

PROGRAMAS ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

ÍNDICE

S E M E S T R E	Código	Asignatura	Área	Página
4	IMEE01	Elementos de Ingeniería Eléctrica	Eléctrica	2
	IMT401	Mecánica de Materiales I	Diseño	3
	IMT402	Dibujo de Máquinas	Diseño	4-5
5	IMT501	Mecánica de Materiales II	Diseño	6-7
	IMT502	Fundament. Ciencia de Materiales	Materiales	8-9
	IMT503	Producción I	Gerencia	10-11
	IMC501	Termodinámica I	Termodinámica	12-13
	IMC502	Mecánica de Fluidos I	Fluidos	14
	IMC503	Métodos Numéricos	Matemáticas	15
6	IMT601	Elementos de Máquinas I	Diseño	16
	IMT602	Procesos de Manufactura I	Manufactura	17-18
	IMT603	Ingeniería Económica	Gerencia	19-20
	IMC601	Termodinámica II	Termodinámica	21-22
	IMC602	Mecánica de Fluidos II	Fluidos	23
	IMC603	Instrumentación	Instrum. y Cont.	24-26
7	IMT701	Teoría Maquinas y Mecanismos	Diseño	27-28
	IMT702	Materiales de Ingeniería	Materiales	29-30
	IMT703	Procesos de Manufactura II	Manufactura	31
	IMC701	Transferencia de Calor	Transf. Calor	32-33
	IMC702	Turbomáquinas	Fluidos	34-35
8	IMT801	Elementos de Máquinas II	Diseño	36-37
	IMT802	Procesos de Manufactura III	Manufactura	38-39
	IMT803	Producción II	Gerencia	40
	IMM801	Metodología de Proyectos	Común	41
	IMC801	Motores de Combustión Interna	Termodinámica	42-45
	IMC802	Teoría de Control	Instrum. y Cont.	46-47

Asignatura: ELEMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA **Código:** IMEE01
Prelaciones: FÍSICA 21, LABORATORIO GENERAL DE FÍSICA **Período:** CUARTO
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA QUÍMICA Y MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	5	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso, los estudiantes deben ser capaces de: Resolver circuitos eléctricos, describir el funcionamiento y utilidad de un transformador, detallar la utilidad y funcionamiento de una máquina asincrónica o de inducción y sincrónica, y analizar el funcionamiento de un circuito electrónico.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Leyes básicas de electricidad: Concepto de electricidad. Leyes fundamentales de la conducción eléctrica. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Inductancia y Capacitancia. Corriente alterna. Ley de Ohm y Leyes de Kirchhoff en corriente alterna. Sistemas trifásicos.

TEMA 2: Leyes básicas de electromagnetismo: Ley de Ampere. Ley de Faraday. Ley de Bjo-Savart. Materiales ferromagnéticos y paramagnéticos. Circuitos magnéticos. Analogía con circuitos eléctricos. Relay y pulsadores. Principio de funcionamiento. Principio de conservación de la energía. Máquinas eléctricas. Diagrama energético. Clasificación de las máquinas eléctricas.

TEMA 3: Transformador: Principio de funcionamiento. Utilidad. Transformador ideal y transformador real. Caídas de tensión en el transformador. Pérdidas en el transformador. Rendimiento. Transformador trifásico. Conexiones básica relación individual y relación de grupo.

TEMA 4: Máquinas de corriente alterna: Motor asincrónico o de inducción. Campo magnético giratorio. Principio de funcionamiento. Deslizamiento par motor. Balance energético del motor de inducción. Control de velocidad y par. 5 semanas.

TEMA 5: Elementos básicos de electrotecnia: Diodos, funcionamiento, curvas, características, análisis gráfico, modelo equivalente: aplicaciones, rectificadores, dispositivos amplificadores. Transistores tripulares y FET, curvas características, amplificadores operacionales, Teoría básica, modelo equivalente, aplicaciones.

Asignatura: MECÁNICA DE MATERIALES I
Prelaciones: MECÁNICA RACIONAL 10
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT401
Período: CUARTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	2	-	6	
Horas / semestre	72	36	-	108	5

OBJETIVOS GENERALES

Comprender y conocer los efectos en general que se generan en un sólido debido a un estado general de cargas estáticas. Determinar los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidas por fuerzas aplicadas, para el estudio del comportamiento de un elemento con geometría conocida cuando el sólido esta en equilibrio.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Esfuerzo y Deformación: Introducción. Concepto de esfuerzo normal y tangencial. Alargamiento y deformación unitaria normal. Deformación angular o de corte. Ensayo de tracción y Curva Esfuerzo-Deformación: Aspectos resaltantes de esta curva, en el análisis de materiales. Factores modificativos de la curva. Casos estáticamente determinados e indeterminados de barras cargadas axialmente. Tensiones de origen térmico. Ejercicios prácticos.

TEMA 2: Carga Transversal y Momento Flexionante: Relación entre carga, fuerza cortante y momento flector. Ecuaciones generales de fuerza cortante y Momento flector. Ecuación de singularidad para fuerza cortante y momento flector. Esfuerzos debidos a momentos flectores y carga transversal en vigas rectas: Esfuerzos debidos a momentos flectores en vigas de sección variable; Representación de momentos flectores en secciones transversales; Efectos en vigas sometidas a cargas axiales excéntricas. Esfuerzos debidos a fuerzas cortantes. Flexión en vigas Curvas. Ejercicios prácticos.

TEMA 3: Torsión en Barras: Discusión preliminar de los esfuerzos en un eje: Deformaciones en un eje circular. Esfuerzos en el rango elástico. Angulo de torsión en el rango elástico. Ejes estáticamente indeterminados. Relación entre torsor, potencia y velocidad angular. Diseño de ejes de transmisión. Ecuaciones empleadas en barras no circulares. Ejercicios prácticos.

TEMA 4: Estados de Esfuerzos y Deformaciones: Descripción del estado general de esfuerzos: Estado plano de esfuerzos. Esfuerzos principales normales y cortantes. Planos principales. Casos de esfuerzos biaxiales: Esfuerzos uniaxiales. Corte puro. Descripción del estado general de deformaciones. Transformación de deformación plana. Relaciones entre esfuerzos y deformaciones para un estado plano. Circulo de Mohr para esfuerzos y deformaciones planas. Análisis de barras sometidas a esfuerzos combinados. Cilindro de Pared Delgada sometidos a presión. Medidas de deformación. Roseta de deformación. Representación matricial y vectorial del estado de esfuerzos y deformaciones. Ejercicios prácticos.

TEMA 5. Deflexión en Vigas: Ecuación diferencial de la elástica: Deflexión por doble integración. Construcción de diagramas de momento por partes. Deflexión por el método de área de momento. Deflexión por el método de tres momentos. Deflexión por superposición. Resolución de vigas hiperestáticas a través de métodos convencionales (doble integración, área de momentos, tres momentos). Ejercicios prácticos.

TEMA 6. Columnas: Estabilidad de estructuras. Comportamiento de columnas largas, intermedias y cortas: Fórmula de Euler para columnas articuladas. Extensión de la fórmula de Euler a columnas con otras condiciones de extremo. Carga excéntrica en columnas. Fórmula de la secante. Fórmulas empíricas. Diseño de columnas bajo cargas céntricas y excéntricas. Ejercicios prácticos.

Asignatura: **DIBUJO DE MÁQUINAS**
Prelaciones: **SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN 20**
Tipo: **OBLIGATORIA.**
Carrera: **INGENIERÍA MECÁNICA**
Departamento: **TECNOLOGÍA Y DISEÑO**

Código: **IMT402**
Período: **CUARTO**

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	2	-	4	
Horas / semestre	36	36	-	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Comprender la importancia de la representación gráfica normalizada y su utilización en todas las áreas de Ingeniería Mecánica, como el medio de carácter universal más versátil para el intercambio de ideas. Conocer las normas y los convencionalismos que hacen del dibujo mecánico un lenguaje tecnológico. Utilizar y dominar a cabalidad los instrumentos de dibujo, incluyendo los recursos computacionales. Comprender las características, métodos de selección y representación de los elementos de máquina más comunes de Ingeniería Mecánica; y la integración armónica de estos en las máquinas. Emplear las normas y los conceptos de dibujo para la representación completa de cualquier sistema mecánico, tal que pueda ser interpretado en cualquier otro lugar del mundo regido por las mismas normas, sin necesidad de explicaciones adicionales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Conceptos Básicos: Importancia del dibujo como un lenguaje universal de la Ingeniería. Normalización: Concepto, utilidad y diversidad de normas de dibujo vigentes a escala nacional y mundial; Elementos normalizados comerciales. Las normas DIN, ANSI e ISO. Dibujo Instrumental: Uso y clasificación de los instrumentos de dibujo tradicionales. Dibujo asistido por computador: Uso del computador y periféricos como herramientas esenciales del dibujo. Elementos básicos: Tipos de letras, números, líneas, símbolos, escalas, formatos y rotulados estándar.

TEMA 2: Dibujo Asistido por Computador: Ventajas del recurso computacional. Reseña de las aplicaciones para el dibujo asistido por computador más comunes, plataformas, ambientes, dispositivos I/O y periféricos. Entidades y órdenes. El entorno gráfico en los programas de dibujo asistido por computador, menús y cuadros de diálogo, barra de estado, barras de herramientas (estándar y flotantes), barra de propiedades, órdenes de visualización, órdenes transparentes, teclas de función, modos de referencia, órdenes de edición, control de capas, bloques y atributos, acotación y órdenes para impresión.

TEMA 3: Proyecciones Convencionales: Introducción. Proyecciones axonométricas y oblicuas: Clasificación, usos y características de los distintos tipos de proyecciones axonométricas y oblicuas en los diferentes sistemas. Proyecciones ortogonales en sistema ISO: Interpretación y construcción de vistas ortogonales; Vistas suficientes de un sólido y de un ensamble mecánico. Visibilidad.

TEMA 4: Vistas Auxiliares y Cortes: Vistas auxiliares; significado, características y aplicaciones. Cortes o secciones en sistemas ISO: Importancia y clasificación (corte completo, parcial, quebrado, sesgado, girado, desplazado). Representación gráfica de materiales en las secciones: Normas para el rayado de los cortes y sus disposiciones. .

TEMA 5: Acotamiento: Cotas convencionales en Sistema ISO: Elementos básicos de acotamiento (líneas de cota, líneas auxiliares, etc.); Composición y simbología (números de cota, acotamiento de diámetros, radios, cuadrados, esferas, conos, acotamiento de arcos y ángulos, cruz diagonal y otros símbolos utilizados adicionalmente). El propósito de un dibujo y su influencia en el acotamiento. Elaboración de planos de conjunto y despiece.

TEMA 6: Ajustes y Tolerancias: Tolerancias: Concepto y aplicación. Tolerancias de tamaño: Apreciación; Selección de tolerancias dimensionales con las tablas ISA para agujero único y para eje

único. Ajustes: Concepto y aplicación. Tolerancias de forma: Concepto, símbolos y usos. Tolerancias de posición: Concepto, símbolos y usos. Grados de rugosidad y acabado superficial: Simbología, concepto y usos. .

TEMA 7: Representación de Elementos de Sujeción Removibles y Órganos Flexibles: Concepto y Clasificación de los elementos de sujeción removibles: Pasadores, prisioneros, chavetas, arandelas (planas, de seguridad, de muelle, elásticas, de retención y de cierre), tipos de retenes, remaches, pernos, tornillos y tuercas. Tornillería normalizada: Tipos y aplicaciones de roscas (rosca métrica, whitworth, UNC, UNF, UNEF, ACME, cuadrada, en V, diente de sierra, redonda, trapecial, sinfín o de gusano, etc.); Tipos de cabeza y de terminación, paso, grado y otros parámetros de diseño y selección. Órganos flexibles: Clasificación, terminología, representación y símbolos. Resortes para trabajar a compresión, a tracción, a flexión, a torsión y las ballestas.

TEMA 8: Representación de Elementos de Sujeción no Removibles: Concepto y clasificación de los elementos de sujeción no removibles. Soldadura por fusión en sistema ISO: Clasificación (oxiacetilénica, por arco eléctrico, MIG, TIG, etc.). Tipos de juntas: Cordones a tope; Cordones frontales; Cordones angulares; Simbología de la soldadura especializada. Remaches y otros tipos de elementos de unión. Representación gráfica y/o simbólica.

TEMA 9: Representación de Instalaciones de Tuberías: Componentes comunes de un sistema de tubería: Espesores normalizados; Unión por bridas, por soldadura y roscada; Accesorios (codos, válvulas, trampas, reguladores, filtros, etc.). Símbolos para instalación de tuberías. Vistas ortogonales y axonométricas (isométricas). .

TEMA 10: Sistemas de Transmisión por Correas-Poleas: Clasificación general de los distintos sistemas de transmisión entre ejes: Particularidades y usos. Transmisiones mediante correas-poleas: Cálculo, selección, y representación.

TEMA 11: Sistemas de Transmisión por Cadenas: Transmisión mediante cadenas-ruedas dentadas: Cálculo, selección y representación de ruedas para cadena estándar de rodillo; perfil del diente; Tipos normalizados de cadena; Representación y acotamiento del sistema.

TEMA 12: Teoría de los Engranés: Introducción: Tipos de engranes. Análisis de los engranes cilíndricos con dientes de involuta: Ley fundamental del engrane; Superficies que producen rodadura pura; El perfil evolvente; Normalización de los engranes; Interferencia en una pareja de engranes; Relación de transmisión; Razón de contacto. Parámetros y perfiles del diente en los distintos sistemas: Módulo, Pitch. Trazado de dientes de perfil evolvente exacta.

TEMA 13: Sistemas de Transmisión por Engranés: Introducción: Trenes de engranes simples y planetarios (epicicloidales). Métodos para el análisis cinemático de trenes de engranes: Método de tabulación; Método de fórmula. Aplicaciones de los trenes de engrane planetarios: Cabrias, transmisiones automáticas y manuales; diferenciales. Sistemas de transmisión mediante engranes de dientes rectos: Cálculos, dimensionamiento y representación.

Asignatura:	MECÁNICA DE MATERIALES II			Código:	IMT501
Prelaciones:	MECÁNICA DE MATERIALES I Y MATEMÁTICAS 40.			Período:	QUINTO
Tipo:	OBLIGATORIA				
Carrera:	INGENIERÍA MECÁNICA				
Departamento de adscripción de asignatura:	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	6	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Comprender y conocer los efectos que se generan en forma general, en un sólido debido a un estado general de cargas estáticas y dinámicas. Determinar los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos producidos por fuerzas aplicadas, para el estudio del comportamiento de un elemento con geometría conocida.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Estudio de los Esfuerzos y Deformaciones Tridimensionales en la Región Elástica: Introducción. Esfuerzo Sobre un Plano Cualquiera: Resultante, Normal y Tangencial; Componentes escalares del esfuerzo resultante sobre un plano coordenado. Estado de esfuerzo en un punto: Tensor de Esfuerzos; Esfuerzos principales; Esfuerzos de Corte Máximos. Relación de las componentes de los esfuerzos referidos a dos sistemas ortogonales distintos. Representación gráfica del estado de esfuerzo en un punto: Círculo de Mohr. Ecuaciones de Equilibrio para los Esfuerzos. Estudio de las Deformaciones en el Espacio: Ecuaciones de Compatibilidad para las deformaciones; Deformación Infinitesimal de un elemento de línea; Tensor de Deformaciones; Deformaciones Principales; Deformaciones Angulares máximas. Representación gráfica del Estado de Deformación en un Punto: Círculo de Mohr. Relaciones Esfuerzo-Deformación para Materiales Elásticos. Esfuerzo Plano y Deformación Plana: Esfuerzo Plano; Deformación Plana. Problemas.

TEMA 2: Aplicaciones de la Teoría de la Elasticidad: Introducción. Cilindros de pared gruesa sometidos a presión interna y externa. Cilindros en esfuerzo plano. Cilindros en deformación plana. Cilindros compuestos. Discos y cilindros en rotación. Esfuerzos térmicos en discos de espesor constante. Esferas sometidas a presión interna y externa, cambios de temperatura. Teoría de Hertz. Presión entre dos esferas en contacto. Presión entre dos cuerpos en Contacto, caso más general. Teoría de mecánica de la fractura. Estudio de grietas. Tenacidad a la fractura. Problemas.

TEMA 3: Teorías de Falla Estática: Introducción. Factor de Seguridad. Teorías Fundamentales de Falla: Esfuerzo Normal; Esfuerzo Normal Máximo; Deformación Unitaria Máxima; Esfuerzo de Corte Máximo; Fricción Interna o de Mohr-Coulomb; Energía Máxima de Deformación; Energía de Distorsión; Esfuerzo Cortante Octaédrico. Comparación de las Teorías de Falla para un Estado de Esfuerzos Biaxial. Resumen y Evaluación de las Teorías. Evaluación de Teorías de Falla para un Estado de Esfuerzos Triaxial. Ejemplos.

TEMA 4: Métodos Energéticos: Introducción. Energía Potencial elástica Principio del trabajo virtual. Principio del trabajo mínimo. Energía de deformación. Energía de deformación de una barra prismática. Primer teorema de Castigliano. Energía complementaria de deformación. Cargas de Impacto. Concepto de carga de impacto. Hipótesis simplificadoras. Deformación axial por Cargas de impacto. Flexión y/o torsión por impacto. Problemas

TEMA 5: Resistencia a la Fatiga: Introducción. La Naturaleza del Esfuerzo Cíclico. Determinación de la Resistencia a la Fatiga: Para la Probeta y Vida Finita. Determinación del límite a la fatiga de un elemento real sin entalle: Factores Modificativos de Superficie, Tamaño, Carga, Temperatura y Efectos Diversos. Determinación del límite a la fatiga de un elemento real con entalle: Factor de Concentración de Esfuerzos para Múltiples Entalles; Factor de Concentración de Esfuerzos para

Chaveteros de Acero. Ciclos de Esfuerzo: Esfuerzo con Amplitud Constante; Esfuerzo con Amplitud Variable (Aleatoria). Diseño para el Caso de Esfuerzos Fluctuantes: Teorías Lineales en la Fatiga; Teorías no Lineales en la Fatiga. Diseño contra Falla por Fatiga para Vida Infinita debido a Esfuerzos Combinados: Teoría del Esfuerzo de Corte Máximo-Soderberg; Teoría de la Energía de Distorsión-Soderberg; Teoría del Esfuerzo Normal Máximo-Goodman. Diseño contra Falla por Fatiga para Vida Finita debido a Esfuerzos Combinados. Diseño para diferentes Niveles de Esfuerzo o de amplitud variable. Problemas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1: Viga en Flexión: Estudio de Flexión en Vigas de sección rectangular. Medición mediante el uso de extensómetros de resistencia eléctrica y puente de Wheatstone de las deformaciones en una viga de aluminio simplemente empotrada. Obtención de los valores de tensión que definen los diagramas de esfuerzo-deformación reales y teóricos. Medición de las magnitudes de deflexión de la viga para definir la curva de la elástica teórica y real que presenta ésta.

PRÁCTICA 2: Carga Excéntrica: Estudio de la variación de Esfuerzo-Deformación en placa de aluminio con carga aplicada excéntricamente. Estudio experimental y analítico de la variación de los esfuerzos y deformaciones a lo largo de una placa de aluminio perforada y cargada excéntricamente. Manejo de puente de Wheatstone con el selector de 10 canales.

PRÁCTICA 3: Cilindro de Pared Delgada. Estudio práctico de los esfuerzos tangenciales y longitudinales que se generan en un cilindro de pared delgada. Análisis del estado tensional bidimensional y de deformación que se produce en el cilindro de pared delgada. Evaluación del estado tensional principal.

PRÁCTICA 4: Fotoelasticidad: Análisis del estado tensional en Elementos curvos. Estudio de las tensiones y deformaciones producidas en un gancho de grúa, sometido a la acción de carga externa, utilizando material fotoelástico.

Asignatura: FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES **Código:** IMT502
Prelaciones: QUÍMICA 11 MECÁNICA DE MATERIALES I **Período:** QUINTO
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	5	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de los fundamentos que rigen los materiales de ingeniería.

CONTENIDO PROGRAMATICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción: Historia de los materiales y sus usos. Ciencia e ingeniería de materiales. Materiales de ingeniería. Competencia y perspectivas futuras de los materiales.

TEMA 2. Estructura de los materiales: La materia y sus estados físicos. Aspectos sobre los enlaces interatómicos en los materiales. Estructuras cristalinas y redes espaciales, características básicas y parámetros cristalográficos. Densidades y empaquetamientos atómicos. Estructuras no cristalinas. Estructuras de los materiales de ingeniería. Polimorfismo o alotropía.

TEMA 3. Imperfecciones cristalinas: Estructura ideal y real de los materiales. Imperfecciones o defectos cristalinos. Defectos puntuales. Defectos lineales. Defectos superficiales. Defectos no cristalinos (macroscópicos). Esfuerzos internos por defectos cristalinos.

TEMA 4. Movimiento atómico en los materiales: La difusión. Mecanismos de difusión. Energía de activación para la difusión. Leyes de Fick de la difusión. El coeficiente de difusión y la temperatura. Tipos de difusión. Usos industriales de la difusión (generalidades).

TEMA 5. Solidificación y procesamiento de los materiales: Fusión y aspectos básicos del estado líquido. Fundamentos de la solidificación. La polimerización y sus características. Estructuras de solidificación en los materiales. Defectos físicos de la solidificación. Segregación dendrítica y macrosegregación. Tratamiento de homogenización. Solidificación vítrea de los materiales.

TEMA 6. Diagramas de fases en equilibrio termodinámico: Definición de fase y diagrama de fases, condición de equilibrio termodinámico. Aspectos sobre los métodos de obtención de diagramas. Diagrama de fases de sustancias puras. Regla de las fases de Gibbs. Diagrama isomorfo binario, reglas de Hume-Rothery, regla de la palanca. Transformaciones invariantes. Diagramas eutécticos binarios. Diagramas con fases intermedias. Diagramas de fases ternarios.

Tema 7. Propiedades y ensayos mecánicos de los materiales: Propiedad y comportamiento de un material. Propiedades sensibles e insensibles a la microestructura. Propiedades físicas insensibles a la microestructura. Elasticidad y plasticidad (enfoque atómico). El ensayo de tensión y propiedades resultantes. Módulo de Young y enlaces atómicos. Fracturas dúctil y frágil. Tenacidad y ensayo de impacto, tenacidad a la fractura. Dureza y ensayos de dureza. Fatiga y ensayo de fatiga. Fluencia lenta.

Tema 8. Deformación plástica y recocido de recristalización: Procesos primarios y secundarios de deformación plástica. Mecanismos de deformación plástica en monocristales, características y evaluación. Deformación plástica de policristales. Trabajo en frío, características básicas y métodos. Esfuerzos residuales. Recocido de recristalización, etapas, características microestructurales y mecánicas. Trabajo en caliente, características básicas. Superplasticidad.

Tema 9. Propiedades eléctricas, ópticas y térmicas de los materiales: Ley de Ohm y conductividad eléctrica. Control de la conductividad en metales. Superconductividad. Conductividad en cristales

iónicos y polímeros. Semiconductores. Fotones y el espectro electromagnético. Fenómenos de emisión de rayos. Interacción de fotones con un material. Capacidad térmica y calor específico. Choque térmico.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Metalografía: Preparación metalográfica de muestras de materiales metálicos.

PRÁCTICA 2. Curva de enfriamiento: Obtención de la curva de enfriamiento durante la solidificación de un material metálico.

PRÁCTICA 3. Diagramas de fases: Caracterización microscópica de aleaciones específicas de acuerdo al diagrama de fases al que pertenezcan.

PRÁCTICA 4. Ensayos mecánicos: Ensayos de tracción e impacto, introducción al ensayo de fatiga.

PRÁCTICA 5. Ensayo de dureza: Ensayos de dureza Brinell, Vickers y Rockwell de muestras de varios materiales.

PRÁCTICA 6. Recocido de recristalización: Estudio de muestras antes y después de realizar el recocido de recristalización, mediante metalografía y dureza.

PRÁCTICA 7. Expansión térmica y choque térmico: Determinación del coeficiente de dilatación térmica y prueba de choque térmico en materiales seleccionados.

Asignatura: PRODUCCIÓN I
Prelaciones: ESTADÍSTICA
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT503
Período: QUINTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	-	-	3	
Horas / semestre	54	-	-	54	3

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la función de producción y la dirección de las operaciones en cualquier empresa.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

TEMA 1. Función de producción y operaciones en una empresa u organización: Definición de la función de producción y operaciones. Visión sistémica de una organización. Evolución histórica de la gerencia de operaciones. Misión y estrategia de la función de producción y de operaciones.

TEMA 2. Modelos y tipos de producción en empresas u organizaciones.

Modelos de los sistemas de producción. Ciclo de vida de un producto y tipos de sistemas de producción. Factores de producción. Gráfica del punto de equilibrio.

TEMA 3. Marco legal en que se desenvuelve la función de producción en las empresas venezolanas: Ley de ejercicio profesional del ingeniero y profesiones afines. Ley del trabajo. Establecimiento legal de las empresas en Venezuela.

UNIDAD II. GERENCIA DE PRODUCCIÓN EN EMPRESAS U ORGANIZACIONES

TEMA 4. Productividad, competitividad, confiabilidad y mantenibilidad: Definición de: Productividad, competitividad y mantenibilidad. Relación entre Productividad, calidad y eficiencia. Confiabilidad: Sistemas en serie y paralelo.

TEMA 5. Diseño del producto y selección del proceso en empresas de servicios: Naturaleza e importancia de los servicios. Clasificación operacional de los servicios. Diseño de organizaciones de servicio. Estructura del encuentro cliente-servicio: matriz de diseño de un sistema de entrega de servicios. Usos estratégicos de la matriz de diseño de servicios. Tres diseños de servicios contrastantes: método de la línea de producción, método de autoservicio y método de atención personalizada.

TEMA 6. Estrategias de gerencia de recursos humanos: Objetivos y restricciones de las estrategias de manejo de Recursos Humanos. Planificación de la mano de obra. Diseño y mejoramiento de actividades de trabajo.

TEMA 7. Fundamentos de ergonomía: Definición, alcance y aplicación de la ergonomía. La intervención ergonómica. Interfaz persona-máquina: relaciones informativas y de control. Importancia de las relaciones dimensionales. Introducción al estudio del ambiente térmico y acústico, visión e iluminación, gasto energético y capacidad física, carga mental.

TEMA 8. Estrategias de procesos y planificación de la capacidad operativa en empresas u organizaciones: Tres estrategias de proceso: enfoque de proceso, enfoque de producto y proceso repetitivo. Comparación de las estrategias del proceso. Consideraciones para seleccionar máquinas y equipos. Estrategia de procesos en servicios. Definición de capacidad. Tipos de capacidad. Planificación de las necesidades de capacidad. Árboles de decisión aplicados a la toma de decisiones de capacidad. Gestión de la demanda.

TEMA 9. Estrategia de arreglos de procesos y operaciones en empresas u organizaciones:



Tipos de arreglo: posición fija, orientado a procesos, arreglo de comercios, de almacenes, de oficinas y orientadas al producto.

TEMA 10. Análisis, diseño y medición del trabajo: Diseño del trabajo. Estudios de tiempos: Conceptos. Métodos y medición del trabajo. Datos del tiempo estándar. Tiempos predeterminados. Muestreo del trabajo. Tiempos históricos.

Asignatura: **TERMODINÁMICA I**
Prelaciones: FÍSICA 21
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC501
Período: QUINTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	2	0	5	
Horas / semestre	54	36	0	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Introducir al alumno en el estudio de la Termodinámica como una herramienta para analizar los fenómenos físicos que involucren transformaciones de energía.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I.

TEMA 1. Definiciones basicas: Definiciones de termodinámica, sistema termodinámico, límites del sistema, tipos de límites, sistema cerrado, sistema abierto, volumen de control, sistema aislado. Ejemplo de sistemas termodinámicos (tipos de sistemas y de límites). Experiencia de cambio de fase. Definición de fase, estado, propiedades. Clasificación de propiedades. Intensivas y extensivas. Ejemplos. Cambio de Estado. Sistemas de unidades. Sistemas absolutos y gravitacionales. Algunas propiedades termodinámicas. Definición e identificación del tipo de propiedad y unidades. Peso molecular, densidad, densidad molar, volumen específico, volumen específico molar, peso específico. Presión (definición y unidades). Presión atmosférica, medición de la presión. Manómetros de columna de líquido. Presión manométrica y vacuométrica. Temperatura. Ley cero de la termodinámica. Medición de la temperatura. Escalas absolutas de temperatura.

TEMA 2. Comportamiento P-v-T de sustancias puras: Estado de equilibrio termodinámico. Definición de procesos. Proceso cuasiequilibrio. Proceso isotérmico. Proceso isobárico. Proceso isométrico. Procesos de expansión y de compresión. Ciclos, representación de procesos en diagramas termodinámicos. Sustancia pura. Sustancia simple compresible. Sistema simple compresible. Cambios de fase de una sustancia pura. Fases en equilibrio. Ejemplo del proceso de calentamiento a presión constante. Estados de líquido saturado, vapor saturado seco, mezcla L + V. Temperatura de saturación. Presión de saturación. Curva de presión de vapor. Calidad. Diagrama T-v y P-v. Domo de saturación. Línea de LS. Línea de V.S.S. Isobaras, isotermas, punto crítico, isobara crítica, isoterma crítica, zona de líquido comprimido, zona de vapor sobrecalentado. Calidad de vapor. Postulado de estado. Ecuaciones de estado. Tablas Termodinámicas. Superficies termodinámicas. Gases ideales. Ecuación de estado.

UNIDAD II. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

TEMA 3. Trabajo y calor: Definición formal de trabajo en termodinámica. Convención de signos. Unidades de trabajo. Trabajo por unidad de masa. Potencia. Trabajo de frontera móvil. Trabajo de compresión. Trabajo de expansión. Proceso poli trópico de gas. Otras formas de trabajo. Transferencia de calor. Convención de signos. Unidades de calor. Calor por unidad de masa. Flujo de calor. Comparación entre calor y trabajo.

TEMA 4. Primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados: Primera ley de la termodinámica para ciclos. Primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados. Energía interna. Aplicación de la 1era. Ley a procesos isobáricos. Energía interna. Entalpía. Calor específico a volumen constante y calor específico a presión constante para sustancias puras. Energía interna, entalpía y

calores específicos para gases ideales.

TEMA 5. Primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos: Conservación de la masa en un sistema abierto, flujo másico, caudal. Conservación de la energía en sistemas abiertos. Procesos en flujo permanente. Aplicación de la Primera Ley a dispositivos que trabajan en flujo permanente: bombas, calderas, turbinas, intercambiadores de calor, compresores, válvulas, dispositivos de mezcla y otros. Procesos en estado uniforme, flujo uniforme. Aplicación de la primera ley a procesos de llenado y vaciado de recipientes.

UNIDAD III. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

TEMA 6. Segunda ley de la termodinámica aplicada a ciclos: Definición de máquina térmica. Rendimiento térmico. Definición de refrigerador y bomba de calor. Coeficiente de operación. Enunciados de la 2da. ley para ciclos. Enunciado de Kelvin–Planck. Enunciado de Clausius. Ciclo de Carnot. Postulados de Carnot. Desigualdad de Clausius. Aplicación de la Segunda Ley de la Termodinámica a ciclos.

TEMA 7. Segunda ley de la termodinámica para sistemas cerrados: Entropía. Propiedad Termodinámica. Unidades de entropía. Entropía por unidad de masa. Diagramas T-s. Representación de procesos y ciclos en diagramas T-s. Cambio de entropía en procesos reversibles. Cambio de entropía para procesos irreversibles. Trabajo perdido. Segunda ley para sistemas cerrados. Procesos adiabáticos reversibles. Relaciones de la entropía con otras propiedades termodinámicas. Cambio de entropía en gases ideales. Aplicación de la segunda ley de la termodinámica a sistemas cerrados.

TEMA 8. Segunda ley de la termodinámica para sistemas abiertos: Balance de entropía en sistemas abiertos. Procesos adiabáticos reversibles. Eficiencia en procesos energéticos. Eficiencia de turbina. Eficiencia en compresores y bombas. Eficiencia en toberas. Aplicación de la 2da. ley a procesos en flujo permanente y en procesos en estado uniforme flujo uniforme. Representación de procesos reales e ideales en diagramas T-s. Representación de ciclos en diagramas T-s. Diagrama h-s. Aplicación de la Segunda Ley de la Termodinámica a sistemas abiertos en flujo permanente y no permanente.

Asignatura: MECÁNICA DE LOS FLUIDOS I
Prelaciones: MECÁNICA RACIONAL 20
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC502
Período: QUINTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	0	4	
Horas / semestre	54	18	0	64	3

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de: Entender el significado físico de los fenómenos de la estática de los fluidos, entender los fenómenos relacionados con la dinámica de los fluidos, conocer las leyes fundamentales de la Mecánica de los Fluidos, y estar en capacidad de aplicar sistemáticamente las leyes fundamentales básicas a la solución de problemas de Mecánica de los Fluidos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. FUNDAMENTOS Y ESTÁTICA DE LOS FLUIDOS

TEMA 1. Consideraciones básicas: Introducción. Propiedades de los fluidos. Leyes de Conservación.

TEMA 2. Estática de los fluidos: Introducción. Presión en fluidos en reposo. Fuerzas sobre superficies planas. Fuerzas sobre superficies curvas. Flotación y estabilidad en cuerpos sumergidos. Presión en recipientes con aceleración

UNIDAD II. DINÁMICA DE LOS FLUIDOS

TEMA 3. Introducción a los fluidos en movimiento.: Introducción. Descripción del movimiento de fluidos. Clasificación del flujo de fluidos

TEMA 4. Forma Integral de las leyes fundamentales: Introducción. Conservación de la masa. Conservación de la energía. Ecuación de Momento. Ecuación de Momento de momentum. Aplicaciones de las leyes fundamentales.

TEMA 5. Forma diferencial de las leyes fundamentales: Introducción. Ecuación general de transporte de Reynolds. Ecuación diferencial de Conservación de masa. Ecuación diferencial de Conservación de energía. Ecuación diferencial de momento.

UNIDAD III. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y MEDICIONES

TEMA 6. Análisis dimensional y similitud: Introducción. Análisis dimensional. Leyes de similitud. Análisis de modelos y prototipos. Aplicaciones del análisis dimensional

TEMA 7. Mediciones en mecánica de los fluidos: Introducción. Medición de parámetros. Medición de flujos. Visualización.

Asignatura: MÉTODOS NUMÉRICOS **Código:** IMC503
Prelaciones: MATEMÁTICA 40, PROGRAMACIÓN DIGITAL 10 **Período:** QUINTO
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	2	-	4	
Horas / semestre	36	36	-	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Proporcionar las herramientas necesarias para abordar numéricamente problemas planteados en ésta y otras asignaturas. Facilitar la comprensión de los métodos numéricos explicados con vistas a poder elegir entre ellos en función del fin perseguido. Utilizar el software disponible para comprender y visualizar los resultados teóricos conocidos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Errores, algoritmos y convergencia: Introducción. Sistema Numérico. Representación numérica en punto fijo y flotante. Tipos de errores en el cálculo numérico. Truncamiento y Redondeo. Tipos de Algoritmos usados en métodos numéricos; Estabilidad en los métodos numéricos. Problemas y ejercicios.

TEMA 2. Sistemas de ecuaciones lineales: Introducción. Representación matricial de sistemas de ecuaciones lineales. Métodos directos: Estrategias de pivoteo. Factorización de matrices. Métodos iterativos: Método de Jacobi y Gauss. Método de Cholesky. Problemas y ejercicios.

TEMA 3. Solución de ecuaciones no lineales: Introducción. Método del punto fijo. Método de Newton-Raphson. Método de la secante. Método de la bisección. Aceleración de convergencia. Búsqueda de valores iniciales. Raíces complejas. Sistemas de ecuaciones no lineales: Método de Newton y Cuasi-Newton. Problemas y ejercicios.

TEMA 4. Aproximación funcional e interpolación: Introducción. Aproximación polinomial simple e interpolación. Polinomios de Lagrange. Diferencias divididas. Aproximación polinomial de Newton. Estimación de errores en la aproximación. Aproximación polinomial con mínimos cuadrados. Problemas y ejercicios.

TEMA 5. Integración y diferenciación numérica: Introducción. Integración numérica: Regla del trapecio; Regla de Simpson; Métodos de Newton-Cotes; Cuadratura de Gauss; Integrales múltiples. Diferenciación numérica: Uso del desarrollo de Taylor; Uso de la diferenciación de los polinomios de interpolación de Newton. Problemas y ejercicios.

TEMA 6. Cálculo de valores propios de una matriz: Introducción. Método de interpolación. Método de Householder. Método de potencias. Iteración QR.

TEMA 7. Ecuaciones diferenciales ordinarias: Introducción. Problemas de valor inicial. Métodos de Euler y Runge-Kutta. Ecuaciones diferenciales de orden superior. Ecuaciones diferenciales rígidas. Problemas y ejercicios.

TEMA 8. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales: Introducción. Obtención de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales a partir del modelado de fenómenos físicos. Tipos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Aproximación de las ecuaciones diferenciales parciales con ecuaciones de diferencias. Solución de problemas con valores de frontera. Convergencia, estabilidad y consistencia. Problemas y ejercicios.

Asignatura: **ELEMENTOS DE MÁQUINAS I**
Prelaciones: **MECÁNICA DE MATERIALES II**
Tipo: **OBLIGATORIA**
Carrera: **INGENIERÍA MECÁNICA**
Departamento: **TECNOLOGÍA Y DISEÑO**

Código: **IMT601**
Período: **SEXTO**

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	2	-	4	
Horas / semestre	36	36	-	72	3

OBJETIVOS GENERALES

Comprender y conocer los procedimientos de cálculo para el diseño de los distintos elementos de máquinas, sometidos a carga estática y dinámica.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1: Elementos de unión roscados: Descripción: Definiciones y Terminología. Tipos de roscas: Roscas unificada y métrica; Selección del tipo de rosca basado en las características de pasos fino y basto. Materiales utilizados: Esfuerzo de Prueba. Análisis y síntesis para diferentes condiciones de carga: Carga axial de tracción estática sin precarga; Carga axial de tracción estática en elementos precargados; Constante de rigidez; Cargas axiales de tracción y transversales estáticas actuando separadas o simultáneamente sobre elementos precargados; Cargas axiales de tracción estáticas y/o fluctuantes, y transversales estáticas y/o fluctuantes, actuando separadas o simultáneamente bajo condiciones de precarga. Aplicación e importancia de la precarga: Recomendaciones. Uniones con empaaduras: Materiales y restricciones para su uso. Aplicaciones generales: Ejemplos prácticos; Procedimientos para análisis y síntesis por computadora.

TEMA 2: Tornillos de potencia: Generalidades: Definiciones. Tipos de roscas utilizadas en aplicaciones prácticas: Características de las roscas cuadrada, Acme y de empuje. Aplicaciones generales de los Tornillos de Potencia. Análisis de los momentos torsores necesarios para elevar y bajar carga. Condición de Irreversibilidad. Rendimiento. Análisis de los Estados de Esfuerzo sobre tornillo y tuerca. Estudio de Estabilidad o Pandeo. Ejemplos prácticos.

TEMA 3: Resortes mecánicos: Introducción. Clasificación. Análisis de esfuerzos y deformaciones en resortes helicoidales de compresión: Helicoidales cilíndricos de alambres de secciones transversales circular, cuadrada y rectangular bajo carga axial; Helicoidales cilíndricos bajo carga excéntrica; Helicoidales cónicos. Estudio de Estabilidad o Pandeo en Resortes Helicoidales Cilíndricos de Compresión. Análisis de esfuerzos y deformaciones en resortes helicoidales cilíndricos de tracción: Esfuerzos torsionales debidos a la tracción inicial; Esfuerzos en elementos utilizados para la transferencia de carga. Materiales para resortes helicoidales: Esfuerzos resistentes; Resultados de Zimmerli para condiciones de carga fluctuante. Análisis y síntesis para diferentes condiciones de carga: Cargas estática y fluctuante; Vidas finita e infinita. Oscilaciones en resortes helicoidales: Frecuencia crítica. Otros tipos de resortes: Resortes Helicoidales cilíndricos de torsión; Resortes de disco; Ballestas o resortes de hojas; Resortes espirales. Resolución de Ejemplos Prácticos.

TEMA 4: Soldadura: Introducción. Símbolos para soldadura. Soldaduras a tope y de filete. Esfuerzos en uniones soldadas sometidas a torsión. Esfuerzos en uniones soldadas sometidas a flexión. Resistencia de las uniones soldadas. Soldadura sometida a carga estática. Soldadura sometida a carga variable. Soldadura bajo cargas combinadas.

TEMA 5: Frenos y embragues: Introducción. Fundamentos del análisis de frenos. Embragues y frenos de tambor con zapatas internas expansibles. Embragues y frenos de tambor con zapatas exteriores contráctiles. Embragues y frenos de banda. Embragues axiales de fricción de contacto. Frenos de disco. Embragues de disco de empuje. Embragues y frenos cónicos. Consideraciones de temperatura. Consideraciones de energía. Materiales de fricción.

Asignatura:	PROCESOS DE MANUFACTURA I	Código:	IMT602		
Prelaciones:	FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES Y DIBUJO DE MÁQUINAS	Período:	SEXTO		
Tipo:	OBLIGATORIA.				
Carrera:	INGENIERÍA MECÁNICA				
Departamento de adscripción de asignatura:	TECNOLOGÍA Y DISEÑO				
	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	-	2	4	
Horas / semestre	36	-	36	90	3

OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar el proceso de fabricación más adecuado para un producto determinado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANUFACTURA

TEMA 1. Introducción a los procesos de manufactura: Reseña histórica. Concepto. Como afectan los mercados a los productos. Clasificación de los diversos procesos de manufactura. El ciclo del producto. La importancia del proceso de manufactura en el éxito final del producto.

TEMA 2. Metodologías de fabricación: La Ingeniería Simultánea o Concurrente. Concepto. Importancia. Ventajas con respecto a la ingeniería secuencial. Enfoque multidisciplinario. El diseño para la fabricación (DFMA). Importancia del CAD/CAM. La idea del entorno CIM. El concepto de calidad total (TQC).

TEMA 3. Aseguramiento de la calidad. Normas ISO 9000: Gestión de calidad y aseguramiento de la calidad norma ISO 8402. Generalidades. Vocabulario ISO-8402. Términos Generales. Términos de Calidad. Términos del Sistema de Calidad y Términos de las Herramientas y Técnicas. Ishikawa y TGN.

TEMA 4. Introducción a la Norma ISO-9000: Generalidades. Evolución en el Mercado. Antecedentes. Usos de la Norma. Definición de Términos, Serie ISO-9000, Normas de Conformidad ISO-9001, 9002 y 9003. Normas Guía ISO-9000-1 y 9004-1. Requisitos del Sistema de Calidad. Comentarios de Aplicación sobre la Norma. Configuración Completa y Aplicación de la ISO-9000-2, 9004-1 y de la QS-9000.

TEMA 5. Proceso de auditoria: Definición. Planeación. Ejecución. Informe de Hallazgos y Aplicación y La entrevista.

TEMA 6. Documentación del sistema de calidad: Importancia. Elaboración. Documentación. Estructura. Implantación. Revisión y Creación de Procedimientos. Ejemplo de un Manual de Calidad. Ejemplo de un Manual de Procedimientos. Lista de Verificación.

UNIDAD II. AJUSTES Y TOLERANCIAS

TEMA 7. Ajustes: Generalidades, Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas.

TEMA 8. Acotación según ISO: Generalidades. Acotación general sobre piezas, según la Norma ISO.

TEMA 9. Acotación según ISA: Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas, según la Norma ISA.

TEMA 10. Acotación según DIN: Conceptos, Mediciones, Acotación general sobre piezas, según la Norma DIN.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Metrología: Concepto. Historia. Importancia de los instrumentos de medición convencionales y modernos. Utilización del Vernier y el tornillo micrométrico. Partes más importantes de los instrumentos. Manejo de escalas en milímetros y pulgadas. Medición de piezas.

PRÁCTICA 2. Máquinas Herramientas (M-H): Normas de seguridad del Laboratorio de Tecnología Mecánica. Tipos de máquinas herramientas que existen. Para que sirven. El torno. Función y uso. Partes del Torno. Encendido y apagado de emergencia. Condiciones de corte; relación entre pieza. Herramienta y máquina. Selección de las mismas según catálogo. Prácticas elaborando piezas con el torno.

PRÁCTICA 3. Taladros: Introducción y uso. Partes del Taladro. Uso de diferentes Tipos de Brocas según el tipo de Material. El avance en el Taladro. La fijación de las Herramientas de Corte. Selección del avance y la velocidad. Importancias de las Prensas de Fijación. Normas de Seguridad para manipular correctamente un Taladro. Tipos de Taladros: Taladro Radial, Taladro de Columna, Taladro Manual. Prácticas de manejo de los diferentes Taladros.

PRÁCTICA 4. Soldadura Oxiacetilénica: Introducción y conocimientos generales sobre este tipo de Soldadura. Normas de Seguridad. Equipos Utilizados y sus Características. Tipos de Llamas. Temperaturas. Mezclas de Gases. Regulación de la Llama. Soldadura Sin o Con Material de Aporte. Tipos de Uniones a Solape. Angulo Externo. Manejo del Soplete con Oxicorte Manual o Automático. Principios de Soldadura Asistida (Pantógrafo u otros) y prácticas de manejo del Equipo Oxiacetilénico.

PRÁCTICA 5. Soldadura eléctrica: Introducción. Normas de Seguridad. Equipos Utilizados y sus Características. Tipos de Electrodo y sus Características. Tipos de Cordones y Aplicaciones. Diámetros de Electrodo. Tipos de Soldadura. Tipos de Corriente y Operación del Equipo para la realización de las prácticas

Asignatura: INGENIERÍA ECONÓMICA
Prelaciones: PRODUCCIÓN I
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT603
Período: SEXTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	-	-	3	
Horas / semestre	54	-	-	54	3

OBJETIVOS GENERALES

Instruir al estudiante en los conceptos financieros y económicos de proyectos de inversión y/o de proyectos de costo. Relacionar el valor de los sistemas, productos y servicios con sus respectivos costos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Introducción 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 2. Fórmulas de interés y equivalencia: Diagrama de flujo de dinero. Símbolos y términos. Fórmulas para pago simple. Factor de pago simple, cantidad compuesta. Factor de pago simple, valor actual. Fórmulas para series uniformes. Factor de series uniformes, cantidad compuesta. Factor de fondo de amortización. Factor de recuperación de capital. Factor de series uniformes y valor actual. Fórmulas visualizadas y tablas de interés. Recuperación de capital e interés. Gradientes de pagos o ingresos. Factor de serie aritmética. Tasas nominales y efectivas. Interpolación. Equivalencia. Evaluación de alternativas por equivalencias.

TEMA 3. Comparación de alternativas por equivalencia anual y equivalencia presente: Tipos de propuesta de inversión. Propuestas dependientes e independientes. Propuestas mutuamente excluyentes. Propuestas contingentes. Interdependencia financiera. Nomenclatura y símbolos. Cálculos del costo anual de inversión por recuperación de capital y fondo de amortización. Evaluación de una oportunidad de inversión por costo anual. Comparación con vidas iguales y desiguales. Análisis por valor actual. Comparación con vidas iguales y desiguales. Importancia del valor equivalente.

TEMA 4. Comparación de alternativas por tasa de interés y análisis 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 5. Evaluación de proyectos con el método de la razón beneficio-costos: Perspectiva y terminología para analizar proyectos públicos. Proyectos autofinanciables. Proyectos de múltiples propósitos. Dificultades al evaluar proyectos del sector público. Tasa de interés a emplear en la evaluación de proyectos públicos. Método de la razón beneficio-costos. Evaluación de proyectos independientes y mutuamente excluyentes a través de la razón beneficio-costos.

TEMA 6. Depreciación 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 7. Vida económica 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 8. Riesgo análisis y análisis 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.

Asignatura: **TERMODINÁMICA II**
Prelaciones: **TERMODINÁMICA I**
Tipo: **OBLIGATORIA**
Carrera: **INGENIERÍA MECÁNICA**
Departamento: **CIENCIAS TÉRMICAS**

Código: **IMC601**
Período: **SEXTO**

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	2	0	5	
Horas / semestre	54	36	0	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Reafirmar los conocimientos básicos adquiridos en la materia Termodinámica I mediante su aplicación a los procesos de generación de potencia, refrigeración y acondicionamiento de aire y su correspondiente aproximación al estudio de los procesos reales. Fundamentar las bases teóricas para el análisis de las materias avanzadas del área de Ciencias Térmicas, a saber, Turbomáquinas, Conversión de Energía, Plantas de Vapor, Motores de Combustión Interna, Turbinas de Gas, Refrigeración y Aire Acondicionado.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CICLOS DE POTENCIA

TEMA 1. Ciclos vapor: Máquina de Carnot de vapor. Ciclo de Rankine. Procesos, esquema, diagrama, rendimiento térmico. Influencia de la presión y la temperatura sobre el rendimiento del ciclo. Eficiencia de turbina. Mejoras al ciclo de vapor. Ciclo con recalentamiento. Ciclo con regeneración. Ciclo Mejorado. Ciclo real.

TEMA 2. Ciclos cerrados de aire: Hipótesis para el estudio de los ciclos ideales que siguen los motores de combustión interna. Máquina de Carnot de aire. Ciclo Otto. Ciclo Diesel. Ciclo Dual o Semidiesel. Procesos, esquemas, diagramas. Rendimientos. Mejoras Comparaciones entre ciclos.

TEMA 3. Ciclos abiertos de aire: Ciclo de aire normal de una turbina de gas simple. Esquemas. Diagramas. Rendimiento. Parámetros que influyen sobre el rendimiento del ciclo. Eficiencia de compresor y turbina. Mejoras al ciclo de las turbinas de gas. Regeneración. Compresión en etapas múltiples. Expansión en etapas múltiples. Ciclo mejorado. Ciclo real.

UNIDAD II. CICLOS DE REFRIGERACIÓN

TEMA 4. Ciclos de refrigeración por compresión de vapor:

Máquina refrigeradora de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Procesos, esquema, diagrama, coeficiente de utilización. Variables que influyen sobre los ciclos de refrigeración. Sustancias refrigerantes. Eficiencia de la compresión. Mejoras al ciclo de refrigeración. Subenfriamiento del condensado. Compresión y expansión en etapas múltiples. Ciclo mejorado. Ciclo real. Ciclo con varios evaporadores. Ciclo en cascada. Ciclo de refrigeración por absorción.

UNIDAD III. MEZCLAS GASEOSAS.

TEMA 5. Mezclas de gases ideales: Hipótesis para el estudio de las mezclas de gases ideales. Modelo de Dalton. Modelo de Amagat. Fracciones másica, volumétrica y molar, relaciones entre ellas. Propiedades de las mezclas. Masa molecular aparente. Constante de gas para la mezcla. Calores específicos. Entalpía. Entropía. Análisis de sistemas abiertos y cerrados que utilizan mezclas como sustancias de trabajo.

TEMA 6. Psicrometría: Modelo de mezcla aire – vapor de agua. Definiciones. Aire Atmosférico. Aire seco. Punto de rocío. Humedad relativa y absoluta, relación entre ellas. Proceso de saturación

adiabática. Primera ley de la Termodinámica para la mezcla aire – vapor de agua. Psicrómetro. Temperaturas de bulbo seco y húmedo. Diagrama psicrométrico. Transformaciones del aire húmedo, calentamiento, enfriamiento, humidificación, deshumidificación. Torres de enfriamiento.

TEMA 7. Gases reales: Comportamiento de los gases reales. Factor de compresibilidad. Propiedades reducidas. Ley de los estados correspondientes. Diagramas de compresibilidad. Temperatura de Boyle. Coeficiente de Joule-Thompson. Ecuaciones de estado. Fugacidad. Diagramas generalizados para fugacidad, cambios de entalpía y entropía.

Asignatura: MECÁNICA DE LOS FLUIDOS II
Prelaciones: MECÁNICA DE LOS FLUIDOS I
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC602
Período: SEXTO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	4	1	1	6	
Horas / semestre	60	18	6	84	4

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de: Entender y analizar el fenómeno de flujo de fluidos, entender los conceptos básicos de las turbomáquinas, estar preparado para abordar las nuevas técnicas en el análisis del flujo de fluidos, tener una idea del flujo de fluidos en medios porosos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. FLUJOS INCOMPRESIBLES

TEMA 1. Flujos internos: Introducción. Flujo de entrada y desarrollados. Flujo laminar. Flujo turbulento. Aplicaciones.

TEMA 2. Flujos en sistemas de tuberías: Introducción. Pérdidas en sistemas de tuberías. Sistemas simples. Sistemas complejos. Análisis de redes. Flujo transitorio. Aplicaciones.

TEMA 3. Flujos externos: Introducción. Separación. Sustentación y arrastre. Teoría de flujo potencial. Teoría de Capa Límite. Aplicaciones.

UNIDAD II. FLUJOS COMPRESIBLES

Tema 4. Flujo Compresible: Introducción. Velocidad del sonido y Número de Mach. Flujo isentrópico en toberas y difusores. Ondas de choque.

UNIDAD III. CONDICIONES ESPECIALES DEL FLUJO DE FLUIDOS

TEMA 5. Flujo con superficie libre: Introducción. Flujo uniforme. Flujo no uniforme. Aplicaciones.

TEMA 6. Introducción a las turbomáquinas: Introducción. Turbomáquinas Hidráulicas. Turbomáquinas Térmicas.

TEMA 7. Dinámica de fluidos computacionales: Introducción. Introducción al método de las diferencias finitas simples. Introducción al método de volumen finito simple. Generación de retículas Ejemplos.

TEMA 8. Introducción a flujo en medios porosos: Introducción. Permeabilidad. Ecuación de Darcy. Ejemplos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Visualización de regímenes de flujo en tuberías: Se utiliza un aparato de Reynold para visualizar los regímenes de flujo laminar y turbulento. Se cuantifica la transición entre los regímenes de flujo.

PRÁCTICA 2. Medición de densidad y viscosidad de fluidos: Utilizando instrumentos acordes se procede a determinar la viscosidad absoluta y la densidad de tres diferentes tipos de líquidos.

PRÁCTICA 3. Conservación de Cantidad de Movimiento: Se cuantifica la cantidad de movimiento lineal y se compara con las ecuaciones teóricas.

PRÁCTICA 4. Pérdidas en tuberías: Se determina por medio de medidas de presión las pérdidas de carga que suceden en tramos de tubería recta.

PRÁCTICA 5. Pérdidas en accesorios: Se determina por medio de medidas de presión las pérdidas de carga que suceden en accesorios.

PRÁCTICA 6. Mediciones de flujo: Se demuestra a los estudiantes tres formas de medidas de caudal en líquidos.

Asignatura: INSTRUMENTACIÓN **Código:** IMC602
Prelaciones: MECÁNICA DE FLUIDOS,
 ELEMENTOS DE INGENIERÍA ELECTRICA **Período:** SEXTO
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	5	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo fundamental de esta asignatura es la enseñanza de los métodos e instrumentos usados en la medición de variables físicas, así como el manejo de las señales emitidas por estos instrumentos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS GENERALES SOBRE MEDICIÓN

TEMA 1. Introducción a la instrumentación: Introducción a la Instrumentación. Definición. Importancia. Campo de aplicación. Ventajas de los procesos bien instrumentados. Clasificación general de los instrumentos, de acuerdo a su función, de acuerdo a su estructura interna, de acuerdo al tipo de energía que consume. Símbolos y diagramas de la instrumentación. Normas ANSI/ISA S5.1. Reglas generales, reglas de identificación funcional y del lazo. Reglas para los símbolos. Ejemplos.

TEMA 2. Fundamentos de medición: Definiciones. Elementos funcionales de un instrumento de medición. Características de los instrumentos. Características relacionadas con la capacidad de medición: rango, amplitud, elevación de cero y supresión de cero. Características estáticas: Error estático, sensibilidad, exactitud, reproducibilidad, desvío, zona muerta, histéresis, resolución. Características dinámicas: fidelidad, velocidad de respuesta, error dinámico, retardo, constante de tiempo, característica de tiempo, tiempo muerto, amortiguamiento, ancho de banda, ruido. Estudio dinámico de un instrumento: Instrumentos de primer y de segundo orden. Definición de medición. Elementos de entrada y de salida en un instrumento de medición. Amplificadores mecánicos usados en instrumentación. Errores que se cometen al efectuar una medición. Desvíos en instrumentos. Calibración de instrumentos. Teoría de errores de Gauss. Operaciones funcionales de un instrumento de medición.

TEMA 3. Sistemas de telemedición: Sistemas de Telemedición. Introducción. Clasificación. Estudio funcional de la telemedición. Elementos. El transmisor. Telemedición neumática. Rangos usuales y limitaciones. Sistema tobera obturador. El relevador. Telemedición eléctrica. Por voltaje. Por corriente. Por posición. Por frecuencia y por impulso. Telemedición digital. El uso de la computadora en la telemedición. Elementos de un sistema digital de medición. Tipos de conexión.

UNIDAD II. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

TEMA 4. Mediciones eléctricas: Medición de resistencia eléctrica. Circuitos de medición de resistencia eléctrica: Puente de Wheatstone. Puente capacitivo y Puente Inductivo. Medición de voltaje. El milivoltímetro. El potenciómetro de balance nulo: Descripción y estandarización. Medición de intensidad de corriente. Medición de capacitancia eléctrica. Medición de Inductancia.

TEMA 5. Medición de presión: Medición de presión, generalidades sobre presión. Definición. Referencias. Unidades y equivalencias. Formas de presión en un fluido en movimiento. Medidores de presión de columna de líquido: de tubo en U, de vaso alargado de pozo, de tubo inclinado, de anillo balanceado y de campana invertida. Líquidos manométricos. Líquidos selladores. Ejercicios referentes

a medidores de presión de columna de líquido. Elementos sensores de presión. Bourdon en C, Bourdon en Hélice, Bourdon en espiral, fuelle, diafragma y cápsula. Manómetros mecánicos: de resorte, de fuelle y de diafragma. Ejercicios referentes a sensores de presión. Transductores eléctricos de presión: resistivo, extensométrico, magnético, capacitivo, piezoeléctrico. Ejercicios referentes a transductores eléctricos. Medición de presión en fluidos corrosivos: Sello de diafragma o fuelle y sistema de purga. Medición de presión de Vacío. Método indirecto. Métodos directos: Medidor de de McLeod, medidores térmicos, medidores de ionización.

TEMA 6. Medición de temperatura: Medición de temperatura. Generalidades sobre temperatura. Escala y equivalencias. Termómetros de expansión: De mercurios en vidrio. Bimetálico - De resorte a presión (actuado por líquido, por gas o por vapor) Fuentes de error en los termómetros de resorte a presión y métodos de compensación. Ejercicios sobre termómetros de expansión. Termómetros de resistencia. Relación entre la resistencia eléctrica y la temperatura. Ecuación de Callendar. Características estáticas. Bulbos de resistencia de cobre, platino y níquel. Termistores. Termoelectricidad: El termopar. Leyes de los circuitos termoeléctricos. Tipos de termopares y cables transmisores (Nomenclatura según la ISA). Pozos térmicos: características. Respuesta de termopares. Uso de tablas. Circuitos de termopares. Ejercicios sobre termopares. Pirometría. El pirómetro óptico. El pirómetro de radiación. El pirómetro fotoeléctrico.

TEMA 7. Medición de flujo: Generalidades sobre medición de flujo. Clasificación de los medidores de flujo. Flujo laminar y turbulento (número de Reynolds). Medidores de presión diferencial por reducción de área: Placa orificio, tobera de flujo, el tubo Venturi, tubo Dall, cuña de flujo. Reglas de ubicación de los instrumentos. Fórmula general de medidores por reducción de área según normas. (fluidos compresibles e incompresibles). Normas ISO para cálculo de flujo mediante elementos de reducción de área. Selección del dispositivo mediante software. Medidores de presión diferencial por desaceleración del fluido: El tubo de Pitot y el tubo de Prandtl. Instalación y cálculo de flujo mediante el método de integración aproximada. Ejercicios sobre medición de flujo con instrumentos de presión diferencial. Continuación Ejercicios de Medición de Flujo. Medidores de flujo por variación de área. El rotámetro. Tipos, elementos y características. Medidores de flujo por velocidad. Medidor de turbina. Medidores ultrasónicos: Tiempo de tránsito y Doppler. Medidores magnéticos. Medidores de flujo por desplazamiento positivo: Volumétrico, disco oscilante, pistón recíproco, medidores rotativos. Medidores de flujo másico. Medidores calorimétricos: de inserción y de tubo calentado. Medidor giroscópico o de efecto coriolis.

TEMA 8. Medición de nivel: Medición de nivel. Generalidades sobre medición de nivel. Métodos directos y métodos indirectos. Medición directa de nivel. Medidores de sonda, de cristal, de flotante, de electrodos. Medición indirecta de nivel. Por fuerza de empuje. Por presión hidrostática en tanques abiertos: medidor manométrico, de membrana, trampa de aire, burbujeo. Medición por presión diferencial en tanques cerrados: con atmósfera condensable o no condensable. Arreglos de tuberías. Sensores de tipo ultrasónico, fotoeléctrico, radiactivos, capacitivo. Medición del nivel de sólidos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Calibración de manómetro con mecanismo de amplificación de piñón cremallera.

Práctica del uso de manómetros. Calibración de instrumentos. Manipulación de un instrumento con mecanismo de amplificación piñón cremallera. .

PRÁCTICA 2. Calibración de instrumento con mecanismo de amplificación de 4 barras.

Práctica del uso de registradores de presión. Calibración de instrumentos. Manipulación de un instrumento con mecanismo de amplificación de cuatro barras. .

PRÁCTICA 3. Calibración de transmisores de presión.

Práctica del uso de transmisores de presión. Con señal de transmisión neumática, electrónica y digital. Calibración de instrumentos.

PRÁCTICA 4. Calibración de transmisores de temperatura.



Práctica del uso de transmisores. Con señal de transmisión neumática, electrónica y digital. Calibración de instrumentos.

PRÁCTICA 5. Termómetros de expansión y de resistencia.

Práctica del uso de termómetros de expansión y de resistencia. Calibración de instrumentos de expansión. Conexión de termómetros de resistencia. Comparación de ambos métodos. .

PRÁCTICA 6. Estudio práctico de Termopares.

Práctica del uso de termopares. Comprobación de las leyes de termopares.

PRÁCTICA 7. Circuitos de Termopares.

Práctica del uso de termopares. Estudio del efecto de conexión de termopares en serie y paralelo.

PRÁCTICA 8. Calibración de medidores de flujo.

Uso de instrumentos de medición de flujo por presión diferencial: Placa orificio, tobera de flujo y tubo Venturi. Obtención de curvas de calibración de los instrumentos. Medición de flujo mediante Rota metro, turbina y medidor magnético.

PRÁCTICA 9. Medición de velocidad de un fluido.

Uso de instrumentos de medición de de velocidad de un fluido: Medidores de turbina y medidores térmicos. Obtención del perfil de velocidades de un fluido. Obtención del flujo por integración del perfil de velocidades. .

fuerzas; Estudio de un eslabón sometido a tres o más fuerzas; Par motor y torque; Fricción en pares prismáticos y en pares de revolución; Rendimiento mecánico.

Prácticas: Resolución de ejemplos típicos gráficamente, analíticamente y con la ayuda de programas de análisis estático de mecanismos.

TEMA 6: Análisis de fuerzas de inercia en máquinas: Introducción: Ecuaciones que modelan el comportamiento dinámico de los sistemas mecánicos; Leyes de movimiento de Newton; El principio de d'Alembert; Principio de los trabajos virtuales; Análisis de fuerzas en mecanismos planos utilizando las leyes de Newton: Método matricial; Análisis de fuerzas en mecanismos planos empleando el principio de los trabajos virtuales; Análisis combinado de fuerzas estáticas y de inercia. Sistema cinemáticamente equivalente Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos; Resolución de problemas típicos empleando el método matricial.

TEMA 7: Equilibrado de máquinas: Introducción. Equilibrado de rotores rígidos; Fuerzas de desequilibrio y reacciones; Rotor equivalente y equilibrado; Valores límite de desequilibrio. Equilibrado de máquinas alternativas; Desequilibrio y equilibrado de máquinas monocilíndricas; Equilibrado de máquinas policilíndricas. Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos.

TEMA 8: Regulación del movimiento en máquinas cíclicas: Introducción. Máquinas Cíclicas. Régimen permanente; Grado de irregularidad; Cálculo aproximado del volante; Función del volante. Régimen transitorio; Ecuación característica de la máquina; Estabilidad.

Prácticas: Resolución de problemas típicos con la ayuda de programas de análisis dinámico de mecanismos.

UNIDAD III. SÍNTESIS DE MECANISMOS DE LEVAS

TEMA 9: Mecanismos de levas: Introducción: Clasificación y terminología. Curvas Base: Concepto de curvas base; Curva base línea recta; Curva base línea recta modificada; Curva base armónica; Curva base parabólica; Curva base polinómica; Curva base cicloidal; Combinación de curvas base. Diseño de levas con seguidor de movimiento alternativo de cara plana o rodillo; Angulo de presión. Diseño de levas con seguidores rotacionales. Tamaño óptimo de leva. Factor de leva. Prácticas: resolución de problemas típicos de levas con seguidores traslacionales y rotacionales.

Asignatura: MATERIALES DE INGENIERÍA **Código:** IMT702
Prelaciones: FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE LOS MATERIALES **Período:** SÉPTIMO
Tipo: OBLIGATORIA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	5	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Suministrar al estudiante las herramientas necesarias para que en la vida profesional sea capaz de seleccionar los materiales adecuados en el diseño y construcción de un determinado objeto.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Generalidades de los materiales y sus propiedades: Importancia de los materiales. Clasificación de los materiales. Relación entre la estructura, propiedades y procesamiento.

TEMA 2. Introducción a las transformaciones fuera de equilibrio: Diagramas de fase fuera de equilibrio. Transformaciones difusionales y adifusionales

TEMA 3. Materiales Ferrosos: El diagrama Fe-Fe₃C. Diagrama TTT y los tratamientos térmicos de los aceros. Aceros al carbono y de baja aleación. Aceros de alta aleación. Aceros inoxidables y termorresistentes.

TEMA 4. Materiales no Ferrosos: El Aluminio y sus aleaciones: aspectos de la obtención, producción y reciclado, aluminios de forja y de fundición, designaciones, tratamientos térmicos y termomecánicos de los aluminios. El cobre y sus aleaciones: aspectos de la obtención, clasificación, tratamientos termomecánicos, aplicaciones. Aleaciones de Magnesio: aspectos de la obtención, designaciones, aplicaciones, tratamientos térmicos. El Titanio y sus aleaciones: generalidades, propiedades, aplicaciones, tratamientos térmicos, designaciones.

TEMA 5. Materiales Cerámicos: Generalidades. Estructuras de cerámicos cristalinos. Vidrios y otros cerámicos no cristalinos. Cerámicos de ingeniería. Propiedades de los cerámicos. Procesamiento de cerámicos y sus aplicaciones. Materiales cerámicos avanzados.

TEMA 6. Materiales Poliméricos: Generalidades. Clasificación de los polímeros. Mecanismos de polimerización, grado de polimerización y peso molecular. Estructura de los materiales poliméricos, cristalinidad. Abreviaturas de los polímeros. Homopolímeros y copolímeros. Propiedades y comportamiento de los polímeros. Aplicaciones.

TEMA 7. Materiales Compuestos: Definición, generalidades. Clasificación: reforzados por dispersión, partículas y fibras. Compuestos de matriz metálica, cerámica y polimérica. Propiedades. Compuestos avanzados.

Tema 8. Materiales Semiconductores. Definición, generalidades. Semiconductores intrínsecos, extrínsecos y compuestos. Semiconductores tipo n, tipo p, y amorfos. Propiedades eléctricas.

Tema 9. Corrosión. Definición. Corrosión química. Corrosión electroquímica. Formas y mecanismos de corrosión: clasificación y características básicas. Efectos de la corrosión sobre las propiedades mecánicas. Control de la corrosión.

Tema 10. Selección de materiales: Generalidades. Parámetros de diseño: definición, influencia de los procesos de fabricación. Estudio de casos en varios materiales. Aspectos de la mecánica de fractura en la selección de materiales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Los puntos críticos de los aceros: El ensayo térmico y el ensayo dilatométrico.

PRÁCTICA 2. Tratamientos térmicos del acero: Recocido de regeneración y normalizado.

PRÁCTICA 3. Tratamientos térmicos del acero: Temple y revenido.

PRÁCTICA 4. Tratamientos térmicos del acero inoxidable: Reconocimiento de los aceros inoxidables, austenización, temple y envejecimiento.

PRÁCTICA 5. Tratamientos térmicos del aluminio: Solubilización y envejecimiento.

PRÁCTICA 6. Materiales cerámicos: Viscosidad del vidrio, procesado de una cerámica.

PRÁCTICA 7. Materiales poliméricos y Compuestos: Generación de una pieza de material polimérico y de un laminado de resina reforzada.

Asignatura: PROCESOS DE MANUFACTURA II
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT703
Período: SÉPTIMO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	-	2	5	
Horas / semestre	54	-	36	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Proporcionar al estudiante, identificar los diferentes procesos y sistemas de manufactura con arranque de viruta, así como, calcular y analizar un proceso de mecanizado para su selección y evaluación económica.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA Y LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS

TEMA 1. Introducción a los procesos tecnológicos: Generalidades. Importancia del tamaño y tipo de mercado en los procesos de manufactura. Clasificación de las empresas manufactureras. Clasificación de los sistemas de producción. Modelo general de procesos. Procedimientos de conformación de los metales con arranque de viruta. Introducción a los procesos no tradicionales de mecanizado. Movimiento principal de las distintas máquinas herramientas: rotativo o lineal, continuo u alternativo. Diferencias fundamentales de operaciones que producen en mismo mecanizado. Ejemplos de algunas operaciones.

TEMA 2. Maquinabilidad: Generalidades. Diseño de herramientas. Geometría de la herramienta e influencia de los ángulos. Formación y Tipos de Viruta. Desgaste de herramientas. Influencia del material de trabajo. Influencia de las Condiciones de Corte (Velocidad, Avance y Profundidad). Relación entre: Desgaste de Herramienta, Calidad de la Superficie y Energía Consumida.

UNIDAD II. EVALUACIÓN DE FUERZAS ESFUERZOS Y POTENCIA EN EL MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA

TEMA 3. Mecánica del corte de metales: Generalidades. Mecanismo de Formación y Arranque de Viruta. Evaluación del corte ortogonal. Teorías sobre Esfuerzos y Fuerzas de Corte. (Lee Shaffer, Ernest Merchant, Kronnemberg, Taylor, Tresca, Etc.). Condiciones de Fuerzas, Esfuerzos y Potencia mínimas de una operación. Evaluación de Fuerzas, Esfuerzos y Potencia requeridas en el corte para distintas teorías. Acabado Superficial en el mecanizado.

UNIDAD III. EVALUACIÓN DE COSTOS DE MECANIZADO CON ARRANQUE DE VIRUTA

TEMA 4. Economía del mecanizado: Generalidades. Componentes del Tiempo de Mecanizado. Márgenes de Tiempo. Estimación de Tiempos y Costos por Operación por Máquina-herramienta. Cálculo de Velocidad Óptima de Corte para Tiempo Mínimo. Diseño de Planta y Estimación de Tiempos y Costos de Mecanizado por Pieza y por Lote. Componentes de Tiempos Improductivos, de Manipulación y de Mantenimiento. Costos totales de producción.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Torneado: Funcionamiento del torno, construcción de piezas.

PRÁCTICA 2. Fresado: Funcionamiento de la fresadora, construcción de piezas.

PRÁCTICA 3. Limado: Funcionamiento de la limadora, construcción de piezas.

PRÁCTICA 4. Taladrado: Funcionamiento del taladro, construcción de piezas.

PRÁCTICA 5. Control numérico: Funcionamiento del torno de control numérico, códigos G y M, programas básicos de torneado.

UNIDAD IV. CONDENSACIÓN Y EBULLICIÓN

Tema 11. Ebullición: Parámetros adimensionales. Modos. Ebullición de piscina. Correlaciones. Ebullición por convección forzada.

Tema 12. Condensación: Mecanismos físicos. Condensación de película. Condensación de gotas.

UNIDAD V. INTERCAMBIADORES DE CALOR

Tema 13. Introducción: Aplicaciones. Tipos. Coeficiente global de transferencia de calor.

Tema 14. Análisis de intercambiadores de calor: Método de la diferencia de temperatura media logarítmico (DTML). Método de la efectividad NUT. Intercambiadores compactos.

UNIDAD VI. RADIACIÓN

Tema 15. Procesos y propiedades: Fundamentos. Intensidad de radiación. Radiación de cuerpo negro. Emisión Superficial. Absorción, reflexión y transmisión superficiales.

Ley de Kirchhoff. Superficie gris. Radiación ambiental.

Tema 16. Intercambio de radiación entre superficies: Factor de forma. Intercambio de radiación de cuerpo negro. Intercambio de radiación entre superficies grises, difusas, en un recinto.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Análisis de conducción: Esta práctica consta de dos partes. En la primera parte se analiza el comportamiento de una aleta recta de sección constante localizada en un entorno convectivo, se determina su perfil de temperaturas longitudinal y se compara con los resultados teóricos; posteriormente se calcula el flujo de calor transmitido y la eficiencia de la aleta. En la segunda parte se determina la distribución de temperaturas en una pared cilíndrica en condiciones de conducción radial en estado estable y se muestran los efectos al variar dicho flujo de calor; posteriormente se emplea la ley de Fourier para determinar la conductividad térmica del material de la pared.

PRÁCTICA 2. Transferencia de calor en estado inestable: Esta práctica tiene como objetivo el análisis de la conducción del calor en estado inestable o transitorio, en el centro de una probeta cuya temperatura superficial experimenta cambios.

PRÁCTICA 3. Análisis de convección: Consta de dos partes: en la primera parte se determina el coeficiente de convección "local" alrededor de una superficie cilíndrica, mientras que en la segunda parte se estudia el efecto de variar la velocidad del aire y la temperatura superficial sobre la transferencia de calor por convección.

PRÁCTICA 4. Intercambiador de calor de doble tubo: El objetivo de esta práctica es estudiar el comportamiento de un intercambiador de calor de doble tubo, tanto en flujo paralelo como en contraflujo, determinando, en ambos casos, el coeficiente global de transferencia de calor, la diferencia de temperatura media logarítmica, la razón de transferencia de calor y la eficiencia del equipo.

PRÁCTICA 5. Análisis de radiación: Durante el desarrollo de esta práctica se demuestran de manera experimental la Ley de Stefan – Boltzmann y la Ley de distancia de Lambert.

Asignatura: **TURBOMÁQUINAS**
Prelaciones: MECANICA DE LOS FLUIDOS II
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TERMICAS

Código: IMC702
Período: SÉPTIMO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	6	
Horas / semestre	62	18	5	85	4

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de: Entender y estar en capacidad de analizar el fenómeno de flujo de fluidos en las diferentes turbomáquinas, entender y poder analizar los conceptos básicos de las turbomáquinas desde el punto de vista termodinámico, estar preparado para abordar las nuevas técnicas en el análisis de las turbomáquinas, y tener una idea del análisis de sistemas donde funcionen turbomáquinas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE LAS TURBOMÁQUINAS

TEMA 1. Fundamentos de las turbomáquinas: Introducción. Definición y clasificación de las turbomáquinas. Vistas y proyecciones utilizadas en el análisis. Componentes fundamentales de las turbomáquinas.

TEMA 2. Termodinámica de las turbomáquinas hidráulicas: Introducción. Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas generadoras. Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas motoras. Aplicaciones.

TEMA 3. Termodinámica de las turbomáquinas térmicas: Introducción. Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas generadoras. Ecuación de conservación de la energía en turbomáquinas motoras. Aplicaciones.

UNIDAD II. ANÁLISIS ADIMENSIONAL DE LAS TURBOMÁQUINAS

TEMA 4. Análisis adimensional de las turbomáquinas hidráulicas: Introducción. Teorema de Buckingham. Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas hidráulicas generadoras. Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas hidráulicas motoras. Principios de semejanza en turbomáquinas hidráulicas. Prediseño de turbomáquinas hidráulicas basado en parámetros adimensionales. Curvas de funcionamiento de turbomáquinas hidráulicas generadoras. Curvas de funcionamiento de turbomáquinas hidráulicas motoras.

TEMA 5. Análisis adimensional de las turbomáquinas térmicas: Introducción. Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas térmicas generadoras. Aplicación del teorema Buckingham a turbomáquinas térmicas motoras. Principios de semejanza en turbomáquinas térmicas. Prediseño de turbomáquinas térmicas basado en parámetros adimensionales. Curvas de funcionamiento de turbomáquinas térmicas generadoras. Curvas de funcionamiento de turbomáquinas térmicas motoras.

UNIDAD III. ANÁLISIS FLUIDO DINÁMICO DE LAS TURBOMÁQUINAS

TEMA 6. Análisis fluido dinámico de turbomáquinas hidráulicas. Introducción. Ecuación de conservación de cantidad de movimiento. Definición de velocidades. Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas hidráulicas generadoras. Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas hidráulicas motoras.

TEMA 7. Análisis fluido dinámico de turbomáquinas térmicas: Introducción. Aplicación de la

conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas térmicas generadoras. Aplicación de la conservación de cantidad de movimiento a las turbomáquinas térmicas motoras.

UNIDAD IV. ANÁLISIS DE SISTEMAS Y MANTENIMIENTO DE LAS TURBOMÁQUINAS

TEMA 8. Análisis de sistemas: Introducción. Análisis de sistemas con turbomáquinas hidráulicas. Análisis de sistemas con turbomáquinas térmicas. Ejemplos de sistemas reales.

TEMA 9. Mantenimiento de turbomáquinas: Introducción. Mantenimiento de turbomáquinas hidráulicas. Mantenimiento de turbomáquinas térmicas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO

PRÁCTICA 1. Bomba centrífuga: Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una bomba centrífuga.

PRÁCTICA 2. Ventilador axial: Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de un ventilador axial.

PRÁCTICA 3. Turbina Francis: Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una Turbina Francis.

PRÁCTICA 4. Turbina axial: Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una turbina axial.

PRÁCTICA 5. Bombas serie paralelo: Utilizando un banco de pruebas, se miden condiciones de funcionamiento para elaborar las curvas características de una bomba centrífuga y de un sistema de bombas colocadas en serie y en paralelo.

Asignatura: **ELEMENTOS DE MÁQUINAS II**
Prelaciones: MECÁNICA DE MATERIALES II Y TEORÍA DE
 MAQUINAS Y MECANISMOS
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT801
Período: OCTAVO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	2	-	5	
Horas / semestre	54	36	-	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Se pretende que al finalizar el curso los estudiantes sean capaces de resolver cualquier tipo de problema donde se involucren elementos de máquinas utilizados comúnmente en el diseño y construcción de maquinaria, desde el punto de vista de fases de análisis y síntesis, concebidas ambas como parte fundamental dentro del proceso general del diseño mecánico. Dichos elementos podrían tratarse por separado o estar involucrados como componentes de un sistema mecánico cualesquiera.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

TEMA 1: Engranés: Definiciones y terminología utilizada en los engranes cilíndricos de dientes rectos. Fundamentos generales de los engranes: Sistemas normalizados de dientes; Análisis de cargas actuantes sobre los dientes. Esfuerzos básicos en los engranes: Cargas dinámicas. Materiales. Procedimientos basados en enfoques de la AGMA para resistencia a la fatiga debido a esfuerzos repetitivos de flexión y a la fatiga debido a esfuerzos repetitivos de contacto superficial. Engranés helicoidales: Definiciones. Relaciones entre los dientes. Proporciones de los dientes. Análisis de cargas sobre los dientes. Esfuerzos de flexión y de contacto superficial. Análisis y síntesis: Procedimientos basados en los enfoques de la AGMA para resistencia a fatiga a la flexión y a la durabilidad superficial. Engranés cónicos de dientes rectos: Definiciones generales. Proporciones de los dientes. Análisis de cargas sobre los dientes. Esfuerzos de flexión y de contacto superficial. Análisis y síntesis: Procedimientos basados en los enfoques de la AGMA para resistencia a la fatiga por flexión y por durabilidad superficial. Transmisiones tipo tornillo sin fin: Análisis de fuerzas. Análisis y Síntesis en función de la resistencia. Estimación de la potencia, eficiencia y materiales. Ilustraciones de montajes de todos los tipos de engranes. Lubricación en los diferentes sistemas de engranes.

TEMA 2: Ejes de Transmisión: Descripciones generales y características: Ejes de transmisión. Métodos de análisis y síntesis basados en deflexiones. Chavetas paralelas. Chavetas trapezoidales o inclinadas. Chavetas Woodruff. Esfuerzos sobre las chavetas, Diseño de la chaveta. Concentración de esfuerzos en los chaveteros. Métodos de análisis y síntesis basados en resistencia mecánica para diferentes condiciones de carga: Aplicación de las teorías de falla estáticas y de fatiga. Ilustraciones diversas y ejemplos de aplicación con ayuda de computadora. Dinámica de ejes. Ecuación que gobierna el sistema dinámico. Velocidades críticas. Problemas.
 24 horas (teóricas y prácticas)

TEMA 3: Rodamientos: Introducción. Principios generales para la selección preliminar de un tipo de rodamiento basados en sus características inherentes. Criterios para la selección: Espacio disponible; Cargas; Desalineaciones; Precisión; Velocidad; Rigidez; Desplazamiento axial; Montaje y desmontaje; Lubricación. Vida de los rodamientos: Fórmulas y tablas para vida nominal; Guías para valores de vida nominal requerida para diferentes clases de máquinas y vehículos; Duración nominal ajustada; Fórmula de vida de acuerdo a la nueva teoría de la SKF. Carga equivalente: Dinámica y estática; Cargas fluctuantes. Informaciones generales suministradas por Catálogos de Fabricantes.

Procedimientos de selección: Rodamientos rígidos de bolas; Rodamientos de bolas a rótula; Rodamientos de bolas con contacto angular; Rodamientos de Rodillos Cilíndricos; Rodamientos de Agujas; Rodamientos de Rodillos a rótula; Rodamientos de rodillos cónicos; Rodamientos axiales: de bolas, de rodillos cónicos, de rodillos cilíndricos, de agujas y de rodillos cónicos. Soportes: Con rodamientos y/o sin ellos. Resolución de ejemplos prácticos.

TEMA 4: Cojinetes de Deslizamiento: Introducción. Clasificación general: Cojinetes con lubricación hidrodinámica. Lubricantes: Cualidades básicas y específicas; Viscosidad absoluta; Ecuación de Petrov; Lubricación estable e inestable. Lubricación hidrodinámica: Origen; Ecuación de Reynolds; Solución de Sommerfeld; Número de Sommerfeld. Características de funcionamiento y consideraciones de diseño desde el punto de vista operacional: Requerimientos mecánicos; Condiciones ambientales; Aspectos económicos. Materiales para cojinetes: Propiedades que deben poseer para operar adecuadamente. Causas de averías y fallas en cojinetes: Soluciones prácticas. Manejo de las variables involucradas en el análisis y síntesis desde el punto de vista operacional: Limitaciones o restricciones para diferentes materiales y distintos tipos de maquinaria. Diagramas y Tablas de Raimondi y Boyd: Diagramas de viscosidad vs temperatura de operación; Diagramas de variables para diferentes relaciones L/D_m y diferentes β ; Ecuaciones de Interpolación; Condiciones de ruptura y no ruptura de película. Resolución de casos prácticos.

Asignatura: PROCESOS DE MANUFACTURA III
Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I
Tipo: OBLIGATORIA.
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: TECNOLOGÍA Y DISEÑO

Código: IMT802
Período: OCTAVO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	2	-	5	
Horas / semestre	54	36	-	90	4

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer los diversos procesos de conformación de metales sin arranque de viruta y seleccionar con los conocimientos adquiridos y desarrollados. Identificar el proceso de manufactura mas adecuado para la fabricación de piezas. Establecer con claridad el procedimiento de cálculo de fuerzas y esfuerzos, en el proceso para definir el tamaño de equipos y accesorios a ser diseñados o seleccionados, tomando en consideración los parámetros operacionales o características intrínsecas de cada proceso.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEORICO PRÁCTICO

UNIDAD I. PRINCIPIOS DE LOS TRABAJOS MECÁNICOS

TEMA 1: Principios de los Trabajos Mecánicos: Fundamentos generales. Procedimientos de conformación de los metales. Ejemplos de algunos procesos. Materiales diversos. Clasificación para el colado y acabado del lingote. Morfología de los procesos de manufactura. Modelo general de los procesos sin arranque de viruta. Estructura morfológica de los procesos. Posibilidades geométricas. Materiales sólidos. Procesos de conservación de masa. Procesos primarios y secundarios. Procesos en caliente y en frío. Diferencias con otros procesos. Aplicación del modelo morfológico de manufactura a los diferentes procesos de manufactura.

UNIDAD II. PROCESOS DE DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN Y TRACCIÓN

TEMA 2: Trabajos de estampación en Frío: Operaciones fundamentales: Corte, Punzonado, Doblado, Curvado. Ciclo de corte. Desarrollo de piezas. Fuerza necesaria. Formas especiales. Construcción de herramientas, troqueles y dispositivos auxiliares.

TEMA 3: Procesos de Embutición. (Estampación en Frío).

Consideraciones tecnológicas importantes. Métodos de Ericksen y Pump. Fases del embutido. Lubricación. Fuerzas necesarias para el embutido. Características y desarrollo de piezas. Defectos comunes en la embutido. Construcción de Herramientas (troqueles y dispositivos auxiliares).

TEMA 4: Procesos de Estirado y Trefilado: Generalidades. Consideraciones tecnológicas. Diferenciación entre los dos procesos. Metales y aleaciones. Etapas del Proceso. Fuerzas. Esfuerzos. Aplicaciones y Equipos.

TEMA 5: Fabricación de Piezas por Extrusión en Frío y Caliente: Generalidades sobre procesos en frío. Consideraciones tecnológicas. Procesos de Fabricación. Fuerzas necesarias. Procesos en caliente. Generalidades sobre los procesos en caliente. Consideraciones tecnológicas. Procedimiento de Fabricación. Materiales. Temperaturas. Fuerzas necesarias. Prensas y demás equipos. Aplicaciones. Troqueles, Herramientas y Dispositivos Auxiliares.

TEMA 6: Procesos de Forja: Forja en Frío. Definición. Propiedades físico-mecánicas. Propiedades metalúrgicas. Metales y Aleaciones. Temperaturas. Ciclo de calentamiento. Resistencia a la compresión. Forja manual. Forja mecánica. Estampado con martillos por choque. Estampado con prensa por presión. Forja en Caliente. Deformación producida por los martillos. Fuerzas necesarias y

demás características. Deformación producida por las prensas. Fuerzas necesarias y demás características. Forja abierta y Forja cerrada. Aplicaciones. Tolerancias. Materiales y factores importantes en la construcción de troqueles. Proformas. Rebabas. Etapas de conformación. Optimización del flujo. Costos.

UNIDAD III. PROCESOS TECNOLOGICOS DE ACTUALIDAD

TEMA 7: Tópicos de Actualidad Tecnológica.

Concepto de producción flexible. CAD/CAM/CAE .Importancia de los sistemas de producción. Los siete sistemas de producción utilizados en la manufactura actual clasificados en cuatro grupos:

- 1) Sistemas artesanales: a) producción por encargo (job shop, JB) y b) producción en lotes (SL).
- 2) Sistemas de flujo en línea: a) sistema de flujo en línea acompasado por el equipo (FLAE) también conocido como sistema FORD, b) sistema de flujo en línea acompasado por el operario (FLAO).
- 3) Sistemas de flujos continuos (FC).
- 4) Sistemas Racionales: a) Justo a tiempo (JIT) b) Sistemas con Células de Producción Flexible (FMS)

Asignatura: **PRODUCCIÓN II**
Prelaciones: **PRODUCCIÓN I**
Tipo: **OBLIGATORIA**
Carrera: **INGENIERÍA MECÁNICA**
Departamento: **TECNOLOGÍA Y DISEÑO**

Código: **IMT803**
Período: **OCTAVO**

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	-	-	3	
Horas / semestre	54	-	-	54	3

OBJETIVO GENERAL

Estudiar las herramientas modernas de la investigación de operaciones que emplea la gerencia de toda organización para optimizar las operaciones de producción, con la finalidad de cumplir metas de niveles de producción de bienes y servicios que maximicen los beneficios o minimicen los costos asociados a los procesos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Pronóstico: Introducción. Administración de la demanda. Tipos de pronóstico. Análisis de serie de tiempo. Variaciones estacionales de la demanda. Métodos de previsión causal: análisis de regresión y correlación.

TEMA 2. Programación lineal: Introducción. El modelo de programación lineal. Programación lineal gráfica. El método simplex. Método de transporte. Método de asignación. Problemas.

TEMA 3. Teoría de colas: Aspectos económicos del problema de las colas. Equilibrio. Costos. Eficacia. Perspectiva práctica de las colas. Características de las colas. Fuente de población. Características de las llegadas. Instalación de servicio. Salida. Ecuaciones de colas. Situaciones básicas de colas. Problemas.

TEMA 4. Planificación y control de proyectos: Definición de la administración de proyectos. Control de proyectos. Programación de la ruta crítica. Técnicas orientadas en el tiempo. CPM como una sola estimación. CPM con tres estimaciones de tiempo de actividades. Redes normalizadas. Modelos de tiempo y costo Pert. Problemas.

TEMA 5. Sistemas de inventario: Definición de inventario. Sistemas independientes. Propósito de los inventarios. Costos de los inventarios. Tipos de modelos básicos. Los modelos de cantidad económica de pedido en relación con el mundo real. Sistemas dependientes. Problemas.

TEMA 6. Diseño para la calidad total: Los elementos de la dirección de la calidad total. Elementos filosóficos. Herramientas genéricas. Herramientas del Departamento de Control de Calidad. Muestreo de aceptación. Procedimiento de control de proceso. Método Taguchi. Problemas.

Asignatura: **METODOLOGÍA DE PROYECTOS**

Código: IMM801

Prelaciones: PROCESOS DE MANUFACTURA I

Período: OCTAVO

Tipo: OBLIGATORIA.

Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA

Departamento: CIENC. TÉRMICAS Y TECNOL. Y DISEÑO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	2	-	-	2	
Horas / semestre	36	-	-	36	2

OBJETIVOS GENERALES

Los Objetivos generales son darle al estudiante las herramientas necesarias para que pueda seleccionar la metodología más adecuada al momento de llevar a cabo un proyecto.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE METODOLOGÍA.

TEMA 1. Introducción a la Metodología de Proyectos: Reseña histórica. Concepto. Como afectan las metodologías el éxito de un proyecto. Como se concibe un producto. El ciclo del producto: concepto, planificación, definición, diseño, cálculos, aceptación, Prototipos, la serie cero, fabricación normal, apoyo al producto, retiro o reciclaje. Clasificación de las diversas metodologías de acuerdo al desarrollo del ciclo del producto. Normas básicas al momento de comenzar un proyecto en Ingeniería mecánica.

TEMA 2. Metodologías para el desarrollo de Concepto: Las ideas como base de toda creación. El concepto de necesidad. La importancia de las técnicas provenientes del Marketing. Definición del producto. La tormenta de ideas. La técnica de preguntar tres veces consecutivas. La ayuda del CAD. La importancia de introducir el concepto de calidad total desde el inicio del proyecto (TQC). El Diagrama de Ishikawa como herramienta útil en la planificación del producto. Los métodos de Taguchi, para perfeccionar la planificación.

TEMA 3. Metodologías para el desarrollo del Diseño: La Ingeniería Simultánea o Concurrente. Los cambios en el producto o proceso. El uso del Despliegue de las Funciones de Calidad (QFD), como herramienta para determinar los requerimientos del producto. Las técnicas de Taguchi y el Análisis Factorial para mejorar la eficiencia del diseño. Como la combinación de las técnicas anteriores acortan los plazos de concepción y desarrollo del producto.

TEMA 4. Metodologías para la validación del Diseño: El uso del CAE para la validación del diseño. Simulaciones en paralelo. El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para asegurar la calidad desde el diseño. El control estadístico del proceso SPC. El cálculo como herramienta para validar el diseño.

TEMA 5. Metodologías para Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico: La investigación. El método científico. La investigación experimental. La investigación documental. El desarrollo tecnológico. Fases del proceso de la investigación y del desarrollo tecnológico.

TEMA 6. Normas para la presentación de proyectos en Ingeniería Mecánica: Las técnicas y normas que deben ser respetadas al momento de presentar un proyecto. Partes que deben ser incluidas en las memorias. Las normas usadas en ingeniería mecánica como base de la presentación para sangrías, gráficos, dibujos y tipos de letra.

Presentación de un proyecto, donde se use alguna de las metodologías descritas en los temas anteriores.

Asignatura: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA
Prelaciones: TERMODINÁMICA II
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

Código: IMC801
Período: OCTAVO

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	1	1	5	
Horas / semestre	54	18	18	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Dominar los términos y definiciones empleados en MCIA. Conocer la estructura de los MCIA. Efectuar análisis termodinámicos de los ciclos de los MCIA. Conocer los fundamentos termodinámicos del proceso de generación de potencia. Conocer el ciclo real de los MCIA y el origen de sus pérdidas. Conocer y aplicar las expresiones de los principales parámetros de los MCIA. Manejar en forma general las técnicas para realizar ensayos de MCIA. Conocer los fundamentos termo-fluido-dinámicos del proceso de intercambio de gases. Entender la cinemática de las reacciones químicas de combustión. Conocer y aplicar la teoría sobre el modelado de los procesos de los MCIA.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

TEMA 1. Generalidades sobre los MCIA: Clasificación de las máquinas. Motores térmicos de combustión externa e interna. Características de trabajo de los MCIA. Clasificación de los MCIA según: ciclo termodinámico, ciclo de trabajo, campo de aplicación, tipo de combustible, tipo de formación de mezcla, proceso de combustión, presión de alimentación, regulación al variar la carga, su estructura. Parámetros fundamentales de los MCIA: geométricos, cinemáticos y motorísticos. Conceptos básicos: presión media, potencia, rendimiento y consumo específico. Problemas. Características típicas de MECH y MEC. Sistemas del motor: alimentación y escape, lubricación, enfriamiento y encendido. Estructura del motor: mecanismo alternativo, mecanismo de distribución, árbol de levas, árbol de balancines, válvulas y resortes, cilindros, pistones, biela, cigüeñal. Orden de encendido.

TEMA 2. Ciclos Ideales de los MCIA: Introducción. Ciclo mixto o dual. Temperaturas del ciclo. Ciclo diesel rápido: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Ciclo diesel: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Ciclo Otto: cálculos de rendimiento térmico y presión media. Problemas. Análisis del rendimiento térmico y presión media del ciclo. Efectos de la variación de suministro de calor a presión y volumen constante sobre el rendimiento térmico y presión media del ciclo. Comparación entre los ciclos de admisión normal. Diseño de la cantidad de calor suministrada al ciclo. Problemas. Sistemas de sobrealimentación en MCIA. Ciclos de los motores sobrealimentados: turboalimentación por impulsos y turboalimentación a presión constante. Propiedades del motor y operador diferencial. Parámetros del motor: independientes e indicados. Problemas.

TEMA 3. Termodinámica de la Combustión en MCIA: Introducción. Definición del proceso de combustión. Requerimientos exigidos a los combustibles usados en MCIA. Propiedades de los combustibles. Combustión en MECH: concepto, características, dependencia, frente de llama. Combustión en MEC: atomización, evaporación, mezclado, autoencendido. Composición de la mezcla de trabajo. Estequiometría de la combustión. Relación combustible aire relativa. Cálculo de la composición de los gases en función de la riqueza. Problemas. Primera ley de la Termodinámica y combustión. Entalpía de formación. Poder calorífico del combustible. Temperatura de llama adiabática. Eficiencia de la combustión. Problemas. Equilibrio químico. Constante de equilibrio químico. Sistema Carbono-Hidrógeno-Oxígeno-Nitrógeno (CHON) de 12 especies. Problemas.

TEMA 4. Ciclos Combustible Aire: Variación del fluido a través del ciclo de trabajo. Propiedades termodinámicas de las mezclas: mezcla no quemada y quemada. Mezcla atrapada en el cilindro.

Relaciones termodinámicas para mezclas de gases. Variación del calor específico de los gases. Mezcla de trabajo en el ciclo. Consideraciones para el estudio de los ciclos de MCIA. Aspectos importantes para el desarrollo del modelo del ciclo de trabajo de MCIA. Modelos para el estudio del fluido de trabajo: subrutinas para el cálculo de la mezcla fresca, (FARG) y productos de combustión, (ECP). Evaluación de las condiciones de desarrollo del ciclo de trabajo. Problemas. Leyes de quemado de Wiebe y Watson empleadas en el modelo teórico de combustión de MECH y MEC respectivamente. Problemas.

TEMA 5. Ciclo Real de MCIA: Introducción. Fases del ciclo termodinámico: admisión, compresión, expansión y escape. Formación de mezcla externa e interna. Diagramas de indicador: equipos usados para su obtención, diagramas p-V y p- \square , análisis del funcionamiento de MECH y MEC partir de sus diagramas característicos. Diagramas de distribución: 4T y 2T. Problemas. Transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Transferencia de calor en MCIA: análisis dimensional, coeficiente instantáneo de transferencia de calor, correlaciones para el estudio de la transferencia de calor. Problemas. Perdidas mecánicas: conceptos básicos sobre fricción. Lubricación límite e hidrodinámica. Potencia por fricción: teórica y medición experimental. Aceites lubricantes. Problemas. Balance térmico. Perdidas de calor: a los gases de escape, al refrigerante, por convección, por radiación, por combustión incompleta, al lubricante, Otros. Problemas.

TEMA 6. Ensayo de MCIA: Objetivos. Características. Relación entre potencias: en el combustible, efectiva e indicada. Mediciones básicas en bancos de MCIA: potencia, par, consumos de aire y combustible, rpm, temperatura, presión en el cilindro, flujo de líquido y pérdidas de calor, emisiones de escape. Tipos de ensayos que se realizan en MCIA: a velocidad variable en MECH con carga parcial, a velocidad variable en MEC con carga total, a velocidad constante en MECH y MEC. Recolección de datos: formulas para el cálculo de datos. Curvas características: análisis, factores de corrección. Curvas de potencia, par y consumo específico de combustible en función de las rpm. Curvas de eficiencias efectiva e indicada en función de las rpm. Curvas de consumos de aire y combustible en función de las rpm. Curvas multiparamétricas. Problemas.

TEMA 7. El Proceso de Intercambio de Gases: Introducción. Influencia del proceso de intercambio de gases (PIG) en las prestaciones del motor. Parámetros que caracterizan el PIG. El PIG ideal. El PIG según Jovaj: caída de presión y calentamiento durante la admisión, efecto de los gases residuales. La eficiencia volumétrica y factores que la afectan. Problemas. El PIG real. El PIG en un motor monocilíndrico sin colectores. Cálculo de las pérdidas hidráulicas en bancos de flujo. Determinación de coeficientes de descarga. Compresibilidad del flujo: número de Mach. Trabajo de bombeo. El PIG en un motor mono-cilíndrico con colectores. Problemas. Parámetro de frecuencia. Proceso de escape: onda de presión, efectos sobre el rendimiento volumétrico, trabajos de bombeo y neto. El PIG en un motor poli-cilíndrico con colectores. Interferencia en colectores 6-2-1 y 4-2-1. El proceso de escape en motores poli-cilíndricos. Optimización del PIG: duración, número de válvulas. Influencia del área de paso de la válvula de admisión sobre el rendimiento volumétrico y la presión media efectiva. Influencia del área de paso de las válvulas de admisión y escape sobre el trabajo neto.

TEMA 8. Cinética Química de la Combustión en MCIA: Sistemas de reacciones complejos. Mezclas combustible aire. Razón de formación de especies químicas: ley de acción de masa, ecuación de Arrhenius, razón de reacción, reacciones multietápicas. Relación entre constantes de reacción y equilibrio químico. Problemas. Mecanismos importantes de formación química. Sistemas H₂-O₂. Oxidación del CO. Oxidación de combustibles parafínicos. Reacción global de combustión: constantes de reacción global. Reacciones cuasi-globales multietápicas. Problemas. Combustión del CH₄. Cinética de formación del NO: mecanismo de formación, aspectos físicos, tiempo de formación. Problemas.

TEMA 9. Modelado en MCIA: Teoría sobre el modelado en MCIA: objetivo, interés, limitaciones, clasificación, fases, y método. Procesos en MCIA: modelos de combustión e intercambio de gases. Ecuaciones que gobiernan un sistema termodinámico. Relación entre los fenómenos y el proceso de

combustión. Modelado en MCIA: características y suposiciones de los modelos de combustión, consideraciones sobre las suposiciones del modelo, modelo matemático y relación entre fenómenos. Desarrollo de las ecuaciones usadas para el modelado en MCIA: particularización del algoritmo general, simulación de pérdidas de calor en el motor, mecánica de fluidos en MCIA, mediciones de velocidad del flujo en función del ángulo de giro, análisis termodinámico del proceso de combustión, características del proceso de combustión y formación de productos en equilibrio químico.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL LABORATORIO DE MOTORES

PRÁCTICA 1. Ciclos Teóricos: Mediante el uso de un archivo ejecutable el estudiante puede estudiar el comportamiento del ciclo de los MCIA, calculando cada punto del ciclo y evaluando el comportamiento de los principales índices del mismo con la finalidad poder analizar cualitativamente el comportamiento esperado en el ciclo real del motor. Se estudian los siguientes tópicos: Temperatura, presión, rendimiento y presión media de los Ciclos de MCIA con admisión normal y sobrealimentada. Variación de parámetros como: temperatura ambiente, suministro de calor, relación combustible aire, relación de calores específicos, parámetros geométricos, relación de compresión. Extrapolar el comportamiento de los parámetros potencia, presión media y rendimiento del ciclo.

PRÁCTICA 2. Estudio de la Combustión en MCIA: Para identificar el proceso de combustión se presenta una práctica que permite determinar a partir de diagramas reales de presión algunos de los principales parámetros indicativos del proceso, tales como: poder calorífico del combustible, temperatura de llama adiabática, composición de los productos y calor liberado. Se estudian los siguientes tópicos: Balance de ecuaciones químicas. Manejo de rutinas para el cálculo de la composición y propiedades del fluido de trabajo en su recorrido por el ciclo de trabajo. Cálculos de poder calorífico, temperatura de llama adiabática, calor liberado y composición de los productos en función de la riqueza de la mezcla. Estudios paramétricos considerando el efecto de los gases residuales y excesos de aire sobre las máximas temperaturas del ciclo.

PRÁCTICA 3. Diagramas pV y TV Teóricos: El buen desarrollo del proceso de combustión en MCIA es indicativo de un máximo aprovechamiento de energía en el mismo. Para su entendimiento es necesario el estudio de los cambios en los parámetros principales que gobiernan dicho proceso. Los estudios del proceso real de combustión son complicados sin embargo muchos investigadores han logrado determinar expresiones matemáticas, las cuales empleando constantes físicas obtenidas experimentalmente permiten modelar teóricamente el proceso de combustión. Se estudian los siguientes tópicos: Obtención de perfiles sobre el comportamiento de la presión y temperatura de los gases en función del ángulo de giro y del volumen para MECH y MEC. Estudio de los procesos de compresión y expansión. Estudio del proceso de combustión empleando leyes de quemado: Wiebe y Watson para MECH y MEC respectivamente. Determinación del cambio de volumen en el cilindro usando relaciones entre las dimensiones del motor: relación de compresión, volumen desplazado y muerto, radio de la manivela y longitud de la biela.

PRÁCTICA 4. Diagramas pV Reales: El adecuado desarrollo del proceso de combustión en MCIA se puede determinar a través del análisis de los diagramas que muestran la variación real de la presión en el cilindro del motor. Para obtener estos diagramas se utilizan sensores de presión tipo piezoeléctrico, los cuales poseen una alta capacidad de respuesta que permite leer los cambios de p a la velocidad de trabajo del motor. Se estudian los siguientes tópicos: Metodología para realizar lecturas de presión usando sensores piezoeléctricos. Empleo de señales de referencia de la posición del pistón utilizando sensores magnéticos. Empleo de tarjetas de adquisición de datos. Uso de ecuaciones como: la ecuación de los gases ideales para el cálculo de la temperatura promedio de los gases, la de volumen instantáneo para el cálculo del volumen en el cilindro. Manejo de rutinas para el cálculo de las propiedades termodinámicas del fluido de trabajo y la variación en de su composición en función de T, p y ϕ .

PRÁCTICA 5. Ensayo de MCIA: La práctica permite que el estudiante mediante el manejo de un

banco de ensayos de motores determine el comportamiento de los principales índices que caracterizan el funcionamiento de MCIA bajo condiciones de carga. Se estudian los siguientes tópicos:

Se estudia el principio de funcionamiento de instrumentos medidores del banco como: toberas, placas de orificio, tacómetros, medidores de par efectivo y termopares. Se resalta la importancia del freno dinamométrico para someter el MCIA a características de trabajo en el laboratorio similares a las de carretera. Se determinan las curvas características de un MCIA. Realizar el análisis del trabajo del motor en base al comportamiento dinámico de sus parámetros principales.

PRÁCTICA 6. Aspectos Generales en MCIA: El material formulado presenta las características básicas de funcionamiento de los motores de combustión interna alternativos, mostrando los aspectos más importantes que determinan la utilización de mezclas combustible-aire en los cilindros del motor. Se estudian los siguientes tópicos: Se da una introducción al estudiante sobre la teoría de utilización de mezclas reactivas en mecanismos alternativos cilindro pistón. Se enfatiza en la importancia que tiene el diseño adecuado de la cámara de combustión para obtener el máximo aprovechamiento de energía. Se estudian las condiciones que definen el tipo de proceso de formación de mezcla en los MCIA. Se estudian los diagramas de fracción de masa quemada y liberación de calor respectivamente para cualificar el proceso de combustión en los MEC y MECH. Se presentan algunos modelos sobre el comportamiento de los principales parámetros que definen la combustión en los MCIA: p - V , p - \square , temperatura de gas y paredes, formación de contaminantes, etc.

PRÁCTICA 7. Formación de Contaminantes en MCIA: El siguiente material muestra las características de formación de los principales contaminantes que se presentan durante el proceso de combustión en motores alternativos. Se describe la influencia de factores como: riqueza, presencia de gases residuales, absorción por película de aceite y depósitos y transferencia de calor sobre la presencia de: CO, HC, NO_x y partículas en la cámara de combustión de MECH y MEC. Se estudian los siguientes tópicos: Introducir al estudiante en el conocimiento de los aspectos químicos de la combustión en motores de combustión interna alternativos (MCIA). Influencia de la riqueza de la mezcla, presencia de gases residuales, absorción por película de aceite y depósitos y transferencia de calor sobre la presencia de: CO, HC, NO_x y partículas en la cámara de combustión. Se estudian los cambios o ajustes que pueden hacerse en los sistemas de alimentación y encendido del motor para evitar formación excesiva de contaminantes sin perjudicar el desarrollo de potencia del motor. Se analizan resultados de investigaciones sobre formación de contaminantes y se comparan con resultados teóricos basados en equilibrio químico.

PRÁCTICA 8. Control de Contaminantes en MCIA: En el siguiente material se presenta un resumen de las técnicas de control de contaminantes empleadas en motores alternativos para disminuir al máximo la expulsión de compuestos químicos al medio ambiente. Los estudios sobre reacciones químicas revelan que estos compuestos químicos son el resultado de reacciones incompletas debidas a altas temperaturas, falta de oxígeno o falta de tiempo. Se estudian los siguientes tópicos: Cálculo teórico de la composición química de los productos de la combustión. Aspectos relacionados con controles internos y externos de expulsión de contaminantes. Necesidad de emplear métodos que disminuyan la presencia de compuestos químicos dañinos en los gases de escape de MCIA. Las características más importantes sobre los métodos térmicos y catalíticos de control de contaminantes empleados comúnmente en motores alternativos. Se presentan algunos resultados de investigaciones que revelan la reducción de contaminantes después de un proceso químico de transformación.

Asignatura: TEORIA DE CONTROL **Código:** IMC802
Prelaciones: INSTRUMENTACIÓN, METODOS NUMÉRICOS **Período:** OCTAVO
Tipo: OBLIGATORIA
Carrera: INGENIERÍA MECÁNICA
Departamento: CIENCIAS TÉRMICAS

	Teoría	Práctica	Laboratorio	Total	Unidades Crédito
Horas / semana	3	2	0	5	
Horas / semestre	54	36	0	90	4

OBJETIVOS GENERALES

Este curso provee al estudiante las bases necesarias que le permiten comprender el diseño y funcionamiento de los sistemas de control. El estudiante al final del curso deberá dominar las siguientes tres etapas: Representación matemática de sistemas. Análisis de la dinámica de sistemas. Técnicas del control clásico y del actual.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO TEÓRICO PRÁCTICO

UNIDAD I. REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS

TEMA 1. Introducción a los sistemas de control: Definición de sistema de control. Ejemplos. Terminología básica. Elementos que componen un sistema de control. Clasificación de los sistemas de control. Lazo abierto y lazo cerrado. Continuo y discontinuo. Regulador y seguidor. Sistemas lineales y no lineales. Sistemas invariantes en el tiempo y variables en el tiempo. Sistemas de control continuo y en tiempo discreto. Sistemas SISO y MIMO. Sistemas de parámetros concentrados y distribuidos. Sistemas determinísticos y estocásticos. Características de los sistemas: Estabilidad, exactitud y velocidad de respuesta. Lazos de control comúnmente utilizados: control realimentado, en cascada, de relación, y de rango partido.

TEMA 2. Técnicas de Modelado matemático: Introducción. Definición de modelo matemático. Modelos matemáticos simplificados de sistemas comunes: Sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, Analogía electromecánica, sistemas térmicos, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos.

TEMA 3. Formas de representación de modelos matemáticos: Introducción. Clasificación de las formas de representación y su uso. Sistemas Continuos: Representación mediante ecuaciones diferenciales, lineales y no lineales. Linealización de las ecuaciones diferenciales. Representación de las ecuaciones en el espacio de estado. Definiciones básicas del espacio de estado. Forma típica de las ecuaciones en espacio de estado para sistemas lineales y no lineales. Obtención directa de ecuaciones en espacio de estado. Álgebra matricial. Valores propios de una matriz. Forma canónica de Jordan. Diagonalización de matrices. No unicidad del conjunto de variables de estado. Cambio de variable lineal. La Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Representación mediante función de transferencia. Definición de función de transferencia. Obtención de una función de transferencia a partir de una ecuación diferencial. Uso de la función de transferencia. Características de la representación de un modelo como función de transferencia. Sistemas discretos. Conceptos básicos. Las ecuaciones en diferencias. Técnicas de muestro. El retén de orden 0. La Transformada Z. Relación entre la transformada Z y la transformada de Laplace. Teoremas importantes de la transformada Z. Transformada Z inversa. La representación mediante funciones de transferencia discretas. Uso de las funciones de transferencia discretas. Modelos matemáticos para simulación en computadoras. Funciones de transferencia de tiempo discreto. Función de transferencia de reten de orden cero. Funciones de transferencia de lazo cerrado para sistemas en tiempo discreto.

TEMA 4. Diagramas de bloque y esquemas de simulación: Introducción. Diagramas de bloque. Elementos del diagrama de bloque. Forma canónica de un sistema de control retroalimentado. Álgebra de bloques. Simplificación de diagramas de bloque: una entrada y una salida, varias entradas y entradas y salidas múltiples. Construcción de diagramas de bloque a partir de funciones de

transferencia de componentes del sistema. Diagramas de bloque de sistemas multivariables. Esquemas de simulación. Relación entre esquema de simulación y diagrama de bloque. Elementos básicos de un diagrama de simulación. Ejemplos de esquemas de simulación de sistemas simples.

UNIDAD II. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE LOS SISTEMAS

TEMA 5. Respuesta de sistemas: Introducción. Tipos de excitación: Escalón, Rampa, sinusoidal, pulso, impulso, onda cuadrada. Respuesta de sistemas de primer orden. Respuesta transitoria. Constante de tiempo. Respuesta en estado estable. Ganancia. Error en estado estable. Respuesta de sistemas de segundo orden. Relación de amortiguamiento. Frecuencia natural. Frecuencia natural amortiguada. Tipos de respuesta transitoria en función de la relación de amortiguamiento: Sobreamortiguada, Críticamente amortiguada, subamortiguada y sin amortiguamiento. Definiciones varias: Tiempo de retardo, tiempo de crecimiento, sobreimpulso máximo, tiempo de pico y tiempo de establecimiento. Sistemas de orden superior. Ejemplos de respuesta de sistemas simples. Obtención de la respuesta de sistemas mediante simuladores. Ejercicios.

TEMA 6. Estabilidad de sistemas: Introducción. Definiciones. Relación entre estabilidad y respuesta del sistema. Función del radio de amortiguamiento en el caso de sistemas de segundo orden. Criterios de estabilidad: Routh y Hurwitz. Desarrollo del criterio de Routh. Observaciones al criterio de Routh. Desarrollo del método de Hurwitz. Análisis de estabilidad de sistemas en espacio de estado. Función de los valores propios de la matriz A. Estabilidad para sistemas en tiempo discreto. Estabilidad BIBO. Estabilidad de entrada cero. Pruebas de estabilidad para sistemas en tiempo discreto. Método de la transformada bilineal. Pruebas de estabilidad directas. Ejemplos de sistemas estables e inestables. Obtención de estabilidad de sistemas mediante simuladores. Ejercicios con simuladores.

TEMA 7. Métodos frecuenciales: Respuesta en frecuencia de sistemas. Objetivos y utilidad del análisis frecuencial. Cálculo de la respuesta en frecuencia. Respuesta en frecuencia de un sistema de lazo cerrado. Diagramas de fase y amplitud o Bode. Diagramas de bode de funciones comunes. Procedimiento general para trazar diagramas de Bode. Análisis de estabilidad utilizando diagramas de Bode. Margen de fase. Margen de ganancia. Estabilidad relativa. Ejemplos de diagramas de Bode de sistemas físicos. Obtención de diagramas de Bode con simuladores. Diagramas polares de Nyquist. Diagramas de Nyquist de funciones comunes. Formas generales de los diagramas polares. Análisis de estabilidad utilizando los diagramas de Nyquist. Criterio de estabilidad de Nyquist. Ejemplos de diagramas de sistemas físicos. Obtención de diagramas de Nyquist mediante simuladores.

UNIDAD III. TÉCNICAS DE CONTROL

TEMA 8. Acciones de control: Introducción. Tipos de acciones de control comunes: ON-OFF, P, PI, PID. Acción discontinua (ON-OFF), características, utilidad, ejemplos físicos. Acción proporcional (P), características, utilidad, ejemplos físicos. Banda proporcional. Acción derivativa (D), características, utilidad, ejemplos físicos. Acción integral (I), características, utilidad, ejemplos físicos. Control proporcional derivativo (PD), características, utilidad, ejemplos físicos. Tiempo de acción derivativo. Acción proporcional integral (PI), características, utilidad, ejemplos físicos. Tiempo de acción integral. Acción proporcional integral derivativa (PID), características, utilidad, ejemplos físicos. Estudio del efecto de la acción de control sobre un sistema: Estabilidad, valor en estado estable y forma de la respuesta transitoria. Simulación de sistemas físicos simples con diversas acciones de control.

TEMA 9. Diseño y ajuste de sistemas de control: Introducción. Especificaciones de diseño. Configuraciones de controladores. Principios fundamentales de diseño. Diseño de un sistema de control proporcional. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Diseño de un sistema de control proporcional integral. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Diseño de un sistema de control proporcional integral derivativo. Interpretación en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Métodos de ajuste de controladores. Métodos de Ziegler-Nichols, basado en la respuesta al escalón y basado en la repuesta frecuencial. Métodos por asignación de polos dominantes. Método aproximado para asignar polos dominantes.