

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes

## **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>
<b><u>PRIMER PERÍODO</u></b>			
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
<b><u>SEGUNDO PERÍODO</u></b>			
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
<b><u>TERCER PERÍODO</u></b>			
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>
<b><u>CUARTO PERÍODO</u></b>				
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**

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

**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

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes

<b>CODIGO</b>	<b>MATERIA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>T P L U</b>	<b>PRELACIÓN</b>
<b>ELECTIVAS</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 (Area 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 dé 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 1

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: calculo, 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 Castigiano 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  
ESCUOLA 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 cinegéticos. Grados de Libertad. Fórmula de Grubler. Cadenas cinemática. Inversión. Ley de Grashoff. Problemas.

**TEMA II**

**MECANISMOS ARTICULADOS TIPICOS.**

Mecanismos de cuatro barras. Puntos muertos. Mecanismos de manivela-bielo 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, parábólico 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 hipoidiales. 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 recalcado 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. Calculo 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 d e 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 1**

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  
ESCUOLA 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. Gradienes 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. Doblado y curvado. 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 1**

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  
ESCUOLA 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

Ánalisis 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:

MANTEINIMIENTO 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:**

**CODIGO:**

**PRELACIONES:**

**HORAS TEORICAS SEMANALES:**

**HORAS PRACTICAS SEMANALES:**

**UNIDADES:**

**MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y  
TRANSPORTE**

IMT307

IMT207 – IMT301

4

1

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 cáñamo y metálicas. Control, sujetaciones 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". Rígidez 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. Martempering. 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 sulfurización.

#### 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: Anoforming. 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:**

**CODIGO:**

**PRELACION:**

**HORAS TEORICAS SEMANALES:**

**HORAS PRACTICAS SEMANALES:**

**UNIDADES:**

**ANALISIS EXPERIMENTAL  
DE ESFUERZOS**

IMT311

IMT202

3

3

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. Polariscopios, 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. Escorrimiento. 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 antirolido. 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 FRENO:**

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 1

##### 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	IMC2O1
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 quasi 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**

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes

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 sobre calentado. 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. Liquación 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 misibles en estado líquido. Eutéticas. 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 temarios. 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 comprensibles e incomprensibles. flujo isentrópico. flujo de Fenno. flujo de Reyleigh 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  
ESCUOLA 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

HORAS TEORICAS SEMANALES

HORAS PRACTICAS SEMANALES

UNIDADES

#### 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 orítico 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 placas 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 cigüeñal. 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 pmc. 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 dc 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 ja 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  
ESCUOLA 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**

Repuestas 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 dc 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 líquido con acción proporcional. Características de la acción proporcional. Acción integral: Ejemplo de un sistema de control de nivel líquido usando la acción integral: Ejemplo de un sistema de control de nivel líquido usando la acción integral. Característica de la acción integral. Acción derivativa: Ejemplo de un sistema de control de nivel líquido 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 Nyquist. 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  
ESCUOLA 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 turbomáquina.

**TEMA IV**

Transferencia de energía entre fluído y rodete. Triángulos de velocidad. Ecuación de Euler para turbomáquinas motores y generadores. Componenetes 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**

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes

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 Optimo. 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 Hartuan, 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 automatización.

**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 cometan 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 líquido: 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 Mc Leod. 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 líquido, 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 termoeléctricos. 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.

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes

### **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, Orkuszewski

**TEMA V**

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

**TEMA VI:**

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

**TEMA VII.**

Ánálisis 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. Indices 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 inferiores 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. Indices 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. Índices 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 serpentines 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 reciprocatores 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 projectista, planos, memoria descriptiva,

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

PROGRAMA  
CODIGO  
PERIODO  
PRELACIONES  
HORAS TEORICAS SEMANALES  
UNIDADES

MOTORES DIESEL  
IMC310  
ELECTIVAS  
IMC204  
4  
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. Cáudal 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  
ESCUOLA 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 reciprocatantes. 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 liquido 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 carcaza.

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  
ESCUOLA 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 polinominales. Polinomial, una variable función de otra variable y  $n+1$  ptos. de datos. Resoluciones de Ecuaciones lineales 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. Intérvalo de incertidumbre. Búsqueda exhaustiva, dicotómica, Fibonacci y de sección dorada. Búsqueda con vanas variables. Líneas de contorno. Búsqueda retardada y univariante. 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  
ESCUOLA 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 centrifugos. 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

cuerda. 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:

- a) 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.
- b) Aislamiento térmico.
- c) Sala de calderas - calderas - fundaciones, tanque y bomba de alimentación, tanque de purga, suministro de combustible, tratamiento de agua.
- d) Características generales de las líneas de distribución de vapor y retomo de condensado.

**TEMA IV**

Instalaciones de aire comprimido:

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

**TEMA V**

Instalaciones de vacío.

- a) Bombas de vacío.
- b) Tuberías y accesorios.
- c) 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.

## **Informe Revisión Curricular**

Anexo 1. Pensum y Programas Vigentes