escrito a la comisión de proyectos, plenamente justificada, en el momento de la entrega del informe escrito. La comisión estudiará el caso y decidirá si puede o no realizarse esta exposición de carácter confidencial en un plazo de cinco (5) días hábiles.

**Parágrafo segundo.** En ningún caso persona alguna del público podrá participar o alterar el desarrollo del examen, pudiendo ser causa de suspensión del mismo.

**Artículo 56.** El jurado indicará al iniciarse la Exposición Oral, la mecánica a seguir durante el desarrollo de esta actividad. Es facultad del presidente el posponer o suspender el examen ante casos de contingencia grave o causa mayor fuera del control del jurado.

**Artículo 57.** En general, la Exposición Oral tendrá las siguientes etapas:

- a) Presentación de el Proyecto de Grado por parte del estudiante. La duración de esta presentación deberá ser entre 30 y 45 minutos.
- b) Preguntas y cuestionamientos por parte del jurado sobre el contenido del documento escrito, y sobre aquellos aspectos que se establezcan como pertinentes para determinar la capacidad profesional del estudiante. Es potestad del jurado pedir al estudiante (e invitados si los hubiere) el que abandonen la sala antes de iniciar esta etapa, para discutir libremente el orden, tipo y naturaleza de las preguntas. Es recomendable que el tiempo máximo para formular las preguntas y escuchar las respuestas no supere a los 15 minutos.
- c) Al concluir el examen oral, habrá una fase de deliberación libre y reservada por el jurado examinador, para lo cual el estudiante (y público, si lo hubiere) tendrá(n) que abandonar la sala.
- d) Informe al estudiante los resultados y comentarios sobre el proyecto.

**Artículo 58.** Es responsabilidad del estudiante, la obtención de los equipos y/o recursos necesarios para la presentación y asegurarse que éstos tengan las características necesarias e indispensables para la presentación.

---

---

**Artículo 59.** Si el jurado solicita hacer correcciones al reporte escrito, estas correcciones serán notificadas por escrito para lo cual se llenará un formato establecido por la comisión de proyecto en original y copia, en donde se indicará la fecha límite para la entrega de las correcciones, las cual no será mayor a los diez días hábiles.

**Artículo 60.** Una vez realizadas las modificaciones el Tutor del Proyecto de Grado deberá dar su aprobación escrita a las correcciones e indicará que procede pasar a la fase final de entrega del Proyecto de Grado.

**Artículo 61.** Una vez calificado el proyecto y realizadas la correcciones pertinentes el estudiante deberá entregar dos ejemplares del informe empastado a la comisión de proyectos, junto con una versión electrónica del mismo, cuyo formato será reglamentado por la comisión de proyectos

## **CAPÍTULO II. La evaluación del proyecto.**

**Artículo 62.** Son susceptibles de evaluación las actividades siguientes:

- a) Las realizadas en el Anteproyecto, encaminadas a elaborar el proyecto. Estas actividades serán evaluadas por el Tutor, quien deberá tomarlas en cuenta en la calificación final..
- b) Las realizadas durante la realización del Proyecto de Grado, en el que el alumno terminará el trabajo de Proyecto de Grado bajo la asesoría del Tutor. El Tutor será el responsable directo de su evaluación, quien deberá tomarlas en cuenta en la calificación final.
- c) El informe escrito del Proyecto de Grado, el cual será evaluado por el jurado.
- d) La Exposición Oral, que consiste básicamente en la presentación y Exposición del trabajo de Proyecto de Grado y para cuya evaluación será realizada por el jurado.

**Artículo 63.** El jurado dispondrá para la evaluación del informe escrito y para hacer sus observaciones y/o correcciones pertinentes si se dieran a lugar, del tiempo que transcurra entre la recepción del mismo y la fecha estipulada por ellos para la exposición oral.

**Artículo 64.** El jurado deberá realizar la evaluación de la presentación oral del proyecto y si fuese el caso del producto generado, inmediatamente después de finalizada la presentación.

**Artículo 65.** El jurado asignará al estudiante una calificación de consenso, que incluya en forma global todas las partes del proyecto sujetas a evaluación.

**Parágrafo único.** En el caso que el jurado no se lograra un consenso para la nota, cada jurado asignará una nota individual y estas se promediarán.

**Artículo 66.** Según la calificación asignada por el jurado su veredicto podrá ser:

- a) Aprobado sin condiciones, si la calificación es superior o igual a 10 puntos, y el informe final no requiere correcciones.
- b) Aprobado con condiciones, si la calificación es superior o igual a 10 puntos, y se requieren correcciones al informe final para su entrega.
- c) Reprobado, si la calificación es inferior a 10 puntos

**Artículo 67.** Según la relevancia científica o técnica del proyecto y calidad de elaboración y presentación del informe escrito el jurado podrá otorgar las siguientes menciones:

- a) Mención publicación, cuando se tratase de un proyecto excepcional digno de ser conocido por la comunidad nacional al menos. Solo podrá otorgarse esta mención si la calificación del proyecto es superior o igual a 19 puntos. En este caso el tutor tendrá la responsabilidad de orientar y ayudar al estudiante para que su trabajo sea considerado por algún congreso o revista científica nacional, o para que participe en algún concurso. Estos proyectos será enviados a la biblioteca de la facultad.

- 
- b) Mención biblioteca, cuando se tratase de un proyecto bien realizado pero no excepcional, y que se considere que la información contenida en el informe sea de importancia para la comunidad estudiantil de la Universidad de Los Andes. Solo se le podrá otorgar esta mención a los proyectos aprobados. En este caso el proyecto será enviado a la biblioteca de la facultad.
  - c) Sin mención, cuando el proyecto este reprobado, o para proyectos aprobados, donde la calidad de elaboración del informe final no permite ponerlo a disposición del público en general. En este caso el informe final quedará archivado solo en el archivo de la comisión de proyectos de la escuela de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 68.** Para la formalización de la evaluación del Proyecto de Grado se observarán los siguientes procedimientos y formas:

- a) Si el proyecto es aprobado sin condiciones se llenara la planilla de evaluación de proyectos por triplicado, elaborada por la comisión de proyectos. Un ejemplar se enviará a la comisión de proyectos, otro ejemplar se colocará en la versión final empastada del proyecto, y el tercer ejemplar quedará para el archivo del tutor del proyecto.
- b) Si el proyecto es aprobado con condiciones, se deberán realizar las correcciones o modificaciones señaladas antes de llenar la planilla de evaluación de proyectos, estas deberán realizarse en un plazo no mayor a los diez días hábiles. El plazo se inicia a partir de la fecha de presentación oral del proyecto.
- c) Si se reprueba el proyecto el estudiante deberá iniciar un proceso para someter un proyecto totalmente nuevo. Se asentará la nota correspondiente obtenida. El plazo para someter un nuevo Anteproyecto y para que éste sea considerado en el siguiente semestre no deberá exceder a los diez días hábiles desde la notificación del veredicto.

**Artículo 69.** La planilla de evaluación del proyecto deberá contener la información siguiente:

- a) Calificación obtenida.
- b) Condiciones para la aprobación.
- c) Mención otorgada.
- d) Observaciones si las hay.
- e) Firmas del Jurado y del cotutor si fuese el caso.

**Artículo 70.** El fallo se dictaminará el día en que se acepte por concluido el Proyecto de Grado, es decir el día de la Exposición Oral si este fue aprobado sin correcciones o reprobado, o el día en que se entregue el Informe final empastado en el caso de que fue aprobado con correcciones, en todo caso se empleará el acta de la Exposición Oral.

**Artículo 71.** El veredicto del jurado será inapelable.

**Artículo 72.** Se utilizará la calificación de "En Progreso" (EP) para el caso de Proyecto de Grado en los casos en que se haya otorgado una prorroga. En ningún caso se podrá tener EP por más de un semestre académico.

**Artículo 73.** En los casos de plagio, plenamente comprobado, de otras Tesis y/o proyectos de grado, productos de investigación o trabajos académicos se procederá asentándole una nota de cero uno (01) reprobando el proyecto y no tendrá derecho a una posible prorroga.

## **TÍTULO V. Disposiciones Finales**

### **CAPÍTULO I. De los Derechos de Autor.**

**Artículo 74.** La Escuela de Ingeniería Mecánica se reserva en todos los casos los derechos de autor y/o explotación de los resultados del Proyecto, a menos que desde el inicio de la

---

---

elaboración del Proyecto de Grado se establezca otra situación. Corresponderá al Consejo de Escuela definir los términos específicos de cada convenio.

**Artículo 75.** El uso o aprovechamiento académico de un Proyecto de Grado por terceros sólo estará restringido por la observación de las normas de manejo bibliográfico y documental en los términos éticos de aceptación internacional, propiedad industrial y de derechos de autor.

**Artículo 76.** En caso de que del aprovechamiento de un Proyecto de Grado y sus productos se obtengan beneficios económicos, mediante algún convenio legal escrito, acorde a la normativa universitaria vigente, el alumno, el Tutor o el Departamento podrá recibir el beneficio de regalías en los términos que establezca el mismo convenio.

**Artículo 77.** Cuando el alumno se incorpore a un proyecto de investigación o proceso ya establecido o determinado por otros, se convertirá en un instrumentador, desarrollador o colaborador, sin derechos de autoría.

## **CAPÍTULO II. Disposiciones transitorias.**

**Artículo 78.** El presente reglamento entrará en vigor al momento de la aprobación del nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 79.** Para los efectos del artículo 133° cuando se trate de modificaciones aprobadas la reforma entrará en vigor a partir de los quince días de ser aprobada el Acta de la reunión del Consejo de Escuela y después de haberse cumplido con el requisito de haber modificado el texto oficial de este reglamento.

## **CAPÍTULO III. Disposiciones finales.**

**Artículo 80.** Para modificar el presente reglamento deberá existir petición de parte, pudiendo ser formulada por representantes de los alumnos, el profesorado y cualquier autoridad de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Dicha petición se dirigirá a la Comisión de Proyectos y ésta se dará el tiempo, los elementos e instancias necesarias para discutir la petición y resolverla. La Comisión de Proyectos de Grado apoyará permanentemente al Consejo de Escuela para actualizar, perfeccionar o modificar el presente reglamento.

**Artículo 81.** El Consejo de Escuela de la Escuela de Ingeniería Mecánica mantendrá a disposición del público una copia oficial del presente reglamento y velará por que existan copias suficientes y actualizadas en la biblioteca y en la red.

**Artículo 82.** Toda norma, disposición o regla anterior que contravenga al presente reglamento se tendrá por no escrita o será debatida en el seno del Consejo de Escuela.

**Artículo 83.** Todo lo no contemplado en el presente reglamento será decidido por el Consejo de Escuela.

<b>Fecha de elaboración del reglamento: 21 de Febrero de 2005.</b>
--

<b>Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica.</b>
---

**Firma y sello de escuela.**

## PASANTIA ESPECIAL

### EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

La Pasantía Especial de la Escuela de Ingeniería Mecánica es una asignatura especial con unos objetivos y un funcionamiento que se diferencia de las otras asignaturas de la carrera. Es por ello que en este reglamento se incluyen todas las normas que rigen su funcionamiento en cuanto a la pasantía en sí, su inscripción, los actores que se involucran en ella, su presentación, su evaluación y algunas disposiciones finales y transitorias.

Este documento complementa el programa de la asignatura en el cual se incluyen las prelacións, unidades crédito, los objetivos, requerimientos, etapas y bibliografía recomendada.

### CONTENIDO REGLAMENTARIO

#### TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

##### CAPÍTULO ÚNICO.

**Artículo 1.** En el presente reglamento se establecen las normas básicas que rigen la realización de la Pasantía Especial de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, de obligatorio cumplimiento para toda la comunidad de la escuela involucrada en esta asignatura.

**Artículo 2.** Este reglamento tiene por objetivo establecer las normas básicas que deberán observarse en el desarrollo de la Pasantía Especial, en referencia a:

- e) La determinación de las características más generales de las pasantías.
- f) El desarrollo de la Pasantía Especial y a su presentación.
- g) Las formalidades y papeles desempeñados por los diferentes participantes en el desarrollo de la Pasantía Especial: pasantes, tutores, cotutores, asesores, jurados, autoridades académicas y administrativas, empresas o instituciones.
- h) El manejo institucional de la Pasantía Especial y sus aportes derivados.

**Artículo 3.** La materia de la Pasantía Especial, esta adscrita a los dos departamentos de la Escuela de Ingeniería Mecánica: El de Ciencias Térmicas y el de Tecnología y Diseño.

#### TÍTULO II. DE LA PASANTÍA ESPECIAL

##### CAPÍTULO I. Definiciones generales.

**Artículo 4.** La Pasantía Especial constituye un trabajo en el cual el pasante pone en práctica los diversos conocimientos adquiridos en la formación universitaria de ingeniería mecánica, así

---

como su capacidad innovadora, sinóptica, analítica y evaluadora para solucionar un problema del campo de ingeniería mecánica con la realización de un proyecto en una empresa o institución, tendiente a contribuir con el sector productivo nacional, en donde la aplicación industrial contribuye a complementar su formación.

**Artículo 5.** El propósito de la Pasantía Especial es buscar que el estudiante desarrolle las habilidades y capacidades académicas siguientes:

- e) Iniciarse en las actividades propias del ejercicio profesional de la ingeniería mecánica en el área de la pasantía realizada.
- f) Identificar y diagnosticar problemas específicos dentro de su área de competencia.
- g) Proponer soluciones viables, a través de la sistematización y aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios.
- h) Analizar críticamente y ponderar tanto la información a su alcance, como los recursos, métodos, técnicas y/o modelos para llegar creativamente a la mejor solución de un problema o reto en su área específica de conocimiento.
- i) Ser capaz de consignar su trabajo por escrito y presentarlo en forma oral con la claridad y requerimientos formales propios del área investigada.

**Artículo 6.** Se busca que la Pasantía Especial contengan elementos o aspectos como los que se enuncian en las siguientes fracciones:

- e) Temas de estudio prácticos, propios del ejercicio profesional de la ingeniería mecánica
- f) Hechos objetivos, suprimiendo en lo posible los juicios de valor personales o proposiciones no sustentadas ni demostradas.
- g) Manejo adecuado de la metodología de cada área del conocimiento, ubicando los hechos y sistematizándolos dentro de su contexto lógico.
- h) Uso apropiado de técnicas, que sean las más aceptadas para el método seleccionado.
- i) Resultados en términos de un área específica del conocimiento.

**Artículo 7.** La Pasantía Especial se estructura en dos fases: una propuesta de plan de trabajo, que es imprescindible para la inscripción de la pasantía y la pasantía en sí.

## CAPÍTULO II. Plan de Trabajo.

**Artículo 8.** El plan de trabajo consiste en la definición del tema del proyecto a desarrollar en la empresa o institución durante la pasantía, estableciendo el planteamiento del problema a investigar, sus antecedentes, los objetivos generales y específicos, igualmente se deben fijar los alcances y la metodología a utilizar en el proyecto, la bibliografía propuesta y demás aspectos que los tutores (industrial y académico) consideren convenientes.

**Artículo 9.** Los temas de la Pasantía Especial serán propuestos por empresas o instituciones por intermedio del tutor industrial, a través de la coordinación de pasantías de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 10.** La presentación del plan de trabajo debe realizarse al menos 15 días hábiles antes de la realización de la pasantía, su presentación y aprobación es un requisito indispensable para la inscripción de la pasantía.

**Artículo 11.** El informe escrito del plan de trabajo debe seguir un formato preestablecido, elaborado por la comisión de pasantías, que incluye al menos las siguientes partes:

- Portada: Tema del proyecto, Nombre y datos del estudiante, Fecha de presentación del proyecto, Nombre del Tutor industrial y académico.
  - Resumen.
  - Justificación.
-



- 
- Objetivos generales y específicos.
  - Situación Actual y situación deseada.
  - Metodología a Utilizar.
  - Plan de trabajo.
  - Alcances y limitaciones.
  - Programa o cronograma de actividades.
  - Recursos necesarios.
  - Bibliografía inicial.
  - Hoja de firmas.

Además deberá presentar:

- Carta de aceptación de la empresa para la realización de la Pasantía Especial.
- Carta de aceptación del tutor industrial para asesorar la Pasantía Especial.
- Currículo actualizado del tutor industrial.

**Artículo 12.** El estudiante debe someter su plan de trabajo en forma escrita a la Comisión de Pasantías, la cual en un plazo de 5 días hábiles nombra un jurado para su evaluación.

**Artículo 13.** El jurado evalúa el plan de trabajo en un plazo de 10 días hábiles y decide su aceptación.

**Artículo 14.** El jurado por unanimidad puede:

- d) Aprobar el plan de trabajo y aceptarlo para la inscripción de la pasantía.
- e) Aprobar el plan de trabajo y aceptarlo para la inscripción de la pasantía con las modificaciones que crean convenientes.
- f) Rechazar el plan de trabajo.

**Parágrafo único:** Si un plan de trabajo es rechazado, el estudiante deberá someter un plan totalmente nuevo.

### CAPÍTULO III. El desarrollo de la pasantía.

**Artículo 15.** Para que pueda darse curso a la inscripción de la pasantía, previamente debe ser aprobado el plan de trabajo de esta. Una vez aprobado el plan de trabajo la inscripción de la Pasantía Especial se realiza de manera análoga a la inscripción de cualquier materia.

**Artículo 16.** Toda Pasantía Especial es realizada individualmente.

**Artículo 17.** El período oficial para realizar la Pasantía Especial se regirá por la programación de las actividades docentes para los semestres normales aprobadas por el Consejo de Facultad de Ingeniería.

**Parágrafo único.** En los casos en que la empresa o institución de acogida tenga normativas que requieran de la realización de la pasantía en un periodo distinto, esta deberá notificarlo a coordinación de pasantías al momento de proponer el tema de trabajo. En estos casos se establecerá como período de la pasantía el propuesto por la empresa o institución.

**Artículo 18.** La Pasantía Especial tiene una duración de 18 semanas continuas, durante este tiempo el pasante no podrá realizar actividades distintas a las contempladas en el plan de trabajo. La fecha de culminación de la pasantía será fijada por la comisión de pasantías en función de día de inicio propuesto por la empresa o institución donde esta será realizada.

**Parágrafo primero.** En los casos en que la empresa o institución de acogida tenga normativas que requieran de una duración distinta para la pasantía especial, esta deberá notificarlo a coordinación de pasantías al momento de proponer el tema de trabajo. En estos casos se establecerá como tiempo de duración de la pasantía el tiempo propuesto por la empresa o institución, siempre y cuando éste no sea inferior a 18 semanas ni superior a 24 semanas.

---

---

**Parágrafo segundo.** En caso de considerar que la pasantía no puede ser terminada en la fecha establecida en el plan de trabajo, por motivos no imputables al pasante y plenamente justificados, el pasante con el aval del tutor industrial y el tutor académico puede solicitar por vía de excepción una prórroga de un tiempo corto y bien definido, que la comisión de pasantías puede conceder en común acuerdo con el jurado. En ningún caso podrá ser aprobada una segunda prórroga.

**Artículo 19.** La adecuada asesoría del pasante en el desarrollo de la pasantía es responsabilidad del tutor industrial, bajo la supervisión de la empresa o institución donde se realiza la pasantía, para ello:

- e) La empresa o institución debe asegurar que el alumno siempre cuente con el apoyo del tutor industrial.
- f) En caso de que el tutor industrial no pueda seguir con la función asignada, la empresa o institución es responsable de la sustitución de este a la brevedad posible, por otro profesional con una formación equivalente, y de informar su sustitución a la comisión de pasantías de la escuela, quien estudiará las credenciales del nuevo tutor industrial y dará su aprobación si lo considera adecuado.
- g) En cualquier caso de incumplimiento del tutor industrial, la empresa o institución tiene la responsabilidad de buscar una solución adecuada para el pasante.
- h) El tutor académico tiene la responsabilidad de velar por el cumplimiento de lo expuesto en este artículo y notificar a la comisión de pasantías cualquier situación anormal.

**Artículo 20.** Todo estudiante que se encuentre desarrollando su pasantía especial, debe apegarse al programa de actividades generales que el tutor industrial le indique dentro del programa establecido en el plan de trabajo.

**Artículo 21.** Se deben realizar al menos dos visitas por parte del tutor académico a la empresa o institución para hacer el seguimiento respectivo a la actividad del pasante.

**Artículo 22.** Durante el desarrollo de la Pasantía Especial y hasta antes de la presentación del reporte final escrito al jurado examinador, el estudiante con el visto bueno del tutor académico puede plantear correcciones a los alcances del proyecto a desarrollar en la pasantía ante el jurado con las debidas justificaciones; quien de manera razonada aprueba o no, parcial o totalmente las correcciones solicitadas y contesta en forma escrita al estudiante informándole del resultado de su solicitud, en un plazo de diez (10) días hábiles.

## **TÍTULO III. DE LOS ACTORES**

### **CAPÍTULO I. La Comisión de Pasantías**

**Artículo 23.** La Comisión de Pasantías de la Escuela de Ingeniería Mecánica esta conformada por un grupo de tres profesores, que se integra por el coordinador de pasantías de la escuela y los dos jefes de departamento, o representantes nombrados por ellos.

**Artículo 24.** Las funciones de la Comisión de Pasantías son:

- k) Definir el cronograma de actividades relativas a las pasantías.
  - l) Diseñar o modificar los formatos necesarios para los procedimientos administrativos involucrados en las pasantías.
  - m) Establecer las normas para la elaboración del informe de la Pasantía Especial.
  - n) Elaborar el instructivo y la planilla de evaluación que servirá de guía al tutor industrial para la evaluación cualitativa del pasante.
  - o) Recopilar las propuestas de temas de pasantías presentadas por las empresas y analizarlas para su aprobación o devolución.
-

- 
- p) Nombrar los jurados de las pasantías especiales.
  - q) Dar el visto bueno administrativo para la inscripción de una pasantía.
  - r) Estudiar y decidir sobre las solicitudes de los estudiantes y tutores referentes a la realización de la pasantía.
  - s) Supervisar el buen funcionamiento de las pasantías.
  - t) Estudiar y proponer soluciones a los estudiantes que presenten problemas administrativos en la realización de su pasantía.
  - u) Estudiar y oficializar el reemplazo de alguno de los tutores por la imposibilidad de los iniciales de continuar con la tutoría.
  - v) Colaborar con la empresa o institución en todo lo relacionado al programa de Pasantías Especiales.
  - w) Reconocer la colaboración por parte de la empresa o institución, utilizando para ello los medios que la Escuela de Ingeniería Mecánica estime convenientes a objeto de mantener las mejores relaciones Universidad-Industria.
  - x) Procurar un pasante con el perfil profesional adecuado para la ejecución de la Pasantía Especial.
  - y) Todos los otros asuntos administrativos concernientes a la Pasantía Especial, que requieran del estudio de la comisión.

## CAPÍTULO II. El coordinador de Pasantías

**Artículo 25.** El Coordinador de Pasantías es el profesor responsable de administrar el proceso de las pasantías para los alumnos inscritos, el cual se encargará de todo lo relacionado con las pasantías sean éstas Académicas, Industriales o Especiales de la Escuela de Ingeniería Mecánica y durará en sus funciones un período de dos (2) años.

**Artículo 26.** El Coordinador de de Pasantías es designado por el consejo de escuela, a proposición del director de la escuela, seleccionándolo preferentemente del profesorado ordinario a dedicación exclusiva o tiempo completo.

**Artículo 27.** El Coordinador de Pasantías tiene las siguientes funciones y responsabilidades:

- i) Es el responsable administrativo de la materia Pasantía Especial y por ende de la verificación de que los estudiantes cumplen con los requisitos de inscripción, de la elaboración de las planillas de notas, y todos los trámites correspondientes.
  - j) Seleccionar, clasificar y disponer de un listado actualizado de las empresas o instituciones con las cuales se tengan la posibilidad de realizar la Pasantía Especial.
  - k) Publicar, informar y/o oficiar sobre todas las decisiones de la comisión de pasantías, entre las que se cuentan: Cronograma de actividades, composición de jurados, decisiones sobre la aceptación o no planes de trabajo, respuesta a solicitudes de tutores y estudiantes, etc.
  - l) Establecer y verificar que se cumplan los requisitos mínimos establecidos para la realización de la Pasantía Especial por parte de los estudiantes y llevar un archivo de los estudiantes que hayan realizado este tipo de pasantías.
  - m) Organizar una reunión de información al inicio de cada semestre para los estudiantes que planean empezar su pasantía en el semestre siguiente.
  - n) Vigilar que una copia del reglamento de pasantías especiales vigente esté disponible públicamente en la Escuela de Ingeniería Mecánica.
  - o) Convocar a la comisión de pasantías a las juntas regulares de revisión de los planes de trabajo.
  - p) Coordinar y documentar las juntas regulares de revisión de los planes de trabajo, incluyendo la información referente a: el plan de trabajo y la aceptación del tutor académico, del tutor industrial de la empresa o institución y del aspirante.
  - q) Llevar un archivo o registro de todo lo concerniente a las pasantías.
  - r) Ser en enlace oficial entre la Escuela de Ingeniería Mecánica y las empresas o instituciones
-

- 
- involucradas en la pasantía.
- s) Verificar que la empresa o institución acepte la realización de la Pasantía Especial.
  - t) Realizar las gestiones necesarias ante la Empresa para que ésta se comprometa con el pago de por lo menos una de las visitas del Tutor Académico del pasante.
  - u) Gestionar ante la Empresa para que ésta ampare al pasante con una póliza de seguro con cobertura, en lo posible, de accidentes personales, los hechos nombrados.
  - v) Recibir el informe de la Pasantía Especial avalado por un tutor industrial y el tutor académico para ser revisado por el jurado y una vez evaluado, consignar las notas de los estudiantes que realizaron su pasantía.
  - w) Verificar que se presenten los ejemplares de los informes en su versión definitiva y que estos satisfagan los requerimientos fijados por el reglamento.
  - x) Promocionar entre el personal docente la tutoría en Pasantías Especiales.
  - y) Presentar un informe al final de cada período lectivo anual ante el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica sobre las actividades cumplidas por la Coordinación de Pasantías.

### CAPÍTULO III. Los Pasantes

**Artículo 28.** Se entiende por Pasante al estudiante regular de la Escuela de Ingeniería Mecánica que esté cursando la asignatura Pasantía Especial, durante la cual cumple una actividad de aprendizaje y desarrollo de un Proyecto Industrial en una empresa o institución, debidamente autorizado por la comisión de pasantías de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 29.** Para cursar la asignatura Pasantía Especial es requisito indispensable tener aprobadas todas las asignaturas obligatorias del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica y cumplir con todos los requisitos específicos que establezca el coordinador de pasantías según las características del proyecto industrial a realizar.

**Artículo 30.** Las responsabilidades y obligaciones de los pasantes son:

- j) Realizar las actividades propuestas en el plan de trabajo presentado, bajo la asesoría y supervisión del tutor industrial, en el tiempo convenido en el cronograma de actividades.
- k) Proponer e implementar ideas para la resolución de los problemas planteados en el proyecto.
- l) Obtener resultados satisfactorios.
- m) Elaborar un informe final de la pasantía de la calidad, cumpliendo con la normativa de presentación establecida para tal fin.
- n) Realizar la presentación oral de la pasantía.
- o) Informarse debidamente y cumplir con los plazos reglamentarios para la inscripción y realización de la pasantía especial.
- p) Informarse oportunamente de la fecha y hora asignada para la exposición.
- q) Es responsable de todo lo escrito o dicho en su informe y presentación oral.
- r) Entregar a su Tutor académico las correcciones solicitadas por el jurado, en la fecha indicada.
- s) Conocer perfectamente el presente Reglamento.
- t) Cumplir con todos los requisitos establecidos para realizar la Pasantía Especial.
- u) Cumplir con el horario de permanencia establecido por la Empresa.
- v) Acatar en todas sus partes las normas sobre seguridad e higiene que rigen en la organización.

### CAPÍTULO IV. La Empresa o Institución

**Artículo 31.** La empresa o institución es el lugar donde se realizará la pasantía.

**Artículo 32.** Son obligaciones de la empresa o institución

---

---

**Con la Escuela:**

- a) Conocer perfectamente el Reglamento de Pasantías Especiales.
- b) Informar al Coordinador de Pasantías en caso de ausencia del pasante sin causa justificada, para realizar los trámites respectivos de anulación de la pasantía.
- c) Cubrir los gastos de vida, transporte y alojamiento, de por lo menos de una de las visitas que debe realizar el Tutor Académico a la Empresa.

**Con el Pasante:**

- d) Cumplir con el plan establecido y aprobado por el Consejo de Escuela para la realización de la Pasantía Especial.
- e) Brindar todo el apoyo que sea posible al pasante, en cuanto a recursos técnicos y administrativos requeridos para el éxito de la misma.
- f) Cumplir con los límites de tiempo establecidos y la entrega oportuna de la evaluación respectiva del Tutor Industrial.

## CAPÍTULO V. El Tutor Industrial

**Artículo 33.** El Tutor Industrial es un ingeniero propuesto por la empresa o institución donde se realizará la pasantía, cuya función será la de conducir el desarrollo general y específico del proyecto elaborado durante la pasantía.

**Artículo 34.** El Tutor Industrial es el primer responsable para solicitar modificaciones a los objetivos y alcances de la pasantía especial. Esto implica la exigencia, para los estudiantes, de que cualquier modificación al plan de trabajo debe ser avalada por el Tutor industrial antes de someterla al tutor académico.

**Artículo 35.** Las funciones del Tutor Industrial son:

- j) Dirigir al pasante en el desarrollo de la pasantía especial.
- k) Orientar al pasante a fuentes de información adecuadas tanto para la elaboración de las pasantías como para su inserción en la empresa o institución.
- l) Controlar que el pasante cumpla con el plan de trabajo.
- m) Supervisar que el proyecto elaborado durante la pasantía se esté desarrollando con la calidad esperada.
- n) Discutir y en su caso sugerir de común acuerdo con el pasante las modificaciones necesarias al plan de trabajo, debiendo presentar por escrito la solicitud de modificación al tutor académico a la brevedad posible; esto se debe hacerse antes de la presentación del reporte final.
- o) Es responsable de respetar los horarios y calendario de trabajo comprometidos con el pasante.
- p) Supervisar la elaboración del informe de pasantías durante su ejecución.
- q) Servir de enlace entre la empresa o institución y la universidad por intermedio del tutor académico. En caso de incumplimiento por parte del pasante en las tareas asignadas, debe enviar un reporte al tutor académico.
- r) Realizar una evaluación cualitativa del desarrollo de la pasantía por parte del pasante, según un formato establecido por la comisión de pasantías. Y enviar el formato firmado, el cual será utilizado para calificar al estudiante.

## CAPÍTULO VI. El Tutor académico

**Artículo 36.** El Tutor académico es un profesor de la escuela de Ingeniería Mecánica Escogido libremente por el estudiante y nombrado por la Comisión de Proyectos, cuya función será la de asesorar y supervisar el desarrollo general de la pasantía.

**Artículo 37.** Cuando un estudiante no consiga un Tutor académico, la Comisión de pasantías

---

---

puede asignarle, uno dentro de la plantilla profesoral.

**Parágrafo único:** La designación de Tutor académico por la comisión de pasantías es de obligatoria aceptación por parte del profesor y del estudiante.

**Artículo 38.** El Tutor académico es el responsable para solicitar modificaciones a los objetivos y alcances del proyecto ante la comisión de pasantías.

**Artículo 39.** Las funciones del Tutor académico son:

- s) Asesorar al pasante en cuanto a la selección de bibliografía de referencia para la realización de la pasantía.
- t) Supervisar el cumplimiento del programa de actividades planteado en el plan de trabajo mediante la revisión de informes de avance.
- u) Supervisar que el proyecto se esté desarrollando con la calidad esperada.
- v) Estudiar las solicitudes de modificaciones al plan de trabajo presentadas por el tutor industrial de común acuerdo con el estudiante y tramitarlas a la comisión de pasantías si las considera adecuadas. Esto se debe hacer antes de la presentación del reporte final.
- w) En caso de recibir un reporte del tutor industrial que indique incumplimiento por parte del pasante en las tareas asignadas, debe estudiar dicho reporte y tramitarlo a la comisión de pasantías para definir responsabilidades.
- x) Decidir si el alcance y los objetivos del Proyecto han quedado satisfechos para dar curso a la presentación del Reporte Final y la Exposición Oral, lo cual se reflejará en un documento de autorización. De no ser así, el tutor académico tiene la potestad de negar la presentación del reporte final.
- y) Asesorar al pasante para la elaboración de su informe de pasantías de acuerdo con la normativa y de la elaboración de la presentación oral.
- z) Verificar que el pasante realice las modificaciones propuestas en el documento en su versión final tras la evaluación del reporte final y la exposición Oral por el jurado.
- aa) Firmar la "planilla de finalización", para hacer constar que el pasante ha cumplido con el requisito de hacer las correcciones requeridas durante la exposición oral y las ha incluido en el documento final.

**Artículo 40.** El Tutor académico forma parte del jurado examinador. Este debe considerar para su calificación la evaluación cualitativa enviada por el tutor industrial.

## CAPÍTULO VII. El cotutor

**Artículo 41.** En el caso de que se haga necesario que un especialista participe en la codirección de la Pasantía, el tutor académico debe estudiar, y en su caso aprobar, la participación del mismo. Su participación será considerada como de "codirección" de la Pasantía.

**Artículo 42.** Para ser cotutor se requiere ser ingeniero o profesional calificado en el área de elaboración de la Pasantía. En el caso de no ser ingeniero, la evaluación de la calificación deberá ser avalada por la comisión de pasantías a solicitud del tutor académico.

**Artículo 43.** En caso de la existencia de un Cotutor de la Pasantía, éste podrá sustituir al tutor académico en todas sus funciones, a solicitud de este último y con la aprobación de la Comisión de Pasantías.

**Artículo 44.** Las funciones del Cotutor de Pasantías son:

- e) Orientar al estudiante a fuentes de información adecuadas.
  - f) Supervisar que el proyecto desarrollado durante la pasantía se esté desarrollando con la calidad esperada.
  - g) Discutir y en su caso sugerir al tutor industrial o al tutor académico de común acuerdo con
-

---

el estudiante las modificaciones al proyecto que fuesen necesarias.

## CAPÍTULO VIII. El Jurado

**Artículo 45.** Se entiende como Jurado de la Pasantía especial al grupo de tres Profesores y un suplente, dentro de los cuales se encuentra el Tutor académico.

**Parágrafo único.** En el caso de que un miembro del jurado por razones de causa mayor se ausente, o no pueda asistir a las diferentes evaluaciones, la ausencia de éste es cubierta por el miembro suplente del jurado.

**Artículo 46.** La función del Jurado es evaluar el plan de trabajo, el desarrollo, el Reporte Final y la Exposición Oral final de la pasantía. También debe realizar la evaluación del Tutor Industrial y para verificar que éste satisfaga las condiciones mínimas indispensables para una asesoría satisfactoria al estudiante.

**Artículo 47.** La designación de los miembros del Jurado de la pasantía se establece por decisión de la comisión de pasantías y el nombramiento se lleva a cabo cuando el estudiante, introduce el plan de trabajo. El jurado se escoge preferentemente entre los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 48.** Las labores secretariales del jurado, como el llenado de formularios y planillas, entrega de notas a la comisión, organización de las reuniones, y otros que se requieran, son responsabilidad del tutor académico.

## TÍTULO IV. De la Presentación y Evaluación

### CAPÍTULO I. La presentación del proyecto elaborado durante la pasantía.

**Artículo 49.** La presentación final del proyecto elaborado durante la pasantía consta de dos partes:

- c) Un informe final escrito, elaborado según las normas de presentación de proyectos y pasantías.
- d) Una exposición oral y pública.

**Artículo 50.** En las dos semanas siguientes a la fecha estipulada para la finalización de las pasantías el pasante entrega tres ejemplares del informe final de la pasantía sin empastar, junto con la planilla de evaluación cualitativa llenada por el tutor industrial en tres ejemplares en sobre sellado y con el documento de autorización de entrega de informe final llenado por el tutor académico, según modelos establecidos por la comisión de pasantías.

**Parágrafo primero.** Si por alguna razón de causa mayor el pasante no puede entregar el informe final en el lapso establecido, la comisión de pasantías puede establecer condiciones para una entrega tardía del informe.

**Parágrafo segundo.** Si el pasante no entrega el informe final en el lapso establecido, sin justificación o si no cumple con las condiciones establecidas por la comisión para una entrega tardía, el estudiante se considera ausente a la presentación, se le califica con cero uno (01).

**Artículo 51.** El formato del informe final de pasantías es establecido por la comisión de pasantías, e incluido en la normativa de presentación de informes de proyectos y pasantías. Este informe podrá adoptar el capitulado que se considere más adecuado para la temática cubierta, pero en todo caso, debe seguir el criterio de garantizar que el informe contenga al menos, cinco capítulos o bloques de conceptos que cubran:

- e) Una introducción general que, entre otros aspectos, deberá plantear el problema o propósito del proyecto elaborado durante la pasantía.
-

- 
- f) Una presentación de la empresa o institución donde fue elaborada la pasantía.
  - g) Una revisión de la literatura que incluya: análisis de los antecedentes, trabajos previos, teorías relevantes o investigaciones relacionadas.
  - h) Una exposición detallada de lo realizado durante la pasantía.
  - i) Conclusiones del trabajo en términos del objetivo o los propósitos originales.

**Artículo 52.** El coordinador de pasantías dispone de dos (02) días hábiles para despachar el reporte final a los jurados y notificarle las fechas entre las cuales deberá fijarse la exposición oral del mismo, la cual debe realizarse entre la segunda y tercera semana hábil posterior a la presentación del informe final escrito.

**Artículo 53.** El jurado dispone de cinco (5) días hábiles para fijar el día de la exposición oral y notificarlo a la comisión de pasantías. La comisión debe publicar en cartelera la fecha de presentación al menos dos (2) días hábiles antes de ésta.

**Artículo 54.** La exposición oral se lleva a cabo ante el jurado examinador designado por la comisión de pasantías y es de carácter público.

**Parágrafo único.** En el caso de que la empresa o institución requiera, por razones de confidencialidad de los resultados presentes en el informe, la realización de la exposición con la presencia de jurado exclusivamente, el tutor industrial debe indicarlo por escrito a la comisión de pasantías en el formulario de propuesta de tema de pasantías. Si la empresa lo requiere los jurados deberán firmar un documento de compromiso de mantener confidencial los resultados presentados.

**Parágrafo segundo.** En ningún caso persona alguna del público puede participar o alterar el desarrollo del examen, pudiendo ser causa de suspensión del mismo.

**Artículo 55.** El jurado indica al iniciarse la exposición oral, la mecánica a seguir durante el desarrollo de esta actividad. Es facultad de este el posponer o suspender el examen ante casos de contingencia grave o causa mayor fuera del control del jurado.

**Artículo 56.** En general, la exposición oral tiene las siguientes etapas:

- e) Presentación de la pasantía por parte del pasante. La duración de esta presentación debe ser entre 30 y 45 minutos.
- f) Preguntas y cuestionamientos por parte del jurado sobre el contenido de la exposición oral y del documento escrito, y sobre aquellos aspectos que se establezcan como pertinentes para determinar la capacidad profesional del estudiante. Es potestad del jurado pedir al estudiante (e invitados si los hubiere) el que abandonen la sala antes de iniciar esta etapa, para discutir libremente el orden, tipo y naturaleza de las preguntas. Es recomendable que el tiempo máximo para formular las preguntas y escuchar las respuestas no supere a los 15 minutos.
- g) Al concluir el examen oral, hay una fase de deliberación libre y reservada por el jurado examinador, para lo cual el pasante (y público, si lo hubiere) tienen que abandonar la sala.
- h) Informe al pasante los resultados y comentarios sobre su pasantía.

**Artículo 57.** Es responsabilidad del pasante, la obtención de los equipos y/o recursos necesarios para la presentación y asegurarse que éstos tengan las características necesarias e indispensables.

**Artículo 58.** Si el jurado solicita hacer correcciones al reporte escrito, estas correcciones son notificadas por escrito para lo cual se debe llenar un formato establecido por la comisión de pasantía en original y copia, en donde se indica la fecha límite para la entrega de las correcciones, las cual no debe ser mayor a los diez días hábiles.

---



---

**Artículo 59.** Una vez realizadas las modificaciones el tutor académico debe dar su aprobación escrita a las correcciones e indicar que procede pasar a la fase final de entrega del informe de pasantía.

**Artículo 60.** Una vez calificada la pasantía y realizadas la correcciones pertinentes el pasante debe entregar dos ejemplares del informe empastado a la comisión de pasantías, junto con una versión electrónica del mismo, cuyo formato será reglamentado por la comisión de pasantías.

## **CAPÍTULO II. La evaluación de las pasantías.**

**Artículo 61.** Son susceptibles de evaluación:

- e) Las actividades realizadas durante el desarrollo de la pasantía. El tutor industrial es el responsable directo de su evaluación, quien debe llenar el formato de evaluación cualitativa elaborado por la comisión de pasantías y enviarlo al coordinador en un sobre sellado.
- f) El informe escrito de la pasantía, el cual es evaluado por el jurado.
- g) La Exposición Oral, que consiste básicamente en la presentación y exposición del trabajo realizado durante la pasantía y cuya evaluación es realizada por el jurado.

**Artículo 62.** El jurado dispone para la evaluación del informe escrito y para hacer sus observaciones y/o correcciones pertinentes si se dieran a lugar, del tiempo que transcurra entre la recepción del mismo y la fecha estipulada por ellos para la exposición oral.

**Artículo 63.** El jurado debe realizar la evaluación de la presentación oral de la pasantía inmediatamente después de finalizada la presentación.

**Artículo 64.** El jurado debe asignar al estudiante una calificación de consenso entre cero (00) y veinte (20) puntos, que incluya en forma global todas las partes del proyecto sujetas a evaluación. Para ello debe tomar en cuenta lo indicado por el tutor industrial en el formato de evaluación cualitativa de la pasantía.

**Parágrafo único.** En el caso que el jurado no se lograra un consenso para la nota, cada jurado asigna una nota individual y estas se promediarán.

**Artículo 65.** Según la calificación asignada por el jurado su veredicto puede ser:

- d) Aprobado sin condiciones, si la calificación es superior o igual a 10 puntos, y el informe final no requiere correcciones.
- e) Aprobado con condiciones, si la calificación es superior o igual a 10 puntos, y se requieren correcciones al informe final para su entrega.
- f) Reprobado, si la calificación es inferior a 10 puntos

**Artículo 66.** Según la relevancia científica o técnica de la pasantía y la calidad de elaboración y presentación del informe escrito el jurado puede otorgar las siguientes menciones:

- d) Mención publicación, cuando se tratase de una pasantía excepcional digna de ser conocida por la comunidad nacional al menos. Solo podrá otorgarse esta mención si la calificación de la pasantía es superior o igual a 19 puntos. En este caso el tutor académico tiene la responsabilidad de orientar y ayudar al pasante para que su trabajo sea considerado por algún congreso o revista científica nacional, o para que participe en algún concurso. Estos informes son enviados a la biblioteca de la facultad.
  - e) Mención biblioteca, cuando se tratase de una pasantía bien realizada pero no excepcional, y que se considere que la información contenida en el informe sea de importancia para la comunidad estudiantil de la Universidad de Los Andes. Solo se le puede otorgar esta mención a las pasantías aprobadas. En este caso el informe es enviado a la biblioteca de la facultad.
  - f) Sin mención, cuando la pasantía este reprobada, o para pasantías aprobadas, donde la
-

---

calidad de elaboración del informe final no permite ponerlo a disposición del público en general. En este caso el informe final queda archivado solo en el archivo de la comisión de pasantías de la escuela de Ingeniería Mecánica.

**Parágrafo único.** En el caso que la empresa o institución donde se realiza la pasantía requiera la confidencialidad de los resultados, el informe final queda archivado solo en el archivo de la comisión de pasantías independientemente de la mención otorgada al pasante.

**Artículo 67.** Para la formalización de la evaluación de la pasantía se observan los siguientes procedimientos y formas:

- d) Si la pasantía es aprobada sin condiciones se llena la planilla de evaluación de pasantías por triplicado. Un ejemplar se envía a la comisión de pasantías, otro ejemplar se coloca en la versión final empastada del informe, y el tercer ejemplar queda para el archivo del tutor académico.
- e) Si la pasantía es aprobada con condiciones, se deben realizar las correcciones o modificaciones señaladas antes de llenar la planilla de evaluación de pasantías, estas deben realizarse en un plazo no mayor a los diez días hábiles. El plazo se inicia a partir de la fecha de presentación oral de la pasantía.
- f) Si se reprueba la pasantía el estudiante debe iniciar un proceso para someter una pasantía o proyecto totalmente nuevo.

**Artículo 68.** La planilla de evaluación de pasantías debe contener la información siguiente:

- f) Calificación obtenida.
- g) Condiciones para la aprobación.
- h) Mención otorgada.
- i) Observaciones si las hay.
- j) Firmas del Jurado.

**Artículo 69.** El fallo del jurado se informa al estudiante al final de la Exposición Oral, una vez que el jurado haya deliberado la decisión.

**Artículo 70.** El veredicto del jurado es inapelable.

**Artículo 71.** Se utiliza la calificación de "En Progreso" (EP) para el caso de pasantías a las que se haya otorgado una prórroga. En ningún caso se puede tener EP por más de un semestre académico.

**Artículo 72.** En los casos de plagio plenamente comprobado por el jurado, de otras pasantías, tesis y/o proyectos de grado, productos de investigación o trabajos académicos se procede a calificar el proyecto con cero uno (01) reprobando el proyecto.

## **TÍTULO V. DISPOSICIONES FINALES**

### **CAPÍTULO I. De los Derechos de Autor.**

**Artículo 73.** La empresa o institución deberá especificar al momento de enviar propuestas de tema las condiciones respecto al derecho de autor del trabajo a realizar, para ello la comisión de pasantías suministra una planilla en donde se deben especificar todos los detalles al respecto, la cual será firmada por el tutor industrial en representación de la empresa, el tutor académico en representación de la universidad y el pasante.

**Parágrafo primero.** En el caso de ausencia de la planilla antes mencionada la Escuela de Ingeniería Mecánica se reserva todos los derechos de autor y/o explotación de los resultados de la Pasantía.

**Parágrafo segundo.** En el caso que el tutor académico no este de acuerdo o tenga dudas

---

---

respecto a la aplicabilidad o legalidad de alguna cláusula referida a derechos de autor solicitada por la empresa este deberá solicitar a la comisión de pasantías el asesoramiento.

**Artículo 74.** El uso o aprovechamiento académico de un informe de pasantías por terceros sólo esta restringido por la observación de las normas de manejo bibliográfico y documental en los términos éticos de aceptación internacional, propiedad industrial y de derechos de autor. A excepción de que la empresa haya estipulado confidencialidad de los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO II. Disposiciones transitorias.**

**Artículo 75.** El presente reglamento entra en vigor al momento de la aprobación del nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica.

**Artículo 76.** Cuando se realicen modificaciones aprobadas, la reforma entra en vigor a partir de los quince días de ser aprobada el Acta de la reunión del Consejo de Escuela y después de haberse cumplido con el requisito de haber modificado el texto oficial de este reglamento.

## **CAPÍTULO III. Disposiciones finales.**

**Artículo 77.** Para modificar el presente reglamento deberá existir petición de parte, pudiendo ser formulada por representantes de los alumnos, el profesorado y cualquier autoridad de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Dicha petición se dirigirá a la Comisión de Pasantías y ésta se dará el tiempo, los elementos e instancias necesarias para discutir la petición y proponer al Consejo de Escuela su Modificación. La Comisión de Pasantías apoyará permanentemente al Consejo de Escuela para actualizar, perfeccionar o modificar el presente reglamento.

**Artículo 78.** El Consejo de Escuela de la Escuela de Ingeniería Mecánica debe mantener a disposición del público una copia oficial del presente reglamento y debe velar por que existan copias suficientes y actualizadas en la biblioteca y en la red.

**Artículo 79.** Toda norma, disposición o regla anterior que contravenga al presente reglamento se debe considerar no escrita o ser debatida en el seno del Consejo de Escuela.

**Artículo 80.** Todo lo no contemplado en el presente reglamento debe ser decidido por el Consejo de Escuela.

<b>Fecha de elaboración del reglamento: 21 de Febrero de 2005.</b>
--

<b>Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica.</b>
---

**Firma y sello de escuela.**